Қ.ҚҰЛАЖАНОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ТЕХНОЛОГИЯ ЖӘНЕ БИЗНЕС УНИВЕРСИТЕТІ

K.KULAZHANOV KAZAKH UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND BUSINESS

КАЗАХСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИИ И БИЗНЕСА ИМЕНИ К.КУЛАЖАНОВА

# KAZ UTB

ХАБАРШЫСЫ | ВЕСТНИК | VESTNIK

№ 1 (26) - 2025

# ҚазТБУ хабаршысы

# Вестник КазУТБ

# Vestnik KazUTB

ISSN (Print) 2708 - 4132
ISSN (Online) 2663 - 1830

**ISSN (Print) 2708 - 4132**
**ISSN (Online) 2663 - 1830**

**№ 1 (26) - 2025**

**Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті**

**Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov**

**Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова**

# ҚазТБУ ХАБАРШЫСЫ

# VESTNIK KazUTB

# ВЕСТНИК КазУТБ

Жылына 4 рет шығады
Published 4 times a year
Выходит 4 раза в год

Астана - 2025
Astana - 2025

**Бас редактор: Байболова Л.К.**

техн. ғыл. докторы, профессор, ректоры

**Бас редактордың орынбасары: Айбульдинов Е.К.**

философия докторы (PhD), (Қазақстан)

**Редакция алқасы:**

**Құлажанов Қ.С.** х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

**Мансуров З.А.** х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

**Фазылов С.Д.** х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

**Құлажанов Т.К.** т.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

**Ізтаев А.И.** т.ғ.д., профессор,ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

**Төлтабаев М.Ч.** т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Нұрахметов Б.К.** т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Шеров Т.К.** т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Mercade P.R.** философия докторы (PhD) (Испания)

**Кәкімов А.К.** т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Узаков Я.М.** т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Додаев К.О.** т.ғ.д., профессор (Өзбекстан)

**Кузнецов О.Л.** т.ғ.д., профессор (Ресей)

**Мымрин В.А.** т.ғ.д., профессор (Бразилия)

**Маткаримов Б.Т.** т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Мұхамедиев Б.М.** э.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Смағұлова Ш.А.** э.ғ.д., профессор (Қазақстан)

**Пешков В.** философия докторы (PhD), (Бельгия)

**Искакова Ж.Б.** х.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

**Жауапты редактор, ф. - м. ғ. к. - М.К.Оспанова**

**Меншіктенуші:** «Қазақ технология және бизнес университеті» АҚ

ҚР Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 07. 02.2014 ж. № 14139-Ж тіркеу куәлігімен тіркелген.

**Екінші тіркеу:**11.02.2020 - № KZ46VPY00020253.

**Мерзімділігі:** жылына 4 рет.

**ISSN:** 2708-4132, **ISSN (Online):** 2663-1830

**Тақырыптық бағыт:** Ақпараттық-коммуникациялық және химиялық технология, Өңдеу және өңдеуші өнеркәсіптер (азық-түлік өнімдерінің технологиясы, тау-кен, мұнай-газ ісі), Экономика, бизнес және қызмет көрсету.

**Редакцияның мекенжайы:** 010000, Қазақстан, Астана қ., Қайым Мұхамедханов к-сі, 37 «А», тел.: +7(7172)72-58-12 (134), e-mail: vestnik@kaztbu.kz

**© Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті**

**Главный редактор: Байболова Л.К.**

д.т.н., профессор, Ректор

**Заместитель главного редактора: Айбульдинов Е.К.**

доктор философии (PhD), (Казахстан)

**Редакционная коллегия:**

**Кулажанов К.С**. д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

**Мансуров З.А.**. д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

**Фазылов С.Д.** д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

**Кулажанов Т.К.** д.т.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

**Изтаев А.И.** д.т.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

**Тултабаев М.Ч.**. д.т.н., профессор (Казахстан)

**Нурахметов Б.К.** д.т.н., профессор (Казахстан)

**Шеров Т.К.** д.т.н., профессор (Казахстан)

**Mercade P.R.** доктор философии (PhD) (Испания)

**Какимов А.К.** д.т.н., профессор (Казахстан)

**Узаков Я.М.** д.т.н., профессор (Казахстан)

**Додаев К.О.** д.т.н., профессор (Узбекистан)

**Кузнецов О.Л.** д.т.н., профессор (Россия)

**Мымрин В.А.** д.т.н., профессор (Бразилия)

**Маткаримов Б.Т.** д.т.н., профессор (Казахстан)

**Мухамедиев Б.М.** д.э.н., профессор (Казахстан)

**Смагулова Ш.А.** д.э.н., профессор (Казахстан)

**Пешков В.** доктор философии (PhD), (Бельгия)

**Искакова Ж.Б .** к.х.н., асс. профессор (Казахстан)

**Ответственный редактор, к.ф.-м.н. - М.К.Оспанова**

**Собственник:** АО «Казахский университет технологии и бизнеса».

**Регистрация:** Министерство информации и коммуникаций Республики Казахстан. Комитет Информации.

**Дата и номер первичной постановки на учет:** № 14139-Ж от 07.02.2014.

**Вторичная постановка на учет:** 11.02.2020 - № KZ46VPY00020253.

**Периодичность:** Ежеквартально.

**ISSN:** 2708- 4132, **ISSN (Online):** 2663-1830.

**Тематическая направленность:** Информационно-коммуникационные и химические технологии, Производственные и обрабатывающие отрасли (технология продовольственных продуктов, горное дело, нефтегазовое дело, Экономика, бизнес и услуги).

**Адрес редакции:** 010000, г. Астана, Есильский район, ул.Кайыма Мухамедханова, 37 «А» тел.: +7(7172)72-58-12 (134), e-mail: vestnik@kaztbu.kz

**© Казахский университет технологии и бизнеса К.Кулажанова**

**Chief editor: Baybolova L.K.**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector

**Deputy editor: Aibuldinov Ye.K.**

Doctor of Philosophy (PhD), (Kazakhstan)

**Editorial board:**

**Kulazhanov K. S.** Doctor of Chemistry Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

**Mansurov Z. A.** Doctor of Chemistry Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

**Fazylov S.D.** Doctor of Chemistry Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

**Kulazhanov T.K.** Doctor of Technical Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

**Iztayev A.I.** Doctor of Technical Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

**Tultabaev M.Ch.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

**Nurakhmetov B.K.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

**Sherov T.K.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

**Mercade P.R.** Doctor of Philosophy (PhD) (Spain)

**Kakimov A.K.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

**Uzakov Ya.M.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

**Dodayev K.O.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Uzbekistan)

**Kuznetsov O.L.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

**Mymrin V. A.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Brazil)

**Matkarimov B.T.** Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

**Mukhamediyev B.** Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan)

**Smagulova A.S.** Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan)

**Peshkov V.** Doctor of Philosophy (PhD) (Belgium)

**Iskakova J.B.** Candidate of Chemical Sciences, ass.Professor (Kazakhstan)

**Responsible editor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences - M.K.Ospanova**

**Owner:** JSC «Kazakh University of technology and business».

**Registration:** Ministry of information and communications of the Republic of Kazakhstan. Committee of Information.

**Date and number of initial registration:** 14139-Z from 07.02.2014.

**Secondary registration**: 11.02.2020- № KZ46VPY00020253.

**Frequency:** Quarterly.

**ISSN:** 2708- 4132, **ISSN (Online):** 2663-1830.

**Thematic direction:** Information and communication and chemical technologies, Manufacturing and manufacturing industries (food technology, mining, oil and gas business), Economy, business and services.

**Address of edition:** 010000, Astana city, Esil district, Kaiym Mukhamedkhanov Street, 37 «A», tel.: +7(7172)72-58-12 (134), e-mail: vestnik@kaztbu.kz

**©Kazakh University of technology and business named after K.Kulazhanov**

# МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

***Информационно-коммуникационные и химические технологии***


***1 Информационно-коммуникационные технологии*** **1**

K. Akishev, Zh. Nurtai, L. Akisheva, A. Tulegulov, B. Biibosunov, M. Baizharikova
*AUTOMATION OF SELECTION OF CONSTRUCTION MIX WITH ADDITIVES OF TECHNOGENIC RAW MATERIALS* . . . . . 1

А.Т. Мазакова, Ш.А. Джомартова, Б.М. Мазакова, М.С. Алиаскар, Е.К. Мергенгали, Т.Ж. Мазаков, А.Т. Досаналиева, А.Д. Майлыбаева
*ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ СЕЛЕВОГО ПРОРЫВА С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОЕМА* . . . . . 14

Н.О.Мекебаев, Д.К.Даркенбаев, Н.А. Модовов , Ж.А. Орынтаева
*КЛАССИФИКАЦИЯЛЫҚ АЛГОРИТМДЕРДІ ҚОЛДАНЫП ДАУЫСТЫ ТАНУ* . . . . . 23

А.Ж.Танирбергенов, С.К.Серикбаева, Б.Тасуов, Г.Ш.Мусагулова, Л.Ақзуллақызы, Б.К.Жарменова
*МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ УТОМЛЯЕМОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ* . . . . . 32

А.К. Шайханова, Ж.А. Бермухамбетов, В.В. Ким, А.О. Тлеубаева
*КОМПЛЕКСНАЯ АРХИТЕКТУРА И ИННОВАЦИОННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ BULT ДЛЯ ОРКЕСТРАЦИИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ* . . . . . 46

D. Kozybaev, G. Shangytbayeva, A. Zhakish, G. Muratova, B. Tassuov, A. Tanirbergenov
*USING MACHINE LEARNING METHODS FOR AUTOMATIC TEXT PROCESSING OF ABSTRACTS FROM SCIENTIFIC ARTICLES* . . . . . 60

А.С.Амирова, А.А.Құттыбек, М.М.Есмагамбетова, Т.У.Есмагамбетов
*АНЫҚ ЕМЕС ЛОГИКАҒА НЕГІЗДЕЛГЕН АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ҚАТЕРДІ БАҒАЛАУ МОДЕЛІ* . . . . . 71

N. Zhumatay, Sh. Akhmetzhanova, A. Abduvalova, K. Beisenbayeva, A. Zhanarbekuly
*RECOGNITION OF PLANT DISEASES FROM LEAF IMAGES USING MACHINE LEARNING TECHNOLOGY* . . . . . 82

Г.Т. Даненова, А.Е. Манат, Т.Б. Ахметжанов, М.М. Коккоз, Ж. Сайлау кызы
*АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА БАЗЕ WORDPRESS С ПОМОЩЬЮ WPSCAN* . . . . . 93

Н.П.Сапарходжаев, А.А. Умарова, К.Йылмаз, А.А. Умаров, П.И. Сапарходжаев
*ЭКГ СИГНАЛЫНЫҢ ҚАРАПАЙЫМ МОДЕЛІ* . . . . . 103

А. Есенбек, А. Касымова, А. Картбаев
*АНАЛИЗ И КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ С ПОМОЩЬЮ ВАРИАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ* . . . . . 115

А.Д. Бургегулов, Ш.А. Джомартова, Ә.Т. Мазакова, М.С. Әлиасқар, Т.Ж. Мазаков, А.Д. Майлыбаева
*ПОСТРОЕНИЕ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ПРИ УГРОЗЕ И ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРА* . . . . . 126

А К. Шегетаева, А.Б. Оспанова, Н.С. Смакова, Б. Рысбекқызы, С.А. Алтынбек, Л.Н. Кулбаева, Г.Ж. Шуйтенов
*ЖЕЛІЛЕРДІҢ ОСАЛДЫҚТАРЫН АНЫҚТАУ ҮШІН КӨП ФАКТОРЛЫ БОЛЖАУ АЛГОРИТМІН БЕЙІМДЕУ* . . . . . 134

A. Bolatova, U. Kylyshbek, A. Baktygaliyev, A. Kartbayev
*OPTIMIZING PROJECT DEVELOPMENT RISKS AND MARKET VOLATILITY USING DEEP LEARNING METHODS* . . . . . 148

***2 Химическая технология*** **161**
M.K. Kazankapova, B.T. Yermagambet, A.B. Malgazhdarova, Zh.M. Kassenova, Zh.E. Jakupova
*STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF FULVIC ACID SOLUTIONS* . . . . . 161
Е.А. Цешковская, Н.К. Цой, А.Т. Оралова, К.Н. Тойлюбаева
*ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ И ЕГО СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ* . . . . . 169
M.A. Yelubay, A.B. Bekmagambetov, E.A. Kulmagambetova, A.M. Rakhmetova, D.T. Tolegenov
*OVERVIEW OF MECHANISMS FOR ENSURING SAFE WORK IN CHEMICAL PRODUCTION* . 179
D.B. Konarbay, Y. Bakytkarim, Zh.S. Mukataeva, N.A. Shadin, D.A. Karazhanova, Zh.R. Kozhagulova
*IMPORTANCE OF MXENE NANOCOMPOSITES IN THE DETECTION OF HEAVY METALS* . . 193
Kh.B. Omarov, N.U. Nurgaliyev, A.S. Mostovoy, Z.B. Absat, S.K. Aldabergenova, Zh.T. Nurtai, E.B. Zhunussova, A.K. Zhumabekova, M.A. Issabayeva
*TESTING A NEW TECHNOLOGY OF PROCESSING COPPER ELECTROLYTE TO OBTAIN NICKEL SULFATE* . . . . . 207

***Производственные и обрабатывающие отрасли***

***3 Пищевая технология*** **218**
У.Ч. Чоманов, Г.Е. Жумалиева, А.Б. Байзақова
*БАҚША ЖӘНЕ КӨКӨНІС ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЛИКОПИННІҢ ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ* . . . . . 218
Sh.B. Baitukenova, U.A. Ryspaeva, S.B. Baitukenova
*DEVELOPMENT OF FERMENTED SAUSAGE PRODUCTION TECHNOLOGY USING STARTER CULTURES OF MICROORGANISMS* . . . . . 227
М. Султанова, Н. Акжанов, А. Сәдуакас, А. Камали
*ЖЕРАЛМҰРТПЕН БАЙЫТЫЛҒАН БИДАЙ КЕБЕГІ МЕН СҰЛЫ ЖАРМАСЫ НЕГІЗІНДЕГІ ТАҢҒЫ АС ӘЗІРЛЕУ* . . . . . 237
Д.Қ. Алибаев, А.Ж. Иманбаев, Hulya Gul, Г.Е. Есиркеп, Ж. Нармандах
*АСҚАБАҚ ҚҰРАМДАС БӨЛІКТЕРІНЕН ТҰТАС ДӘНДІ БИДАЙ ҰНЫНАН ЖАСАЛҒАН ҚЫТЫРЛАҚ НАН. Бөлім 1. ВИТАМИНДІК ҚҰРАМЫ МЕН МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРІ* . . . . . 246
Н.Е. Альжаксина, М.С. Мантай, И.Е. Аубакирова
*ФУНКЦИОНАЛДЫҚ БАҒЫТТАҒЫ ӨСІМДІК СУСЫНДАРЫНЫҢ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ* . . . . . 260
Д.С. Свидерская, Е.Ф. Краснопёрова, А.М. Шуленова, Н.Е. Камзина
*ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОРОЖЕНОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ* . . . . . 269
М.Н. Рахымбаева, А.И. Истаев, Т.К. Кулажанов, М.А. Якияева, Ш.А. Турсунбаева
*ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АСЫЛ ТҰҚЫМДЫ ҚЫСТЫҚ ЖӘНЕ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ СҰРЫПТАРЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ НАН ПІСІРУ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ* . . . . . 281
А.И. Кабылда, А.С. Жармаханова, Ж.С. Кожухова
*СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ ВИТАМИНИЗОВАННЫХ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ СНЭКОВ* . . . . . 294

A.M. Omaraliyeva, A.Zh. Khastaeva, A.A. Bekturganova, A.M. Rakhimzhanova, Zh.T. Botbayeva
*JUSTIFICATION AND SELECTION OF RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS* . . . . . 302
К.С. Кулажанов, А.С. Акконысова, Ф.Т. Диханбаева, Г.Н. Жаксылыкова, Э.Ж. Жаксыбаева
*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С АМАРАНТОВОЙ ДОБАВКОЙ* . . . . . 312
Г.Е. Есиркеп, Ф.Т. Диханбаева, А.А Шунекеева, Ж.Т. Ботбаева, Ж.Нармандах
*ФУНКЦИОНАЛДЫ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУДЕ ӨСІМДІК ҚОСПАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ* . . . . . 325
М.Ч. Тултабаев, М. Султанова, Н. Акжанов, А. Сәдуакас
*МАҚСАРЫ МАЙЫ НЕГІЗІНДЕГІ ШПИНАТ ТҰЗДЫҒЫНЫҢ САҚТАУ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ* . . . . . 338
Б.Ж. Мулдабекова, М.Б. Султанкул, К.А. Куртибай, Ф.Б. Қаххоров, Г.Х. Исматуллаева, А.Т. Жумабекова
*ВЛИЯНИЕ АРАХИСОВОЙ МУКИ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРЕКЕРОВ* . . . . . 346
Д.Н. Бақытжан, Э.Б. Аскарбеков, Г.И. Байгазиева, А.К. Кекибаева
*БИДАЙДЫҢ ОТАНДЫҚ СҰРЫПТАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП СЫРА ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ* . . . . . 360
Н.С. Машанова, Б. Калемшарив, А.С. Жолшиева, А.А. Бектурганова
*ӨСІМДІК ТЕКТЕС АНТИОКСИДАНТТАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЙОГУРТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ* . . . . . 371
А.А. Тұрғанбаева, Э.К. Асембаева, Ш.А. Абжанова, К.А. Мырзабек, М.О. Кожахиева
*СҮТ САРЫСУЫ НЕГІЗІНДЕ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ СУСЫНДАРДЫҢ САПАСЫН ЖЕТІЛДІРУ* 380

***4 Горное и нефтегазовое дело*** **389**
А.Р. Мамбеталиева, А. Мухтаркызы, М.Р. Шаутенов
*НАТРИЙ СУЛЬФИДІНІҢ ҚОСҚҰДЫҚ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ ТОТЫҚҚАН ҚОРҒАСЫНМЫРЫШ КЕНДЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ* . . . . . 390
Ye.S.Abdrakhmanov, Kh.B.Temirtas, B.T.Yermagambet, Zh.M.Kassenova, Zh.T.Dauletzhanova, M.K.Kazankapova, N.Sh.Akimbekov, K.T.Tastambek
*PRODUCTION OF HIGH-CALORIC COAL BRIQUETTES FROM THE EKIBASTUZ COAL DEPOSIT* . . . . . 400
А.Т. Тұрғали, Қ.Ә. Қожахмет, А.Г. Гусманова
*ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ПОИСКОВАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ УЧАСТКА ОРДАБАСЫ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА МЕДНУЮ РУДУ И ПОПУТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ* . . . . . 416
Zh.T. Dauletzhanova, A.M. Zakharov, I.M. Shmidt-Fedotova
*MODERNIZATION OF GOLD-BEARING ORE EXTRACTION TECHNOLOGY DEPENDING ON GEOLOGICAL AND MINING CONDITIONS* . . . . . 432
А.П. Науанова, Т.О. Хамитова, Н. Парманбек, С. Тянах, Р.З. Касенов, С.Ж. Давренбеков, А.Н. Болатбай, У.Б. Толеуов
*ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ БУРОГО УГЛЯ КУЗНЕЦСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИИ* . . . . . 438
А.М. Мамед-заде, Э.Ф. Ализаде, Т.Г. Меликов, К.С. Затыбеков, М.К. Жантасов
*ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ ВНЕШНИМ ПОСТОЯННЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ МАЛОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ* . . . . . 452

*Экономика, бизнес и услуги*

***5 Экономика, бизнес и услуги*** **464**

Д.Х. Беделова, С.Б. Мақыш, А.Б. Алибекова
*МЕМЛЕКЕТТІК АКТИВТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МАЗМҰНЫ* . . . . . 464

M. Zhumazhanova, R.Zhappasova, A.Oryntaeva, M. Bolsynbek
*FORMATION OF THE BUSINESS ENVIRONMENT IN KAZAKHSTAN: THE ROLE OF GOVERNMENT SUPPORT FOR ENTREPRENEURSHIP* . . . . . 476

A. Tursyn, A.S. Tulemetova, G.S. Berdibekova, A.A. Alzhanova, E.K. Toimbetov
*IMPROVING THE ECONOMIC MECHANISM OF INVESTMENT ACTIVITY IN THE REGION* . 490

А.К. Байдаков, Н.К. Кучукова, Р.С. Беспаева, Ж.С. Булхаирова, Б.А. Жуматаева
*ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ИНВЕСТИЦИЯЛАР ЖӘНЕ ЕҢБЕК ӨНІМДІЛІГІ: ЖАҒДАЙЫ, МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ШЕШІМДЕРІ* . . . . . 500

S.K. Zhumashbekova, B.M. Bayadilova, A.S. Koichubayev
*YOUTH MIGRATION AND THE QUALITY OF HUMAN CAPITAL* . . . . . 518

B.N. Zhabytay, A.K. Alpysbayeva, Sh. Niyazbekova, U.B. Ussupov, M.K. Makysh
*ANALYSIS OF INNOVATIVE ACTIVITY OF MACHINE-BUILDING INDUSTRY ENTERPRISES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN* . . . . . 527

Т.Б. Мукушев, Б.А. Жуматаева, А.Б. Амерханова, А.Е. Баярлин, К.Д. Кожабергенова
*ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ШАҒЫН ЖӘНЕ ОРТА КӘСІПКЕРЛІКТІ ДАМЫТУДЫ ЖАҚСАРТУ* . . 537

Б.У. Сыздыкбаева
*МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ* . . . . . 549

Б.А. Сериев, Г.А. Жакупова
*МЕМЛЕКЕТТІК ҚЫЗМЕТТЕГІ ҰЙЫМДАСТЫРУШЫЛЫҚ МӘДЕНИЕТІ: (ЖЕТІСУ ОБЛЫСЫ, ҚАРАТАЛ АУДАНЫ ӘКІМШІЛІГІ МЫСАЛЫНДА)* . . . . . 564

Zh. Kiizbayeva, A. Turegeldinova, B. Amralinova, Sh. Sarkambayeva, G.S. Mukhanova, A.T. Kazykeshova
*DESIGN THINKING: AN OVERVIEW OF NEEDFINDING IN EDUCATION* . . . . . 580

Sh. Smagulova A. Omarov, A. Alibekova, B. Omarova
*FEATURES OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT SYSTEM THE CITY OF ALMATY* . . . . . 592

Д.Н. Беделова, С.Б. Мақыш
*МЕМЛЕКЕТТІК АКТИВТЕРДІ БАСҚАРУ ТИІМДІЛІГІНІҢ АУДИТІН ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖӘНЕ ЖҮРГІЗУ ӘДІСТЕМЕСІ* . . . . . 606

A. Galymzhanova, S. Singh, Sh. Sarkambayeva, A. Boranbayeva, A.Zh. Turegeldinova
*CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN MANAGING SMART CITY PROJECTS: A CASE STUDY OF KAZAKHSTAN' S URBAN TRANSFORMATION* . . . . . 623

A.Zh. Asainov, A.K. Butkenova, K.K. Bokenchin, B.M. Bayadilova, Zh.N. Sadu
*STUDY OF THE PROBLEM OF ENSURING FOOD SECURITY OF THE COUNTRY IN CONDITIONS OF EXTERNAL ENVIRONMENT VOLATILITY* . . . . . 642

А.Н. Рыстамбаева, М.Р. Сихимбаев
*ЦИФРОВИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА* . . . . . 655

IRSTI 50.47.31; 67.15.35; 87.53.13 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-808**

# AUTOMATION OF SELECTION OF CONSTRUCTION MIX WITH ADDITIVES OF TECHNOGENIC RAW MATERIALS

**[1]K. Akishev, [1]Zh. Nurtai, [2]L. Akisheva, [1]A. Tulegulov, [3]B. Biibosunov, [4]M. Baizharikova**

*[1]Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,*
*[2]Nazarbayev Intellectual School, Astana,Kazakhstan,*
*[3]Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, Kyrgyzstan,*
*[4]Taraz Regional University named after H. Dulati, Taraz, Kazakhstan,*
*Correspondent-author:akmail04cx@mail.ru*

Today, there are a large number of programs (calculators) on the market for calculating concrete mixtures, proportions, and composition, all of which somehow calculate only traditional mixtures consisting of cement, sand, and crushed stone. Stocks of traditional raw materials are being depleted, while the amount of man-made raw materials is growing. In this regard, the additives of man-made raw materials in the composition of building mixes are increasing from year to year, which suggests that the need for them is in demand. Unfortunately, the composition of the construction mix with additives of man-made raw materials is still determined only manually, followed by calculating the mass of an ingredient, without taking into account the density of the material. In this regard, the relevance of the study lies in the need to automate the process of selecting a building mix with additives of man-made raw materials. Considering that the problem is not only practical, but also scientific, interest in it is quite high.

The purpose of the research is to develop a methodology for an automated system for selecting building mixes with additives from man-made raw materials based on the use of information technology.

The developed program allows you to select the composition of the construction mix, which includes man-made raw materials (metallurgical slag, bauxite sludge, fly ash).

Calculation results: optimal composition of the construction mix, weight, total cost of the construction mix in tenge. The calculation results are displayed in Excel form. The parameters cost, density, and number of ingredients of the construction mix can be updated using artificial intelligence technologies.

The program allows you to analyze calculation data based on visualization in the form of graphs, diagrams, and subsequent management decisions. The resulting compositions of building mixes need laboratory experiments, depending on the purpose. The efficiency of using the developed program ensures the selection of a large number of building mix formulations that are simply not possible to perform manually. The scientific novelty of the developed program consists in the development of an original algorithm and the absence of analogues of the source code, which allows obtaining both practical and scientific results.

The developed program ”Automated system for selecting the composition of a building mix with additives from man-made raw materials” can be used for practical purposes in business processes of small and medium-sized businesses, during scientific experiments (master’ s degree, doctoral degree), in the educational process of the educational program ”Information Technology”, Automation and Control, ”Building Materials”.

**Keywords:** automated system, artificial intelligence, construction mix, man-made raw materials, program, algorithm

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДБОРА СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ С ДОБАВКАМИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

**[1]К. Акишев, [1]Ж. Нуртай, [2]Л. Акишева, [1]А. Тулегулов, [3]Б. Бийбосынов, [4]М. Байжарикова**

*[1]Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*[2]Назарбаев интеллектуальная школа, г.Астана, Астана, Казахстан,*
*[3]Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева, г. Бишкек, Кыргыстан,*
*[4]Таразский Региональный университет имени Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан,*

*e-mail: akmail04cx@mail.ru*

Сегодня на рынке присутствует большое количество программ (калькуляторов) для расчета бетонных смесей, пропорций, состава, все они так или иначе рассчитывают только традиционные смеси в состав которых входят цемент, песок и щебень.

Запасы традиционного сырья истощаются, а количество техногенного сырья наоборот растет. В этой связи добавки техногенного сырья в состав строительных смесей год от года увеличиваются, что позволяет говорить о том, что потребность в них востребована. К сожалению, состав строительной смеси с добавками техногенного сырья до сих пор определяется только ручным способом, с последующим вычислением массы того или иного ингредиента, при этом не учитывается плотность материала. В этой связи актуальность исследования состоит в необходимости автоматизации процесса подбора строительной смеси с добавками техногенного сырья. Учитывая, что проблема не только практическая, но и научная, интерес к ней довольно высок.

Цель исследования заключается разработке методологии автоматизированной системы подбора строительной смеси с добавками из техногенного сырья, на основе применения информационных технологий.

Разработанная программа, позволяет подобрать состав строительной смеси в состав которой входит техногенное сырье (металлургический шлак, бокситовый шлам, зола уноса).

Результаты расчетов: оптимальный состав строительной смеси, масса, общая стоимость строительной смеси в тенге. Результаты расчета выводятся в Excel форме. Параметры стоимость, плотность, количество ингредиентов строительной смеси, могут обновляться с использованием технологий искусственного интеллекта.

Программа позволяет проводить анализ данных расчетов, на основе визуализации в виде графиков, диаграмм, с последующим принятием управленческих решений. Полученные составы строительных смесей нуждаются в лабораторных экспериментах, в зависимости от назначения. Эффективность использования разработанной программы, обеспечивает подбор большого количества рецептур строительной смеси, которые ручным способом, просто не возможно, выполнить.

Научная новизна разработанной программы состоит в разработке оригинального алгоритма и отсутствии аналогов исходного кода, позволяющего получать, как практические, так и научные результаты.

Разработанная программа «Автоматизированная система подбора состава строительной смеси с добавками из техногенного сырья», может использоваться для практических целей в бизнес процессах субъектов малого и среднего бизнеса, при проведении научных экспериментов (магистратура, докторнатура), в учебном процессе по ОП «Информационные технологии», Автоматизация и управление», «Строительные материалы».

**Ключевые слова:** автоматизированная система, искусственный интеллект, строительная смесь, техногенное сырье, программа, алгоритм

## ТЕХНОГЕНДІК ШИКІЗАТ ҚОСПАЛАРЫ БАР ҚҰРЫЛЫС ҚОСПАСЫН ІРІКТЕУДІ АВТОМАТТАНДЫРУ

**[1]К. Акишев✉, [1]Ж. Нуртай, [2]Л. Акишева, [1]А. Тулегулов, [3]Б. Бийбосынов, [4]М. Байжарикова**

*[1]К.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Назарбаев Зияткерлік мектебі, Астана, Қазақстан,*
*[3]И.Арабаев атындағы Қырғыз мемлекеттік университеті, Бішкек, Қырғызстан,*
*[4]Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан,*
*e-mail: akmail04cx@mail.ru*

Бүгінгі таңда нарықта бетон қоспаларын, пропорцияларын, құрамын есептеуге арналған көптеген бағдарламалар (калькуляторлар) бар, олардың барлығы цемент, құм және қиыршық тасты қамтитын дәстүрлі қоспаларды ғана есептейді.

Дәстүрлі шикізат қоры таусылып, техногендік шикізат мөлшері керісінше өсуде. Осыған байланысты құрылыс қоспаларының құрамына техногендік шикізат қоспалары жылдан жылға артып келеді, бұл оларға деген қажеттілік сұранысқа ие екенін айтуға мүмкіндік береді. Өкінішке орай, техногендік шикізат қоспалары бар құрылыс қоспасының құрамы осы уақытқа дейін тек қолмен анықталады, содан кейін белгілі бір ингредиенттің массасын есептейді, ал материалдың тығыздығы ескерілмейді. Осыған байланысты зерттеудің өзектілігі техногендік шикізат қоспалары бар құрылыс қоспасын таңдау процесін автоматтандыру қажеттілігінен тұрады. Мәселе тек практикалық емес, сонымен қатар ғылыми екенін ескере отырып, оған деген қызығушылық өте жоғары.

Зерттеудің мақсаты ақпараттық технологияларды қолдану негізінде техногендік шикізаттан қоспалары бар құрылыс қоспасын таңдаудың автоматтандырылған жүйесінің әдіснамасын әзірлеу болып табылады.

Әзірленген бағдарлама құрылыс қоспасының құрамын таңдауға мүмкіндік береді, оның құрамына техногендік шикізат (металлургиялық қож, боксит шламы, алып кету күлі) кіреді.

Есеп айырысу нәтижелері: құрылыс қоспасының оңтайлы құрамы, салмағы, құрылыс қоспасының теңгедегі жалпы құны. Есептеу нәтижелері Excel формасында көрсетіледі. Параметрлері құны, тығыздығы, құрылыс қоспасының ингредиенттерінің саны жасанды интеллект технологиясын қолдана отырып жаңартылуы мүмкін.

Бағдарлама графиктер, диаграммалар түрінде визуализация негізінде есептеулердің деректерін талдауға, содан кейін басқару шешімдерін қабылдауға мүмкіндік береді. Алынған құрылыс қоспаларының құрамы мақсатына байланысты зертханалық тәжірибелерді қажет етеді. Әзірленген бағдарламаны пайдалану тиімділігі құрылыс қоспасының көптеген формулаларын таңдауды қамтамасыз етеді, оларды қолмен орындау мүмкін емес.

Әзірленген бағдарламаның ғылыми жаңалығы-түпнұсқа алгоритмді әзірлеу және практикалық және ғылыми нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін бастапқы кодтың аналогтарының болмауы.

Әзірленген ”техногендік шикізаттан қоспалары бар құрылыс қоспасының құрамын іріктеудің автоматтандырылған жүйесі” бағдарламасы шағын және орта бизнес субъектілерінің бизнес процестерінде, ғылыми эксперименттер (магистратура, докторнатура) жүргізу кезінде, ”ақпараттық технологиялар”, Автоматтандыру және басқару”, ”құрылыс материалдары”ББ оқу процесінде практикалық мақсаттар үшін пайдаланылуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** автоматтандырылған жүйе, жасанды интеллект, құрылыс қоспасы, техногендік шикізат, бағдарлама, алгоритм

**Introduction.** Research related to automation of control of technological processes for the production of building materials with additives from industrial waste is described in [1-4].

Unfortunately, the scientific foundations and methodology for the production of building mixes with additives of man-made raw materials and the use of modern Industry achievements 4, information technologies have not yet been presented in Kazakhstan.

This is an urgent and demanding task that can be solved by specialists with knowledge in the field of automation and control, information technology, as well as theoretical and practical skills in using man-made raw materials in a particular industry in Kazakhstan.

The publications related to the topic of our

research are discussed below.

The article [5] examines the integration of artificial intelligence into the automated design of concrete mixes, with special emphasis on the use of computerized curves of the granulometric composition to optimize the distribution of aggregates.

Disadvantages: Lack of information on practical application and limited data on actual results.

In [6], the study is devoted to the application of optimization methods for automating the development of mixtures for 3D printing of concrete, which improves workability, strength and resistance to deformation.

Disadvantages: The difficulty in applying the proposed methods in practice and the need for specialized equipment.

[7] provides an overview of current trends in the digital transformation of concrete technologies, including the use of automation and digital tools in the process of developing mixtures.

Disadvantages: The generalized nature of the review without detailed consideration of specific technologies.

In [8], the study focuses on the use of machine learning for the probabilistic selection and design of concrete mixes, taking into account various factors, including strength and stability.

Disadvantages: The complexity of mathematical models and the need for large amounts of data for training.

The article [9] offers a holistic approach to optimizing the process from concrete mix selection to structural design, taking into account uncertainties.

Disadvantages: The high complexity of the proposed methodology and the need for an interdisciplinary approach.

The article [10] provides an overview of the application of operational research methods for the design and proportionation of concrete mixtures, suggesting a classification structure.

Disadvantages: Theoretical orientation without practical implementation examples.

The article [11] examines various aspects of 3D printing of concrete, including automation of the process and features of the selection of mixtures for printing.

Disadvantages: A generalized overview without a detailed analysis of specific technologies and methods.

In the article [12], the main comments are related to the fact that there are no detailed descriptions of technical solutions and automation methods; there is insufficient information about potential problems during implementation.

The research in the article [13] is theoretical in nature; it lacks practical examples of the implementation of artificial intelligence in real conditions.

The solutions presented in the article [14] require large computing resources; integration into existing production lines may be difficult.

The article [15] describes the general provisions related to the design work of a construction company, but does not show the ways of practical implementation of tasks.

The analysis of publications on the research topic revealed the need to develop software tools to automate the selection of building mixes with additives from man-made materials, as no solution to this problem has yet been presented. In this regard, the relevance of the research lies in the development of methodological approaches for automating the selection of building mixes with additives of man-made raw materials.

**Materials and methods.** The program code of the automated system for selecting building mixes with additives of man-made raw materials is developed in Python using several key approaches and technologies. The methodology covers the architecture of the code, the data processing methods used, calculation algorithms, as well as user interaction mechanisms and automatic data updates.

The code is based on a modular approach, which makes it easy to scale and modify functionality. Main components:

-Graphical interface (GUI) – implemented on the

basis of Tkinter, providing user interaction;

-Calculation algorithms – include calculations of the mass, cost and total percentage of the components of the mixture;

-Data update – Artificial intelligence simulation is used to dynamically change the cost and density of materials;

-Saving results – Supports exporting data to Excel using openpyxl.

The program code applies basic mathematical methods to calculate the mass and cost of the components of the construction mix:

Calculation of the mass of ingredients (formula 1):

$$M = \left(\frac{P}{100}\right) \times D \times V \quad (1)$$

where:

M- is the mass of the component (kg);

P- is the percentage of the component (%);

D- is the density of the component (kg/m$^3$);

V- is the total volume of the mixture (m$^3$).

Calculation of the cost of the construction mixture (formula 2):

$$C = M \times C_k \quad (2)$$

where:

C - the cost of a specific component (KZT);

$C_k$ -is the cost of 1 kg of the component (KZT);

M- is the calculated mass of the component.

The total cost of the mixture is calculated as the sum of the cost of all the ingredients.

The program uses artificial intelligence (AI) simulation to dynamically update the cost and density of materials. This is implemented using the random value generation method (random.uniform()), which simulates fluctuations in market prices and physical properties of materials. An example of the cost update code is shown on the program code listing 1:

***Listing of the program code 1:***

```
def get_updated_costs():
    updated_costs = {
        'Cement': random.uniform(190, 210),
        'Sand': random.uniform(28, 32),
        'Gravel': random.uniform(48, 52),
        'Slag': random.uniform(75, 85),
        'Fly␣Ash': random.uniform(65, 75),
        'Bauxite␣Mud': random.uniform(95, 105)
    }
    return updated_costs
```

The program supports the dynamic addition of new materials. This is implemented by updating the dictionaries of cost and density of ingredients see the listing of the program code 2:

***Listing of the program code 2:***

```
def add_new_material(material_name, default_density, default_cost):
    densities[material_name] = default_density
    costs[material_name] = default_cost
```

The program supports exporting calculations to Excel for further analysis, see the program code listing 3:

***Listing of the program code 3:***

```
def save_to_excel():
```

```
    workbook = openpyxl.Workbook()
    sheet = workbook.active
    sheet.append(["Material", "Mass␣(kg)", "Density␣(kg/m³)",
                  "Percentage␣(%)", "Cost␣per␣kg␣(KZT)",
                  "Total␣Cost␣(KZT)"])
    for row_id in tree.get_children():
        sheet.append(tree.item(row_id)['values'])
    workbook.save("Construction_Mix.xlsx")
```

The functionality of the program code allows users to save calculations and use them in reports.

The program code allows you to analyze data for various parameters and provide them graphically using Matplotlib, see program code listing 4.

***Listing of the program code 4:***

```
plt.plot(industrial_waste_percentages, total_costs, marker='o',
         linestyle='-')
```

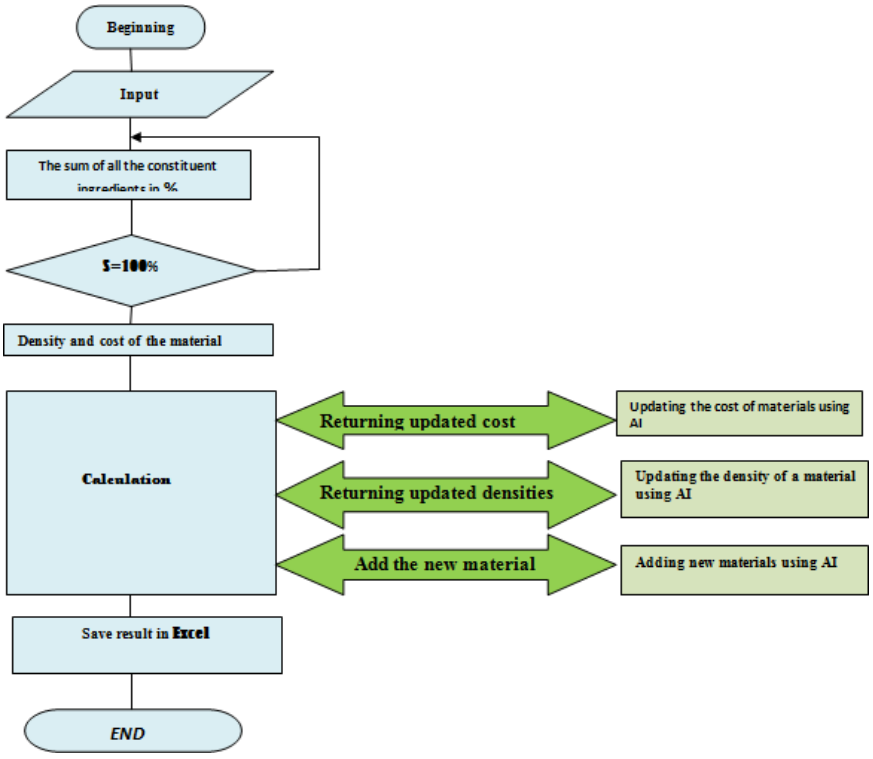



**Fig. 1 - The algorithm of the program code**

This procedure allows us to graphically assess the effect of the composition of man-made waste on the final cost of the construction mix and, based on it, determine the optimal proportions.

But here it must be understood that any calculations must be supported by laboratory experiments and field tests. The program code allows you to automate the process of selecting the composition of a building mix with additives from man-made raw materials, which in practice takes a lot of time.

The user menu of the program code is developed using theTkinter library:

-The main library for creating a graphical user interface (GUI), which allows you to build windows,

input forms, buttons, tables, labels and other interface elements.

**Results and discussion.** For the development of the program code, an algorithm was prepared, see Fig. 1, the principle of operation of which is described below.

***The algorithm works as follows:***

Data for each ingredient of the construction mix with additives of man-made raw materials is uploaded from the interface.

**1. Data initialization:**

The main() function sets the parameters for calculating the construction mix:

-the volume of the mixture (volume) in $m^3$;

-the density of the material (Material Densities) in kg / $m^3$;

-the percentage of the material (Material percentages);

-material costs (cost) per 1 kg.

2. **Mix Composition Calculation:**

-the function calculate_concrete_mix(volume, densities, percentages, costs) is called:

-a list to store mix composition data and a variable for the total cost are initialized. For each ingredient;

The function returns:

-a list of data for the mix composition;

-the total cost of the mix.

Updating data on cost, density of materials, and adding new materials is carried out using artificial intelligence.

**3. Saving Results to Excel:**

the function save_to_excel(data, file_path) performs:

-creates an Excel file;

-adds table headers;

-writes rows containing mix composition data.

Formats the table:

-adjusts column widths;

-highlights headers with bold text and centers the text;

-sets the print area, page orientation, and scaling to fit the table to one page width.

Saves the file to the specified path.

**4. Result Display:**

After saving the file, the program outputs:

-the path to the Excel file;

-the total cost of the construction mix.

**5. Program Execution:**

the program checks if it is the main module (if __name__ == ”__main__”:);

the main() function is called to perform the calculations and save the results.

Fig. 2-11 show the program code of the program ”Automated system for selecting the composition of a building mix with additives from man-made raw materials.”

```
import tkinter as tk
from tkinter import ttk
from tkinter import filedialog, messagebox
import openpyxl
import random

# AUTOMATED SYSTEM FOR SELECTING THE COMPOSITION OF BUILDING MIX WITH TECHNOLOGICAL RAW MATERIAL ADDITIVES
def calculate_mix():
    try:
        # Get input data from the interface
        volume = float(volume_entry.get())
        cement_pct = float(cement_entry.get())
        sand_pct = float(sand_entry.get())
        gravel_pct = float(gravel_entry.get())
        slag_pct = float(slag_entry.get())
        fly_ash_pct = float(fly_ash_entry.get())
        bauxite_mud_pct = float(bauxite_mud_entry.get())
```

**Fig. 2 - Program code (Data entry)**

```
        # Ensure the total percentage equals 100
        total_pct = cement_pct + sand_pct + gravel_pct + slag_pct + fly_ash_pct + bauxite_mud_pct
        if total_pct != 100:
            messagebox.showerror("Error", "Total percentage must be equal to 100!")
            return
```

**Fig. 3 - Program code (Verification of compliance with the percentage of the building mix)**

```
        # Material densities and costs
        densities = get_updated_densities()
        costs = get_updated_costs()

```

**Fig. 4 - Program code (Functions for determining the density and cost of the material)**

```
        # Calculation
        percentages = {'Cement': cement_pct, 'Sand': sand_pct, 'Gravel': gravel_pct, 'Slag': slag_pct,
                       'Fly Ash': fly_ash_pct, 'Bauxite Mud': bauxite_mud_pct}
        total_cost = 0
        for material, percentage in percentages.items():
            mass = (percentage / 100) * densities[material] * volume
            cost = mass * costs[material]
            total_cost += cost

        total_label.config(text=f"Total Cost: {round(total_cost, 2)} KZT")
    except ValueError:
        messagebox.showerror("Error", "Please enter valid numbers!")
```

**Fig. 5 - Program code (Calculation)**

```
# Function to get updated costs using a simulated AI model
def get_updated_costs():
    # Simulate AI-generated costs for materials
    updated_costs = {
        'Cement': random.uniform(190, 210),  # Simulated fluctuation in cost
        'Sand': random.uniform(28, 32),
        'Gravel': random.uniform(48, 52),
        'Slag': random.uniform(75, 85),
        'Fly Ash': random.uniform(65, 75),
        'Bauxite Mud': random.uniform(95, 105)
    }
    return updated_costs
```

**Fig. 6 - Program code (Updating ingredients using AI)**

```
# Function to get updated densities using a simulated AI model
def get_updated_densities():
    # Simulate AI-generated densities for materials
    updated_densities = {
        'Cement': random.uniform(1350, 1450),  # Simulated fluctuation in density
        'Sand': random.uniform(1550, 1650),
        'Gravel': random.uniform(1450, 1550),
        'Slag': random.uniform(1150, 1250),
        'Fly Ash': random.uniform(750, 850),
        'Bauxite Mud': random.uniform(950, 1050)
    }
    return updated_densities
```

**Fig. 7 - Program code (Updating the density of the material using AI)**

```python
# Function to add a new material dynamically
def add_new_material(material_name, default_density, default_cost):
    densities = get_updated_densities()
    costs = get_updated_costs()

    # Add the new material with default values
    densities[material_name] = default_density
    costs[material_name] = default_cost

    # Notify user
    messagebox.showinfo("New Material Added", f"Material '{material_name}' has been added with Density: {default_
```

**Fig. 8 - Program code (Adding new materials)**

```python
# Function to save results to Excel
def save_to_excel():
    file_path = filedialog.asksaveasfilename(defaultextension=".xlsx", filetypes=[("Excel files", "*.xlsx")])
    if not file_path:
        return
    workbook = openpyxl.Workbook()
    sheet = workbook.active
    sheet.title = "Construction Mix"
```

**Fig. 9 - Program code (Conversion of calculation results to Excel)**

```python
# Creating the main window
root = tk.Tk()
root.title("Construction Mix Calculator")
root.geometry("1000x700")

# Input fields
input_frame = tk.Frame(root)
input_frame.pack(pady=10)

tk.Label(input_frame, text="Volume (m³):").grid(row=0, column=0, padx=5, pady=5)
volume_entry = tk.Entry(input_frame)
volume_entry.grid(row=0, column=1, padx=5, pady=5)

# Cement
cement_frame = tk.LabelFrame(input_frame, text="Cement")
cement_frame.grid(row=1, column=0, columnspan=3, padx=10, pady=5)
tk.Label(cement_frame, text="Percentage (%):").grid(row=0, column=0, padx=5, pady=5)
cement_entry = tk.Entry(cement_frame)
cement_entry.grid(row=0, column=1, padx=5, pady=5)

# Similarly define frames for Sand, Gravel, Slag, Fly Ash, and Bauxite Mud...
```

**Fig. 10 - Program code (Creating windows)**

```python
# Run the application
root.mainloop()
```

**Fig. 11 - Program code (program launch)**

Figure 12 shows the menu interface of the program ”Automated system for selecting the composition of a building mix with additives from man-made raw materials.”

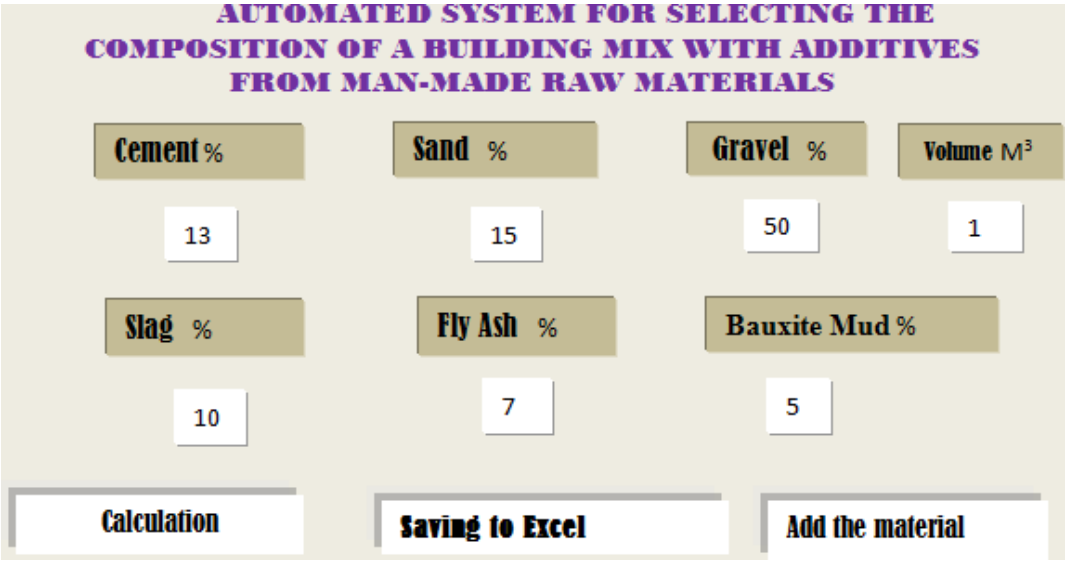



**Fig. 12 - Menu interface of the program "Automated system for selecting the composition of a building mix with additives from man-made raw materials"**

**Table 1 - The results of calculating the selection of the building mix**

| Material | Percentage (%) | Density (kg/m$^3$) | Cost per kg (KZT) | Mass (kg) | Total Cost (KZT) |
|---|---|---|---|---|---|
| Cement | 13 | 1400 | 200 | 182 | 36400 |
| Sand | 15 | 1600 | 30 | 240 | 7200 |
| Gravel | 50 | 1500 | 50 | 750 | 37500 |
| Slag | 10 | 1200 | 80 | 120 | 9600 |
| Fly Ash | 7 | 800 | 70 | 56 | 3920 |
| Bauxite Mud | 5 | 1000 | 100 | 50 | 5000 |

User interaction with the program

1. Program launch:

the user launches the file. A window opens with fields for data entry.

2. Data entry:

The user enters:

the volume of the mixture (m3);

the percentage of each ingredient.

If necessary, you can add new ingredients.

3. Performing the calculation:

-clicking on the "Calculate" button starts the calculation.

Saving the results:

-the user clicks the "Save to Excel" button to save the results to a file.

4. Adding new ingredients:

with the "Add Material" button, the user adds the ingredients that need to be used in calculations.

Program operation:

The user enters:

Volume: 1 m3.

-cement: 13%;

- sand: 15%;

-Crushed stone: 50%;

-slag: 10%;

-fly ash: 7%;

-Bauxite sludge: 5%.

Presses the ”Calculate” button. The program:

-verifies the correctness of the data;

-calculates the mass and cost of each ingredient.

-Determines the total cost of the construction mix depending on the percentage composition.

Clicks ”Save to Excel”:

The program:

creates an Excel file and saves the data.

The results of calculating the selection of the building mix are presented in Table 1.

If necessary, the user can add a new ingredient by clicking the ”Add Material” button. Table 2 shows the calculation results for the percentage composition with other numerical values.

**Table 2 - Results of calculating the selection of the construction mixture**

| Material | Percentage (%) | Density (kg/m$^3$) | Cost per kg (KZT) | Mass (kg) | Total Cost (KZT) |
|---|---|---|---|---|---|
| Cement | 14 | 1400 | 200 | 196 | 39200 |
| Sand | 16 | 1600 | 30 | 256 | 7680 |
| Gravel | 40 | 1500 | 50 | 600 | 30000 |
| Slag | 15 | 1200 | 80 | 180 | 14400 |
| Fly Ash | 10 | 800 | 70 | 80 | 5600 |
| Bauxite Mud | 5 | 1000 | 100 | 50 | 5000 |

The program code has the ability to analyze data for different building mix compositions. In particular, Fig. 13 shows a graph of the effect of the percentage of man-made raw materials and building mixes on its cost.

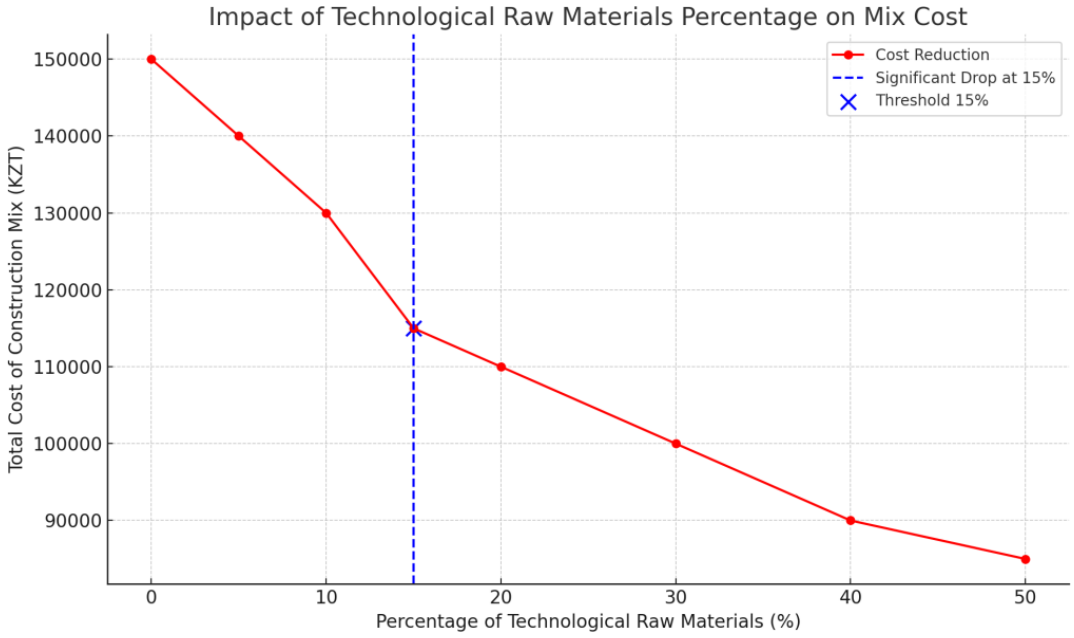



**Fig. 13 - Graph of the effect of the percentage composition of the building mix on its cost**

As can be seen from the graph, when the composition of man-made raw materials reaches 15%, there is a significant reduction in the cost of the construction mixture.

If necessary, various types of analysis can be obtained related to the study of building mixes obtained as a result of automated selection.

**Conclusion.** The proposed development methodology and the developed program code are based on a flexible and modular approach that allows automating the selection of building mixes using man-made raw materials.

The scientific approach of the proposed methodology is based on:

- the use of mathematical modeling methods that ensure high accuracy of calculations;

- realization of artificial intelligence capabilities for updating information data;

-obtaining data analysis based on graphical representation of the results of calculating the composition of the construction mixture with additives of man-made raw materials.

The scientific novelty of the developed program consists in the development of an original algorithm and the absence of analogues of the source code, which allows obtaining both practical and scientific results.

The developed program ”Automated system for selecting the composition of a building mix with additives from man-made raw materials” can be used for practical purposes in business processes, small and medium-sized businesses, during scientific experiments (master’ s degree, doctoral studies), in the educational process of the educational program ”Information Technology”, Automation and Control, ”Building Materials”.

The effectiveness of the developed program is incomparable with the manual selection of a building mix and takes this process to a new level.

## References

1.Akishev K. Inzhenernoe modelirovanie clozhnikh tekhnologicheskikh sistem (proizvodstvo stroitelnikh izdelii s ispolzovanien tekhnogennikh otkhodov. [Engineering modeling of complex technological systems (production of construction products using man-made waste)]. Lantar books Publishing House, Almaty, 2023.-142s, 500 copies. ISBN 978-601-361-254-6 [in Russian]

2. Akishev K and other**.** The use of simulation modeling in calculating the productivity of the technological system for the production of building products with fillers from man-made waste// NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.- Series of geology and technical sciences.-2024.-Vol. 4. (466)- P. 22–32. DOI 10.32014/2024.2518-170X.422

3. Akishev K and other. Evaluation of the efficiency of the technological process for the production of building products with fillers from metallurgical slag//Metalurgija.-2024.-63(2).- P. 267–27.

4. Akishev K and other**.** Information technologies in the management of technological processes for the production of building products// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.- 2024.- 1(2(127).- P. 66–73. DOI 10.15587/1729-4061.2024.298480

5. Chetan G. Kanapure and other. Interdisciplinary Approaches to AI, Internet of Everything, and Machine Learning (2024).-pp.567-586). -Artificial Intelligence in Automated Concrete Mix Design Using Computerized Grading Curves**.** DOI10.4018/979-8-3373-1032-9.ch036

6. Vasileios Sergis, Claudiane M. Automating Mix Design for 3D Concrete Printing Using Optimization Methods.- Digital Discovery.-2022.-Vol.1(7).-P. 645-657. DOI 10.1039/D2DD00040G

7. Yaser Gamil and other. Frontier in Builit EnvironmentDigital Transformation of Concrete Technology –A Review. -Sec/ Sustainable Design and Constraction. -2022.-Vol.8 DOI 10.3389/fbuil.2022.835236

8.Jessica C. Forsdyke and other. Probabilistic Selection and Design of Concrete Using Machine Learning// Data-Centric Engineering.- 2023.-Vol.4. DOI 10.1017/dce.2023.5

9. Atul Agrawal and other. From Concrete Mixture to Structural Design A Holistic Optimization Procedure in the Presence of Uncertainties.// Data-centric-engineering.-2023.e20. DOI 10.1017/dce.2024.18

10. Atul Agrawal and other. Data-centric-engineering.(2023) ”From Concrete Mixture to Structural Design A Holistic Optimization Procedure in the Presence of Uncertainties” . Начало формы

11.Anna Corolina Rosa and other. Use of Operational Research Techniques for Concrete Mix Design:A systematic review.// Heliyon.- 2023.-Vol.9(4):e15362 DOI 10.1016/j.heliyon.2023.e15362

12. Haidong Tu and other. 16 (2023) . Recent advancements and future trends in 3D concrete printing using waste materials// Developments in the Built Environment.-2023.-Vol.16;100187 DOI 10.1016/j.dibe.2023.100187

13. Egor Popello, Victoria GurievAutomation of the concrete mix preparation process as a means to improve production efficiency//Matec Web of Conferences.-2017.-Vol.129: 05003 DOI 10.1051/matecconf/201712905003

13. S. Barbhuiya.Artificial Intelligence in Concrete Mix Design: Advances, Applications, and Challenges, 2023 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT). DOI 10.1109/3ICT60104.2023.10391485

14. Max Coenen and other. ”Computer Vision as Key to an Automated Concrete Production Control.2024.-P.26-33. Proceedings of the 41st ISARC, Lille, France. ISBN 978-0-6458322-1-1, ISSN 2413-5844. DOI 10.22260/ISARC2024/0005

15. Santalova M.S., Soklakova I. V., Gorlov V.V., Muza U.A. Avtomatizaciya proektnikh rabot v stroitelnoi kompanii v usloviyakh cifrovizacii// Cifrivaya ekonomika.-2021.-T.14.№2(53).-S.51-57. DOI 10.29030/2309-2076-2021-14-2-21-57. [in Russian]

***Information about the authors***

Akishev K. M. - Candidate of Technical Sciences, Ass. Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e -mail:akmail04cx@mail.ru;

Tulegulov A. D.- Candidate of physics and mathematics Sciences, Ass. Professor, Kazakh University of Technology and Business named after. K. Kulazhanov,Astana, Kazakhstan,e-mail:tud62@yandex.ru;

Nurtai Z.T. - Ph.D., Ass. Professor, Kazakh University of Technology and Business named after. K. Kulazhanov,Astana, Kazakhstan, e-mail: zhadira_nurtai@mail.ru;

Akisheva L.- Nazarbayev Intellectual School, Astana, Republic of Kazakhstan, e-mail: L. Ak@mail.ru;

Biybosunov B.I.-Doctor of Physico-mathematical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: b.biibosunov@mail.ru;

Baizharikova M.M.-Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan, e-mail:marina2288@mail.ru

***Информация об авторах***

Акишев К. М. -к.т.н., асс. профессор, Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail:akmail04cx@mail.ru;

Нуртай Ж.Т. - доктор PhD, асс. профессор, Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова,

Астана, Казахстан, e-mail: zhadira_nurtai@mail.ru

Акишева Л. -Назарбаев интеллектуальная школа, г. Астана, Казахстан, e-mail: L.Ak@mail.ru;

Тулегулов А. Д.- к.ф.м.н., асс. профессор, Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан: e-mail:tud62@yandex.ru;

Бийбосынов Б.И.-д.ф.-м.н, д.т.н., профессор, Кыргызский Государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, Кыргызстан, e-mail:b.biibosunov@mail.ru;

Байжарикова М.М.-к.т.н., ассоциированный профессор, Таразский Региональный университет, Тараз, Казахстан, e-mail: marina2288@mail.ru

МРНТИ 28.17.19 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-878**

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ СЕЛЕВОГО ПРОРЫВА С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОЕМА

**[1]А.Т. Мазакова, [1]Ш.А. Джомартова, [2]Б.М. Мазакова, [3]М.С. Алиаскар, [1]Е.К. Мергенгали, [1,3]Т.Ж. Мазаков, [4]А.Т. Досаналиева, [5]А.Д. Майлыбаева**

*[1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,*
*[2]Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан,*
*[3]Международный инженерно-технологический университет, Алматы, Казахстан,*
*[4]Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан,*
*[5]Атырауский университитет имени Х. Досмухамедова*

*Корреспондент-автор: tmazakov@mail.ru*

Весной 2010 года в Алматинской области, в 2014 году в Карагандинской области, а также в начале 2024 года в северных регионах Казахстана произошли разрушительные наводнения, сопровождавшиеся человеческими жертвами и значительным ущербом. Эти события подчеркнули необходимость создания эффективных систем мониторинга для гидротехнических сооружений.

Современные системы мониторинга гидрологической ситуации на водоемах позволяют заранее выявлять потенциальные угрозы для человека и окружающей среды. Основная цель мониторинга заключается в предоставлении точных данных, необходимых для прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Проектирование таких систем включает разработку и анализ математических моделей, способных в режиме реального времени рассчитывать объем воды, который может вместить водоем, а также предсказывать момент его заполнения и угрозы прорыва плотины. Применение таких систем способствует принятию оперативных мер по обеспечению экологической безопасности.

В данной работе представлена система прогнозирования, способная оценивать последствия селевых прорывов. Разработанная система базируется на методах математического моделирования. В отличие от аналогов, предложенная модель учитывает, как параметры водоема, так и особенности русла реки.

Для внедрения системы в практику создано программное обеспечение на языке Python. Проведенные эксперименты показали, что модель достоверно отражает реальные условия и может успешно применяться в различных сценариях.

**Ключевые слова:** бьеф, математическая модель, плотина, прогнозирование, сель.

# СУ ОБЪЕКТІНІҢ СИПАТТАРЫН ЕСКЕ АЛУ МЕН СЕЛДІҢ САЛДАРЫН БОЛЖАУ

**[1]Ә.Т. Мазақова, [1]Ш.А. Джомартова, [2]Б.М. Мазакова, [3]М.С. Әлиасқар, [1]Е.К. Мергенгали, [1,3]Т.Ж. Мазақов, [4]А.Т. Досаналиева, [5]А.Д.Майлыбаева**

*[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[2]Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,*
*[3]Халықаралық инженерлік және технология университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[4]Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[5]Досмұхамедов атындағы Атырау университеті,*
*e-mail: tmazakov@mail.ru*

2010 жылдың көктемінде Алматы облысында, 2014 жылы Қарағанды облысында, ал 2024 жылдың басында Қазақстанның солтүстік облыстарында адам шығынымен және айтарлықтай шығынмен қатар жүретін жойқын су тасқыны болды. Бұл іс-шаралар гидротехникалық құрылыстарды бақылаудың тиімді жүйелерінің қажеттілігін көрсетті.

Су объектілеріндегі гидрологиялық жағдайды бақылаудың заманауи жүйелері адам мен қоршаған ортаға ықтимал қауіптерді алдын ала анықтауға мүмкіндік береді. Мониторингтің негізгі мақсаты

– төтенше жағдайларды болжауға қажетті нақты мәліметтерді қамтамасыз ету. Мұндай жүйелерді жобалау нақты уақыт режимінде резервуар ұстай алатын су көлемін есептеуге, сондай-ақ оны толтыру сәтін және бөгеттің бұзылу қаупін болжауға қабілетті математикалық модельдерді әзірлеуді және талдауды қамтиды. Мұндай жүйелерді пайдалану экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша жедел шараларды қабылдауға ықпал етеді.

Бұл жұмыста селдің салдарын бағалауға қабілетті болжау жүйесі ұсынылған. Әзірленген жүйе математикалық модельдеу әдістеріне негізделген. Өзінің аналогтарынан айырмашылығы, ұсынылған модель су қоймасының параметрлерін де, өзен арнасының ерекшеліктерін де ескереді.

Жүйені тәжірибеге енгізу үшін Python тілінде бағдарламалық жасақтама жасалды. Жүргізілген эксперименттер модель нақты жағдайларды сенімді түрде көрсететінін және әртүрлі сценарийлерде сәтті қолданыла алатынын көрсетті.

**Түйін сөздер:** бассейн, математикалық модель, бөгет, болжау, сел.

## FORECASTING THE CONSEQUENCES OF A MUDFLOW TAKING INTO ACCOUNT THE CHARACTERISTICS OF THE WATER BODY

**[1]A.T. Mazakova, [1]Sh.A. Jomartova, [2]B.M. Mazakova, [3]M.S. Aliaskar, [1]Y.K. Mergengali, [1,3]T.Zh. Mazakov✉, [4]A.T.Dossanalyieva, [5]A.D.Mailybayeva**

*[1]Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,*
*[2]Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan,*
*[3]International Engineering and Technology University, Almaty, Kazakhstan,*
*[4]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*
*[5]Atyrau University named after Kh. Dosmukhambetov,*
*e-mail: tmazakov@mail.ru*

In the spring of 2010 in the Almaty region, in 2014 in the Karaganda region, and in early 2024 in the northern regions of Kazakhstan, devastating floods occurred, accompanied by human casualties and significant damage. These events emphasized the need to create effective monitoring systems for hydraulic structures.

Modern systems for monitoring the hydrological situation on water bodies allow early detection of potential threats to humans and the environment. The main goal of monitoring is to provide accurate data necessary for forecasting emergency situations. Designing such systems includes the development and analysis of mathematical models capable of calculating in real time the volume of water that a water body can hold, as well as predicting the moment of its filling and the threat of a dam break. The use of such systems facilitates the adoption of prompt measures to ensure environmental safety.

This paper presents a forecasting system capable of assessing the consequences of mudflows. The developed system is based on mathematical modeling methods. Unlike analogues, the proposed model takes into account both the parameters of the reservoir and the features of the river bed.

To implement the system in practice, software was created in Python. The experiments showed that the model reliably reflects real conditions and can be successfully applied in various scenarios.

**Keywords:** pool, mathematical model, weir, forecasting, mudflow.

**Актуальность.** За последнее столетие в мире произошло множество катастроф, связанных с разрушением гидротехнических сооружений, которые сопровождались человеческими жертвами и значительными экономическими потерями.

Одной из наиболее трагических стала авария на плотине Сент-Франсис в Калифорнии, произошедшая в марте 1928 года, когда погибло более 600 человек. В 1963 году обрушение горного массива в водохранилище Вайонт (Италия) вызвало гигантские волны высотой до 70 метров, которые разрушили четыре населенных пункта и

привели к гибели 4400 человек. Наводнение в Краснодарском крае в июле 2002 года, повлекшее разрушение гидроузла, стало причиной гибели 114 тысяч человек и нанесло экономический ущерб, оцененный в 15 миллиардов рублей [1-2].

17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС произошла крупная авария, унесшая жизни 75 человек. В результате были серьезно повреждены оборудование и инфраструктура станции. Авария вызвала негативные изменения в экологической ситуации прилегающей акватории, а также оказала значительное влияние на социально-экономическое состояние региона и страны в целом [3].

Современные мониторинговые системы должны обеспечивать постоянное наблюдение за природными и техногенными процессами, чтобы заранее выявлять потенциальные угрозы для жизни человека и окружающей среды. Основная задача мониторинга заключается в предоставлении точной информации, необходимой для прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Для этого необходимо объединять интеллектуальные, информационные и технологические ресурсы различных организаций и ведомств, отвечающих за мониторинг специфических опасностей.

Проектирование мониторинговых систем требует разработки и анализа математических моделей, способных в реальном времени определять объем воды, который может вместить водоем, а также прогнозировать время до его заполнения (до уровня гребня плотины). Эти данные являются критически важными для своевременного предупреждения населения и органов власти, что позволяет оперативно принимать меры по обеспечению экологической безопасности.

Таким образом, исследования, направленные на разработку математических моделей для оценки прорыва дамб и создание надежных средств защиты информации, остаются весьма актуальными.

**Введение.** В Казахстане насчитывается 1665 гидротехнических сооружений, включая 319 водохранилищ объемом более 1,0 млн м$^3$. Из них в республиканской собственности находится 83 объекта, в коммунальной – 200, в частной – 34, а 60 водохранилищ являются бесхозяйными. Среди 443 плотин 32 находятся в республиканской собственности, 346 – в коммунальной, 45 – в частной, а 20 остаются бесхозяйными. Также эксплуатируются 125 дамб и 778 других гидротехнических сооружений.

Среди крупных водохранилищ выделяются Астанинское (1970 г., объем 410,9 млн м$^3$), Селетинское (1965 г., 230 млн м$^3$), Каргалинское (1975 г., 280 млн м$^3$), Бартогайское (1982 г., 320 млн м$^3$), Капшагайское (1970 г., 18 560 млн м$^3$), Терс-Ащибулакское (1963 г., 158,6 млн м$^3$), Таоткельское (1974 г., 620 млн м$^3$), Самаркандское (1939 г., 253,7 млн м$^3$), Верхне-Тобольское (1972 г., 816,6 млн м$^3$), Каратомарское (1965 г., 586 млн м$^3$), Бугуньское (1967 г., 370 млн м$^3$) и другие.

Большинство водохранилищ и гидроузлов (около 60%) находятся в коммунальной собственности, в том числе на балансе Казводхоза, а около 20% объектов принадлежат отделам сельского хозяйства акиматов. Эта ситуация указывает на нерешенность вопроса об окончательной принадлежности данных объектов. В течение последних 10–15 лет около 20% водохранилищ были переданы в аренду частным лицам, преимущественно для нужд сельского хозяйства, рыбоводства и рекреации. Однако только в отдельных случаях аренда приносит положительные результаты, поскольку частным арендаторам часто не хватает средств для ремонта ключевых сооружений [4].

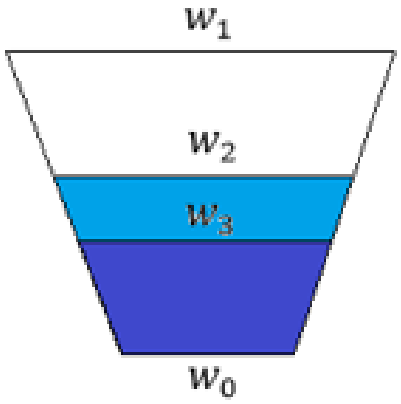



**Рис. 1 - Вид водоема со стороны плотины**

Весной 2010 года в Алматинской области произошло разрушительное наводнение, вызванное прорывом плотины, повлекшее человеческие жертвы и масштабные разрушения. Подобное трагическое событие повторилось в 2014 году в Карагандинской области. Эти катастрофы стали серьезным предупреждением для страны и подчеркнули важность предотвращения таких ситуаций в будущем [5].

**Материалы и методы.** В математической модели рассмотрен трапецеидальный тип водоема, вид которого со стороны плотины представлен на рисунке 1.

Введем следующие обозначения [6-8]:

$\Delta T$- временной шаг отсчета (в часах);

$l$ - длина водоема (в метрах)

$\omega_0$ , $S_0$ - ширина и площадь водоема по основанию;

$\omega_1$ , $S_1$ - ширина и площадь водоема по уровню гребня плотины;

$\omega_2$ , $S_2$ - ширина и площадь водоема по поверхности воды;

$\omega_3$ , $S_3$ - ширина и площадь водоема по верхней точки прорана в плотине;

$V_0$ – общий объем водоема;

$V_1$ – незаполненный объем водоема;

$V_2$ – объем водоема от поверхности воды до верхней точки прорана в плотине;

$V_3$ – объем водоема от нижней до верхней точки прорана в плотине;

$\Delta V_1$ - объем воды поступившей в водоем за время $\Delta T$;

$\Delta V_2$ - объем воды вытекший из водоема за время $\Delta T$;

$\Delta V$ - разница между объемами вытекшей и поступившей воды за время $\Delta T$;

$h_0$- высота плотины;

$h_1$ - расстояние от гребня плотины до поверхности воды;

$h_2$- расстояние от поверхности воды до верхней точки прорана в плотине;

$h_{pr}$ - высота прорана в плотине;

$\omega_{pr}$- ширина прорана в плотине.

Так как параметры $h_0$ , $h_{pr}$ являются постоянными, $h_1$ и $h_2$ изменяются по времени, то введем обозначения $h_{1,k}$ и $h_{2,k}$ , где индекс к означет значение соответствующего параметра в момент времени $T_k$.

Тогда справедливы формулы

$$\begin{aligned} h_0 - h_{pr} &= h_{1,k} + h_{2,k}, \\ V_0 - V_3 &= V_{1,k} + V_{2,k} \end{aligned} \quad (1)$$

Длина водоема $l$ , ширина водоема по основанию $\omega_0$ и гребню плотины $\omega_1$, высота $h_0$, ширина и высота прорана $h_{pr}$ , $\omega_{pr}$ известны и являются постоянными. Также предполагается постоянным объем воды $\Delta V_1$, поступившей в водоем за время $\Delta T$.

Тогда ширина водоема по верхней точки прорана в плотине могут быть вычислены по формулам

$$\omega_3 = (\omega_1 * h_0 + (\omega_0 - \omega_1) * (h_0 - h_{pr}))/h_0 \quad (2)$$

Площади поверхностей $S_0$, $S_1$ $S_3$ также являются неизменными и могут быть вычислены:

$$S_i = l * \omega_i, \quad i = 0, 1, 3 \quad (3)$$

Следовательно могут быть вычислены некоторые объемы

$$\begin{aligned} V_0 &= (1/3) * h_0 * \left(S_1 + \sqrt{S_1 * S_0} + S_0\right), \\ V_3 &= (1/3) * h_{pr} * \left(S_0 + \sqrt{S_0 * S_3} + S_3\right) \end{aligned} \quad (4)$$

Так как расстояние до поверхности воды изменяется во времени, то ширина и площадь водоема, а также некоторые изменяемые объемы на уровне поверхности воды в момент времени $T_k$ могут быть вычислены по формулам

$$\omega_{2,k} = (\omega_1 * h_0 + (\omega_0 - \omega_1) * h_{1,k})/h_0,$$
$$S_{2,k} = l * \omega_{2,k}$$
$$V_{1,k} = (1/3) * h_{1,k} * \left(S_1 + \sqrt{S_1 * S_{2,k}} + S_{2,k}\right),$$
$$V_{2,k} = (1/3) * h_{2,k} * \left(S_{2,k} + \sqrt{S_{2,k} * S_3} + S_3\right) \quad (5)$$

$\Delta V_{2,k}$ - объем воды вытекший из водоема за время $\Delta T$ может быть вычислен в соответствии с гидравлическим законом Торричелли по формуле

$$\Delta V_{2,k} = Q * \Delta T = h_{pr} * \omega_{pr} * \sqrt{2 * g * h_{2,k}} \quad (6)$$

Обозначим через $\Delta V = \Delta V_{2,k} - \Delta V_1$ - разница между вытекшей и прибывшей водой в водоем. Тогда справедливы следующие соотношения

$$V_{1,k+1} = V_{1,k} + \Delta V, \quad V_{2,k+1} = V_{2,k} - \Delta V \quad (7)$$

Кроме того, информативным является вычисляемый параметр $\Delta h_k$- высота, на которую ожидается опускание воды за последующий интервал времени.

Введем обозначения:

$$x = \Delta h_k$$

Тогда ширина водоема на уровне роверхности в последующий момент времени $T_{k+1} = T_k + \Delta T$ может быть вычислена

$$\omega_x = (\omega_1 * h_0 + (\omega_0 - \omega_1) * (h_1 + x))/h_0,$$
$$S_x = l * \omega_x \quad (8)$$

Тогда ожидаемый расход воды $x$ за последующий период времени находится из решения следующего нелинейного уравнения уравнения

$$x * \left(S_2 + \sqrt{S_2 * S_x} + S_x\right) = 3 * \Delta V \quad (9)$$

Ввиду сложности уравнения (9) не может быть найдено аналитическое выражение для $x$. В этой связи для вычисления ожидаемого поднятия воды $x$ применен численный метод дихотомии.

Введем функции:

$$s(x) = \left(\omega_1 * h_0 + (\omega_0 - \omega_1) * (h_1 + x)\right) * l/h_0, \quad (10)$$

$$g(x) = S_2 + \sqrt{S_2 * s(x)} + s(x), \quad (11)$$

$$f(x, y) = x * g(y) - 3 * \Delta V \quad (12)$$

Тогда для определения ожидаемого опускания поверхности воды предлагаются метод «дихотомии» нахождения параметра $x_k$ :

Шаг 1. Пусть $x_0 = 0$

$\varepsilon = 0.01$ – заданная точность вычисления.

Присвоим $x^l = h^0$, $x^p = h_0$

Шаг 2. Пусть $x_k = (x^l + x^p) * 0.5$

Вычисляем значение функции $f(x_k, x_k)$ по формуле (12).

Если значение функции $f(x_k, x_k)$ меньше 0, то переходим к шагу 3.

Определим новую левую границу $x^l = x_k$

Переход к шагу 4.

Шаг 3. Определим новую правую границу $x^p = x_k$

Шаг 4. Найдем точность вычисления

$r = abs\left(x^l - x^p\right)$

Если $r \le \varepsilon$ то переход к шагу 5, иначе переход к шагу 2.

Шаг 5. Результат вычисления в $x_k$

В результате работы алгоритма вычисляется значение высоты на которую опустилась поверхность воды в водоеме.

Максимальная высота волны $h_{\max}$ ищется в виде

$$h_{\max} = \alpha_0 * \left(\left(h_{pr} * \omega_{pr}\right)^{\alpha_1} h_2^{\alpha_2} V_2^{\alpha_3} \cos\theta\right)/L^{\alpha_4}, \quad (13)$$

где $\theta$ - *угол наклона рельефа местности на расстоянии* $L$

В формуле (13) все коэффициенты $\alpha_i > 0, i = \overline{0,4}$

На основе имеющейся информации о происшедших прорывах, подготовлены 30 вариантов параметрических данных. На основе этой информации получена следующая формула:

$$h_{\max} = 0,000134 * \left(\left(h_{pr} * \omega_{pr}\right)^{0,32} h_2^{0,55} V_2^{0,4} \cos(\theta)\right)/L^{0,4} \quad (14)$$

**Рис. 2 - Расположение водоема и села Кызылагаш**

В формуле (14) объем водохранилища ($V_2$ ) и высота до поверхности воды $h_2$ изменяются по времени; расстояние от створа плотины до точки наблюдения (L) зависит от координат наблюдаемой точки.

***Примечание.*** Полученная в работе (14) формула имеет следующие границы применимости (связанные с методикой его обоснования): объем водохранилища ($V_2$) – от 3 млн.м$^3$ и выше; высота плотины ($h_0$) – от 3 м и выше; расстояние от створа плотины до створа наблюдения (L) – от 3 м и выше. Указанные ограничения не препятствуют практическим интересам.

**Обсуждение и результаты.** Отсчет ведется каждые полчаса:

$$\Delta T = 0.5 \text{ часа} = 30 \text{ минут}$$

Все дальнейшие расчеты моделируют события, произошедшие в селе Кызылагаш Алматинской области 11 и 12 марта 2010 года. На рисунке 2 представлено расположение села до указанной катастрофы. Дамба высотой 45 метров была рассчитана на хранение 42 миллионов кубометров воды.

На основе разработанной автоматизированной системы была выполнена модель событий, произошедших 11- 12 марта 2010 года в селе Кызылагаш. По данным Алматинского департамента по чрезвычайным ситуациям, авария произошла вследствие сильного дождя и повышения температуры воздуха. Эти условия привели к движению льда и спровоцировали образование селевых потоков.

Ситуация, развившаяся в селе Кызылагаш, была смоделирована с использованием формулы (14) и представлена на рисунке 3.

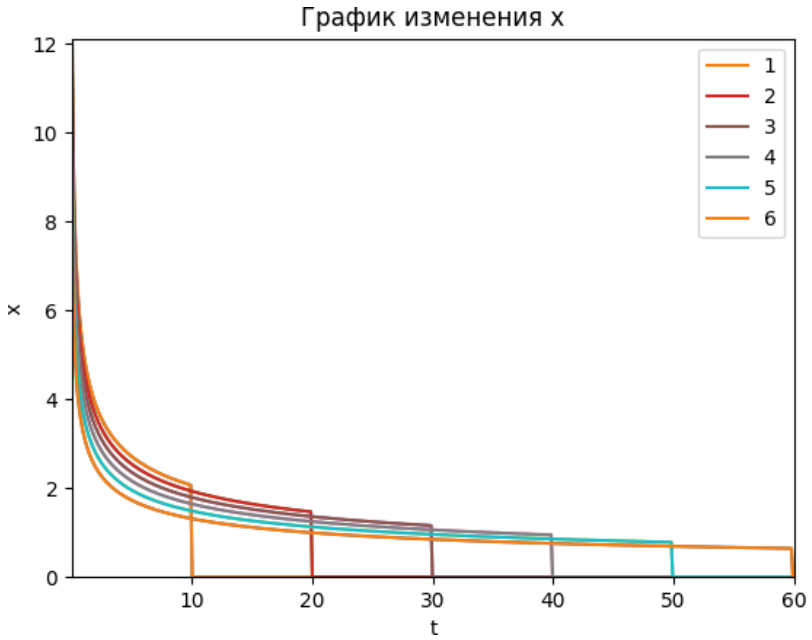



**Рис. 3 - График максимальной волны прорыва в с.Кызылагаш**

Согласно данным на рисунке, волна прорыва, достигшая села Кызылагаш в течение одного часа, имела высоту 1.5 метра. За этот же промежуток времени высота волны, выходящей из водоема, снизилась с 12 метров до 7 метров.

Таким образом, результаты численного моделирования подтверждаются фактическими данными, зафиксированными в ходе события.

**Выводы.** В рамках проведенного исследования достигнуты следующие результаты:

1. разработана математическая модель для прогнозирования последствий прорыва плотины. Создан алгоритм расчета максимального уровня волны прорыва, учитывающий различные параметры гидротехнического сооружения. Предложенный подход отличается высокой практической значимостью по сравнению с существующими методами;

2. на языке Python создан программно-аппаратный комплекс (ПАК) для мониторинга и прогнозирования последствий прорыва плотины;

3. на основе решения модельной задачи подтверждена эффективность разработанного ПАК. В качестве практической основы была использована ситуация, произошедшая в селе Кызылагаш Алматинской области Республики Казахстан;

4. полученные результаты могут быть использованы для поддержки принятия решений в

органах управления водохозяйственной отрасли Казахстана. Предложенные методика и технологии обеспечивают качественно новый подход к задачам мониторинга водных ресурсов, выявлению явлений, способствующих чрезвычайным ситуациям, и оценке их последствий.

***Финансирование**. Работа выполнена за счет средств НИИ математики и механики при КазНУ имени аль-Фараби и грантового финансирования научных исследований на 2023–2025 годы по проекту AP19678157.*

## Литература

1.Хамутова М.В., Кушников В.А. Математическая модель прогнозирования последствий наводнений//Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия управление, вычисл. техн. информ.- 2016.- № 3. - С. 109-114.

2.Симагин И.М., Полуян Л.В. Моделирование зон возможных затоплений при авариях на гидротехнических сооружениях. SAFETY2018. – Екатеринбург, 2018. – С. 14-21. http://elar.urfu.ru/handle/10995/66329ю Дата обращения:17.12.2024

3.Стриганова М.Ю. Методы оценки и прогнозирование последствий при разрушении гидротехнических сооружений // Вестник командно-инженерного института МЧС Республики Белорусь.- 2012.- № 1(15). - С. 10-2.

4.Плеханов П.А. Гидрологические риски природного характера и их предупреждение в Казахстане // Центрально-азиатский журнал исследований воды. Специальный выпуск об опасностях, связанных с водой в Центральной Азии. – 2017. - № 3(1). - С. 19-25.

5.Молдабеков М.М., Еремир Д.И., Понятов Ю.А. Мониторинг уровня воды, озер, рек морей и гидротехнических сооружений // Вестник КазНТУ.- 2013. - №1. - С. 3-6.

6. Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Мазакова А.Т., Шорманов Т.С., Алиаскар М.С. Гибридная модель прогнозирования процесса селевого прорыва//Вестник КазУТБ.-2024.- № 2(23). - С.1 20-126. DOI 10.58805/kazutb.v.2.23-481

7.Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Мазакова А.Т., Тойкенов Г.Ч., Алиаскар М.С., Тойкенова У.Г. Идентификации математических моделей методом квазилинеаризации // Вестник КазУТБ. - 2024. - № 4(25).- С.16-23. DOI 10.58805/kazutb.v.4.25-650

8.Мазаков Т.Ж., Бургегулов А.Д., Джомартова Ш.А., Мазакова А.Т., Саметова А.А., Досаналиева А.Т. Построение маршрутов для эвакуации сотрудников из здания при возникновении чрезвычайной ситуации // Вестник КазУТБ. - 2024.- № 1(22).- С. 68-74

DOI 10.58805/kazutb.v.1.22-292

## References

1.Hamutova M.V., Kushnikov V.A. Matematicheskaja model’ prognozirovanija posledstvij navodnenij// Vestnik Astrahan. gos. tehn. un-ta. Serija upravlenie, vychisl. tehn. inform.- 2016.- № 3. - S. 109-114. [in Russian]

2.Simagin I.M., Polujan L.V. Modelirovanie zon vozmozhnyh zatoplenij pri avarijah na gidrotehnicheskih sooruzhenijah. SAFETY2018. – Ekaterinburg, 2018. – S. 14-21. http://elar.urfu.ru/handle/10995/66329ju Data obrashhenija:17.12.2024[in Russian]

3.Striganova M.Ju. Metody ocenki i prognozirovanie posledstvij pri razrushenii gidrotehnicheskih sooruzhenij // Vestnik komandno-inzhenernogo instituta MChS Respubliki Belorus’.- 2012.- № 1(15). - S. 10-2. [in Russian]

4.Plehanov P.A. Gidrologicheskie riski prirodnogo haraktera i ih preduprezhdenie v Kazahstane // Central' no-aziatskij zhurnal issledovanij vody. Special' nyj vypusk ob opasnostjah, svjazannyh s vodoj v Central' noj Azii. – 2017. - № 3(1). - S. 19-25. [in Russian]

5.Moldabekov M.M., Eremir D.I., Ponjatov Ju.A. Monitoring urovnja vody, ozer, rek morej i gidrotehnicheskih sooruzhenij // Vestnik KazNTU.- 2013. - №1. - S. 3-6. [in Russian]

6. Mazakov T.Zh., Dzhomartova Sh.A., Mazakova A.T., Shormanov T.S., Aliaskar M.S. Gibridnaja model' prognozirovanija processa selevogo proryva//Vestnik KazUTB.-2024.- № 2(23). - S.1 20-126. DOI 10.58805/kazutb.v.2.23-481[in Russian]

7.Mazakov T.Zh., Dzhomartova Sh.A., Mazakova A.T., Tojkenov G.Ch., Aliaskar M.S., Tojkenova U.G. Identifikacii matematicheskih modelej metodom kvazilinerarizacii // Vestnik KazUTB. - 2024. - № 4(25).- C.16-23. DOI 10.58805/kazutb.v.4.25-650[in Russian]

8.Mazakov T.Zh., Burgegulov A.D., Dzhomartova Sh.A., Mazakova A.T., Sametova A.A., Dosanalieva A.T. Postroenie marshrutov dlja jevakuacii sotrudnikov iz zdanija pri vozniknovenii chrezvychajnoj situacii // Vestnik KazUTB. - 2024.- № 1(22).- C. 68-74

DOI 10.58805/kazutb.v.1.22-292[in Russian]

***Сведения об авторах***

Мазақова А.Т.- докторант КазНУ им.аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: aigerym97@mail.ru;

Джомартова Ш.А. - доктор технических наук, доцент, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: jomartova@mail.ru;

Мазақова Б.М. – ст.преп. *Казахский агротехнический* исследовательский *университет* имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, e-mail: bayan7080@mail.ru;

Әлиасқар М.С. - старший преподаватель МИТУ, Алматы, Казахстан, e-mail: m.alyasqar@gmail.ru;

Мергенгали Е.К. – докторант КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: estony.9999@gmail.com;

Мазаков Т.Ж. - доктор физико-математических наук, профессор, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: tmazakov@mail.ru;

Досаналиева А.Т. - сеньор-лектор кафедры «Компьютерная инженерия» Алматинского технологического Университета, Алматы, Казахстан, e-mail: Dosanalieva1985@gmail.com;

Майлыбаева А.Д. – к.ф.-м.н., доцент кафедры «Информатика» Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан, e-mail: a.maylibayeva@asu.edu.kz;

***Information about the author***

Mazakova A.T.- Doctoral student of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: aigerym97@mail.ru;

Jomartova Sh.A. - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: jomartova@mail.ru;

Mazakova B.M. - Senior Lecturer, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan, e-mail: bayan7080@mail.ru;

Aliaskar M.S. - Senior Lecturer, MITU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: m.alyasqar@gmail.ru;

Mergengali E.K. - Doctoral student of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: estony.9999@gmail.com;

Mazakov T.Zh. - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: tmazakov@mail.ru;

Dosanalieva A.T. - Senor Lecturer, Computer Engineering Department, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Dosanalieva1985@gmail.com

Mailybayeva A.D. - PhD, Associate Professor, Department of Computer Science, Atyrau University named after Kh. Dosmukhambetov, Atyrau, Kazakhstan, e-mail: a.maylibayeva@asu.edu.kz;

МРНТИ 28.23.17 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-599**

## КЛАССИФИКАЦИЯЛЫҚ АЛГОРИТМДЕРДІ ҚОЛДАНЫП ДАУЫСТЫ ТАНУ

**[1]Н.О. Мекебаев, [2]Д.К. Даркенбаев, [1]Н.А. Модовов, [1]Ж.А. Орынтаева**
*[1]Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[2]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан*
*Корреспондент-автор: nurbapa@gmail.com*

Дауыс тану жүйелері машиналық оқыту әдістеріне негізделген, оның ішінде классификациялық алгоритмдер кеңінен қолданылады. Классификация дауыс сигналдарын әртүрлі санаттарға, мысалы, сөздер немесе сөйлемдерге бөліп тануды жүзеге асырады. Бұл үдерісте жиі қолданылатын алгоритмдерге логистикалық регрессия, шешім ағаштары және нейрондық желілер жатады. Дауыс сигналын өңдеуде алдымен ерекшеліктері, яғни маңызды параметрлері, экстракцияланады, содан кейін олар классификаторға беріледі. Классификация нәтижесінде жүйе сөйлеген сөзді мәтінге түрлендіреді немесе дыбыстың нақты мазмұнын анықтайды. Бұл технология адам-компьютер өзара әрекеттестігін жақсарту үшін маңызды. Бұл мақалада машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, сөйлеушінің даусын анықтау мәселесін шешу үшін жіктеу алгоритмдерін қарастырамыз. Сөйлеудің алдын ала өңдеуде MFCC-ті алгортимін пайдаландық. Жоғарыдағы мәселені шешу үшін бес жіктеу алгортмі қарастырылып, салыстырмалы талдау жасалды. Алғашқы эксперимент жасағанда ең жақсы нәтиже көрсеткен SVC алгортимі 0,90 және MLP Classifier алгоритмі 0,83 нәтижелерін көрсетті. Келесі экспермиентте жеке тұлғаның дауысын анықтауда неғұрлым үлкен дәлдікте Robust scaler әдісімен масштабтауда – 0,93 көпқабатты персептрон көрсете бастады. Сондықтан бұл мәселені шешу үшін сөйлеу сигналының ерекшелігін ескеретін көп қабатты перцептронды қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** алгоритм, дауыс, сөйлеуді тану, ASR, MFCC, MLP.

## РАСПОЗНАВАНИЕ ГОЛОСА С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ

**[1]Н.О. Мекебаев, [2]Д.К. Даркенбаев, [1]Н.А Модовов, [1]Ж.А. Орынтаева**
*[1]Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,*
*[2]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан,*
*e-mail: nurbapa@gmail.com*

Системы распознавания речи основаны на методах машинного обучения, среди которых широко применяются классификационные алгоритмы. Классификация выполняет задачу разделения голосовых сигналов на различные категории, такие как слова или предложения. К часто используемым алгоритмам относятся логистическая регрессия, деревья решений и нейронные сети. В процессе обработки голосового сигнала сначала извлекаются его особенности, то есть важные параметры, которые затем передаются классификатору. По результатам классификации система преобразует речь в текст или определяет конкретное содержание звука. Эта технология важна для улучшения взаимодействия человека с компьютером. В данной статье обсуждается алгоритм классификации для задачи идентификации речи с использованием метода машинного обучения. Алгоритм MFCC используется для предварительной обработки речи. Для решения этой задачи проведен сравнительный анализ пяти алгоритмов классификации. В первом эксперименте были определены методы опорного вектора – 0,90 и многослойного перцептрона – 0,83 и показаны лучшие результаты. Во втором эксперименте был предложен многослойный перцептрон с точностью 0,93 с использованием метода Робастного скалера для идентификации личности. Поэтому для решения этой проблемы можно использовать многослойный персептрон, учитывающий детали аудиосигнала.

**Ключевые слова:** алгоритм, голос, распознавание речи, ASR, MFCC, MLP.

## VOICE RECOGNITION USING CLASSIFICATION ALGORITHMS

**[1]N. Mekebayev, [2]D. Darkenbayev, [1]N. Modovov, [1]Zh. Oryntaeva**

[1]*Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan,*
[2]*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,*
*e-mail: nurbapa@gmail.com*

In Speech recognition systems are based on machine learning methods, among which classification algorithms are widely used. Classification performs the task of dividing voice signals into various categories, such as words or sentences. Commonly used algorithms include logistic regression, decision trees, and neural networks. During voice signal processing, features, i.e., important parameters, are first extracted and then passed to the classifier. Based on the classification results, the system converts speech into text or determines the specific content of the sound. This technology is essential for improving human-computer interaction.This article discusses a classification algorithm for the problem of speech identification using the machine learning method. The MFCC algorithm is used for preprocessing speech. To solve this problem, a comparative analysis of five classification algorithms was carried out. In the first experiment, the methods of the reference vector – 0.90 and the multilayer perceptron – 0.83 were determined and the best results were shown. In the second experiment, a multilayer perceptron with an accuracy of 0.93 was proposed using the Robust Scaler method for personality identification. Therefore, a multilayer perceptron can be used to solve this problem, taking into account the details of the audio signal. be used, taking into account the details of the audio. signal.

**Keywords:** algorithm, voice, speech recognition, ASR, MFCC, MLP.

**Кіріспе.** Ауыз екі сөйлеу тілін тану – аудиодағы сөйлеуші сөйлейтін тілді жіктеу мәселесі. Ол әдетте сөздің тілдік санатын бастапқыда анықтау үшін, кейіннен өңдеуді жеңілдету үшін көптілді автоматты сөйлеуді тану (ASR) сияқты көптілді сөйлеуді өңдеу тапсырмаларының алдыңғы бөлігі ретінде пайдаланылады. Тұрақты және сенімді тілді сәйкестендіру жүйесі бұл жүйелерде жоғары өнімділік пен дәлдікке жетудің кілті болып табылады [1].

Зерттеудің мақсаты сөйлеушінің дауысын анықтауға арналған машиналық оқытудың классификациялық әдістерін зерттеу. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер орындалды. Классификация алгоритміне салыстырмалы талдау жүргізіліп бірқатар жіктеу алгоритмдері және сөйлеуді алдын ала өңдеу мәселелері қарастырылды [2].

Дәстүрлі тілдік анықтау көбінесе акустикалық және фонетикалық ерекшеліктерге сүйенеді. Жалпы акустикалық сипаттамаларға, басқалармен қатар, кепстральды мель-жиілік коэффициенттері (MFCC), дельта коэффициенттері, перцептивті сызықтық болжау коэффициенттері (PLP) және кепстральды гамма-жиілік коэффициенттері жатады [3] .

Соңғы жылдары сөйлеуді автоматты түрде тану (ASR), визуалды сөйлеуді тану ((VST) және аудиовизуалды сөйлеуді тану (AVSR) салаларында ауқымды ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілуде [4].

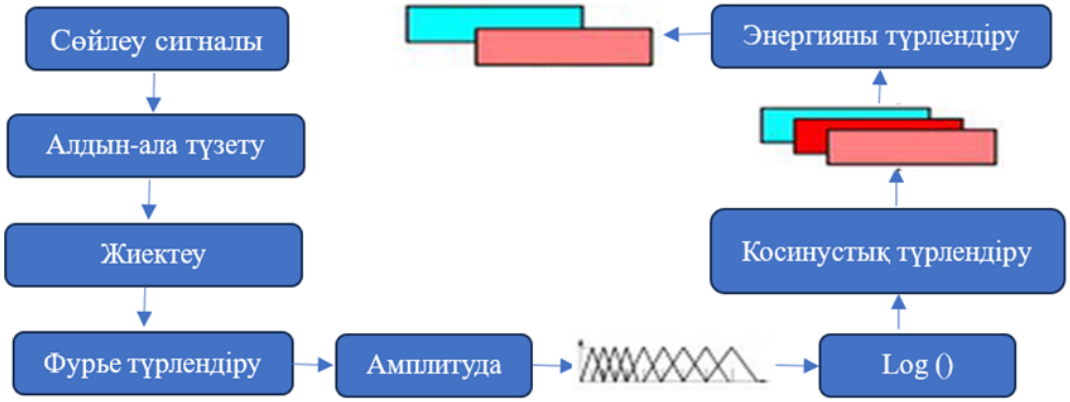
Бұл мақалада дауысты (сөйлеу екі тілді) тануды қарастырамыз. Тілді тану – бұл сөйлеушіні тануға ұқсас мәселе, өйткені біз белгілі бір сөздің мазмұны туралы емес, бүкіл мәлімдеме туралы ақпарат алуға тырысамыз. Жіктеу алгортимдері техникасындағы дауысты (тілді) тануға қолдану біздің әдістеріміздің жан-жақты екенін және сөйлеудің бірнеше саласында әлеуетті қолданылатынын көрсетеді [5].

Қазақстанда қазақ тілінің сөйлеу технологиялары зерттелуде. Қазақ тілі агглютинативті тілдер тобына жатады. Агглютинативті тілдердің құрылымында әр түрлі форматтағы қосымшалар (жұрнақтар, жалғаулар) бірінен соң бірі кезектесіп қосылады, бұл сөзді өзгертудің басым түрі болып табылады және осы қосымшалардың әрқайсысы тек бір мағынамен жүктеледі [6]. Түрік, моңғол, корей тілдері агглютинативті тілдерге жатады. Біздің елімізде қазақ тіліндегі тұлғаны тану жүйесі әлі дамымаған, бұл аталған бағыттағы зерттеулерді өзекті етеді.

Бұл мақалада жіктеу алгоритмдерін қолдана отырып, дауысты тану, анықтау міндеттерін қа-

растырамыз.

**Материалдар мен әдістер.** Сөйлеуді тану үдерісі негізінде алдын ала өңдеуден тұрады [7]. Осы мақалада біз дауыстың динамикалық өңдеуде MFCC-ті қолданамыз. Сөйлеу сигналының алдын-ала өңдеу үдерісі 1-ші суретте көрсетілген. MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) мел жиілігінің кепстральды коэффициенттері дауыс, дыбыспен жұмыс жасау кезінде ең танымал таңдау болып табылады. Бұл тәсілдің ерекшелігі - бастапқы сигналдың ұзындығынан алынған сипаттамалар векторы және ондағы сөйлейтін жеке ерекшеліктердің таралуын есепке алу [8].

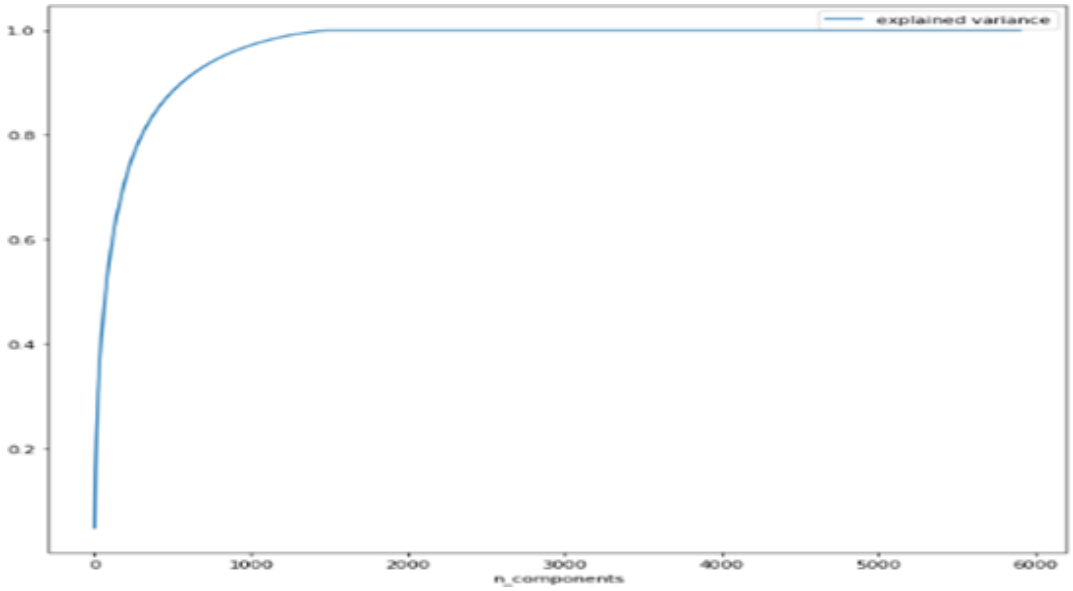



**1 - сурет. Сөйлеу сигналын алдын ала өңдеу**

Әрбір жазылған аудио негізінде 5806 белгі алынды. Аудио файлдағы әрбір кез-келген дауыс жазылып жатқан сигнал динамиктің белгі атымен белгіленеді. Осы алынған дерек, мәліметтер жиынының жалпы өлшемі 1285x5806.

Кепстр - бұл сүзгіні дыбыс толқынының көзінен бөлетін түрлендіру.

Көрсетілгенді визуализациялау үшін 5806 белгісі бар векторлық кеңістіктің және екі-үш өлшемді кеңістіктің өлшемдерін азайту үшін негізгі компоненттер әдісі қолданылады. Дисперсияны негізгі компонент әдісімен кішірейтілген мөлшерде сақтау 2-суретте көрсетілген.




**2 - сурет. Негізгі құрамдас әдісті пайдаланып өлшемділікті азайту кезінде дисперсияны сақтау**

Жоғарыда келтірілген графикте көрсетілгендей, деректердің өлшемі 1285 белгіге дейін төмендеген жағдайда дисперсия 98,9 % сақталады. Алайда, жіктеу модельдерімен және деректер стандарттаушыларымен жүргізілген тәжірибе көрсеткендей, бұл кішірейту конструктивті түрде жіктеудің дәлдігіне ықпал етеді.

**Материалдар мен әдістер.** Эксперимент жасау үшін деректерді «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар» инситутының зерттеушілерінің базасынан алынды [9]. Берілген деректер, мәліметтер жиынтығы 0-19 сөйлеушінің 1285 аудио жазбасынан тұрды, олардың әрқайсысы 68-76 сөйлемнен тұратын жазбаны жазды. Қазақ тіліндегі әрбір аудиожазба орта есеппен 5 секундқа созылатын сөз тіркесін білдіреді. Сөйлеушіні тану үшін біз келесі деректер, мәліметтерді жинадық: сөйлеушінің аты, сөйлеушінің жынысы, сөйлеушінің туған жері, сөйлеушінің туған жылы. Төмендегі 1 кестеде сөйлеушінің мәліметтері көрсетілген.

**1 - кесте. Сөйлеушінің мәліметтері**

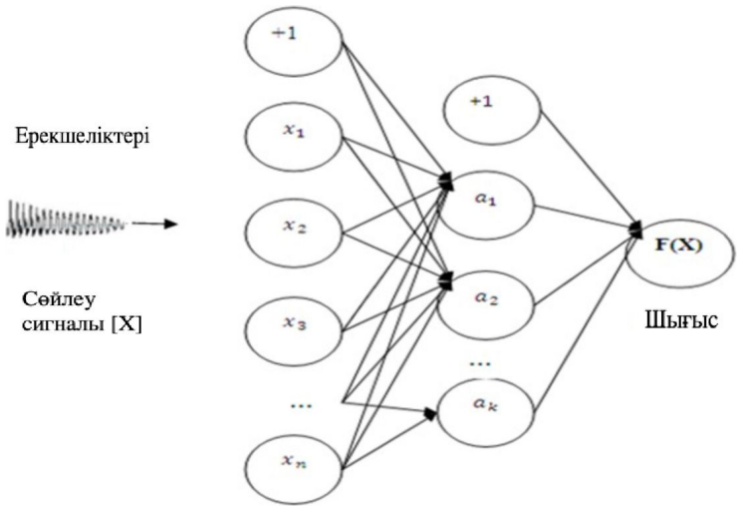
| ТАӘ | Тегі | Аты | Әкесінің аты | Жынысы | Туған жері | Туған жылы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| МЖА | Масимканова | Жазира | Ауезбеккызы | әйел | Алматы | 20.03.1982 |
| ИМТ | Искакова | Молдир | Тасболаткызы | әйел | Алматы | 01.01.1994 |
| ДАЖ | Дүйсенбаева | Айгерім | Жанболаткызы | әйел | Алматы | 15.05.1995 |
| ЖЕА | Жетписбаев | Ерлан | Алибекович | ер | Алматы | 23.05.1995 |
| ССМ | Самрат | Санжар | Мұхаметқалиулы | ер | Алматы | 12.07.1996 |

*Жіктеу алгоритмдері*

Сөйлеушіні анықтау тану мәселесін шешуде төмендегідей жіктеу алгоритмдерін қарастырдық:

*MLP Classifier алгоритмі*

MLP көп қабатты перцептрон - $(Y) = T_n$ : $T_n \rightarrow T^0$ функциясын аудио деректер сериясында оқыту арқылы зерттейтін басқарылатын оқыту алгоритмі, мұндағы n - енгізу үшін өлшемдер саны, $a_0$-шығару үшін өлшемдер саны. $Y = y_1, y_2, \ldots, y_n$ функцияларының жиынтығын ескере отырып ‘ $y_n$’ ол кез-келген классификация үшін сызықтық емес функциялардың жуықтауын зерттей алады. 3-ші суретте MLP архитектурасы көрсетілген.




**3 – сурет. MLP архитектурасы**

Кіріс қабаты кіріс функцияларын білдіретін $x_1,\ x_2,\ ..., x_n$ тұрады. Шығыс қабаты соңғы жасырын қабаттан мәндерді алады және оларды шығару мәндеріне түрлендіреді.

*Extra-Trees алгортимі*

Extra-Trees алгоритмі жаңартылмайтын шешімдер немесе регрессиялар ансамблін жасайды. Қадамға негізделген ансамбльдің басқа әдістері алгоритмнің екі негізгі айырмашылығы-ол кездейсоқ түрде кесу нүктелерін таңдап, түйіндерді сындырады және қадамдарды ұлғайту үшін бүкіл оқу үлгісін пайдаланады [10].

*Trees_node(M)*

Тұрақты оқыту жиынтығы N түйініне сәйкес келіп кіріс синалын айналады.

шығыс синалы ретінде [$d < d_c$] аламыз

– оқытуда *Tree(S.)* ақиқат болған жаңдайда ешнәрсе қайтарылмайды

– ондай жағдайда тұрақты емес барлық (S) атрибуттарының топтарының ішіндегі $\{d_1,...,d_K\}$ атрибуттарын тұрақты түрде таңдаймыз;

– осы K қадамдарды $\{g_1,...,g_K\}$ таңдап, мұндағы $g_i$ = *Random_split.*(G, $d_i$), ∀ i = 1,..., K.;

– $g_*$ сегменттерінде Score($g_*$, G.) = $\max_{i=1,...,K}$ Score($g_i$, G.) деп келтіреміз.

*Random_split.(S, a)*

G ішкі жиыны және d атрибуты кірісі.

– $d^G_{\max}$ және $d^G_{\min}$ минималды мәнді, максималды мәнін G-ге біріктіреді;

*Tree(S.)*

G ішкі жиынның кірісі

$d$ логикалық мәні шығысы

– егерде | G | < $n_{min}$ болса қайтару ақиқатты көрсетеді;

– егер барлық G атрибуттары тұрақты болса, біз TRUE (ақиқат)мәнін қайтарамыз;

– егер G шығысы тұрақты болса, біз true (ақиқат)қайтарамыз;

– болмаған жағдайда біз false (жалған) мәнін қайтарамыз.

Оның екі параметрі бар: K әр түйін үшін кездейсоқ таңдалған атрибуттар саны және $n_{min}$ түйінді бөлу үшін ең кіші үлгінің өлшемі. Ол ансамбль моделін құру үшін бастапқы оқыту моделімен бірнеше рет қолданылады [11].

*SVC алгоритмі*

Сызықтық бөлінетін екілік жіктеу мәселесін шешу үшін SVC пайдалану үшін бізге қажет:

– *J*-ді құруда, мұндағы $J_{ij} = z_i z_j y_i \cdot y_j$

– σ –ны табу;

– $\sum_{i=1}^{M} \sigma_i - \frac{1}{2}\sigma^T J\sigma$

– $\sigma_i \geq 0 \forall_i$ және $\sum_{i=1}^{M} \sigma_i z_i = 0$ осы шектеу аймақтарын ескере қарап, мейілінше жоғарылату;

– QN шешімді қолдану болып табылады;

– $v = \sum_{i=1}^{M} \sigma_i z_i y_i$ есептеу;

– $\sigma_i > 0$ индекстерін есептеп, $l$ тірек әрбір векторының санын анықтау;

– $a = \frac{1}{M_s} \sum_{l \in L} (\sigma_m z_m y_m \cdot y_L$ есептеу керек;

– $y'$ кез-келген нүктесі $z' = sgn(v \cdot y' + a$ есептеу тәсілімен жіктеуге болады.

*Gaussian NB алгоритмі*

Осы Naive Bayes - $y_1, y_2, \dots, y_n$ тізбегіндегі көбейтіндісіне с пропорционал $_k$класының ішінде жататын $m + 1$ деректер нүктесінің нақты ықтималдығын береді. $m$ алдыңғы $\sigma(A_k)$ — класы мен $\sigma(_a) \prod_{i=1}^{m} \sigma(A_k)$ белгілерінің арасындағы шартты ықтималдығы болып табылады [12].

$$\sigma(A_a) \prod_{i=1}^{m} \sigma(A_a) > \sigma(A_b) \prod_{i=1}^{m} \sigma(y_i \vee A_b)$$

$$\sigma(y_1, \dots, y_n) > \sigma(A_b \vee y_1, \dots, y_n)$$

Осылайша, $y_1,\ y_2,\ ..., y_n$ мәліметтер нүктесіне кластың осы ең ықтимал нақты тағайындалуы $a = 1, \dots, A$ үшін $\sigma(A_a) \prod_{i=1}^{m} \sigma(A_k)$ есептеудің мәні максимум болып табылатын $A_k$ класындағы $y_1,\ y_2,\ ..., y_n$ есептеу ықтималдығы.

*KNN алгоритмі*

KNN алгоритмі сұрау көрінісі мен мәліметтер жиынтығындағы көрініс жиынтығы арасындағы ара қашықтықты өлшейді.

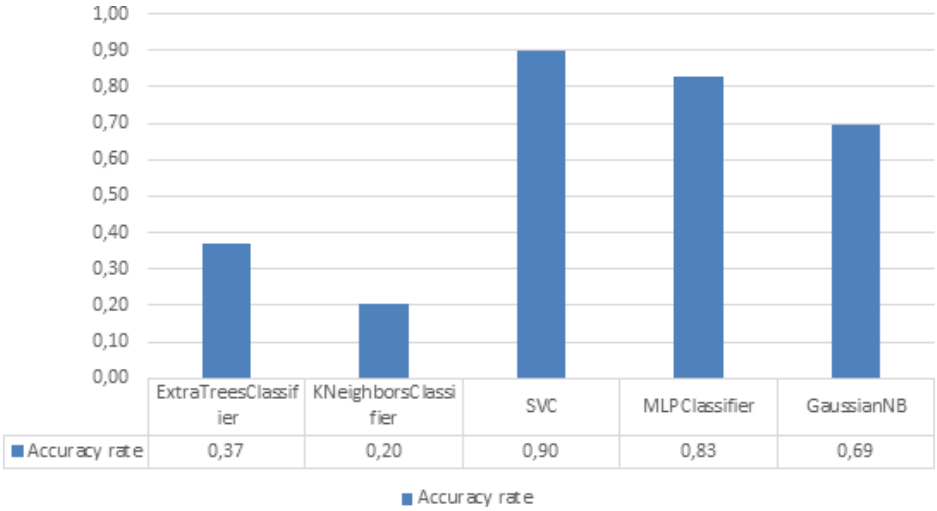
Тестілеу модельдеу нысандарының әрқайсысын жіктеу үшін келесі әрекеттерді жүйелі түрде орындау қажет:

- оқыту моделінің әрбір нысанына дейінгі ара қашықтықты есептеу керек;

- К-ны оқыту моделінің нысанын таңдау керек;

- К классификацияланған объектінің класы жақын көршілер арасында ең көп таралған класс болып табылады.

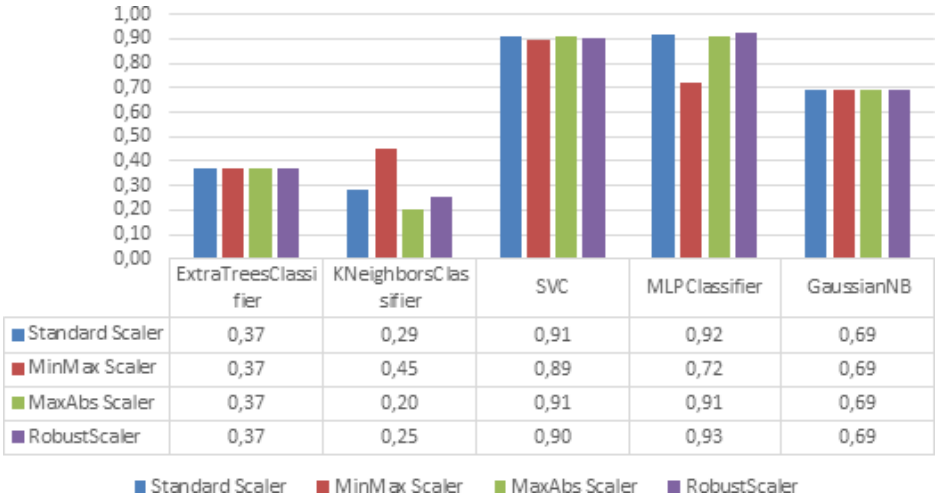
Жоғарыдағы ұсынылған алгоритмдер тұлғаны сәйкестендіру, сөйлеушіні тану мәселесіне қолданылып, салыстырмалы талдау жүргізілді. Салыстырмалы. талдаулар мен эксперименттер олардың ең жақсы екенін көрсетеді. Нәтижелерінде тірек векторлық машиналар мен көп қабатты перцептронды қолдану арқылы алынды. 4-ші суретте осы мәліметтер жиынының жіктеу дәлдігі көрсетілген.




**4 – сурет. Деректер жиынының жіктеу дәлдігі**

4-ші суреттен көрініп тұрғандай тірек векторлық машина мен көпқабатты перцептрон ең жақсы нәтиже көрсетті – сәйкесінше 0,90 және 0,83.

Нәтижелерді жақсарту үшін біз әртүрлі әдістерді қолданып масштабтау жасап, нәтижелердің өзгергені байқалды. 5 – суретте әртүрлі әдістерді қолдану арқылы деректерді масштабтау кезіндегі жіктеу дәлдігі көрсетілген.




**5 - сурет. Әртүрлі әдістерді қолдану арқылы деректерді масштабтау кезіндегі жіктеу дәлдігі**

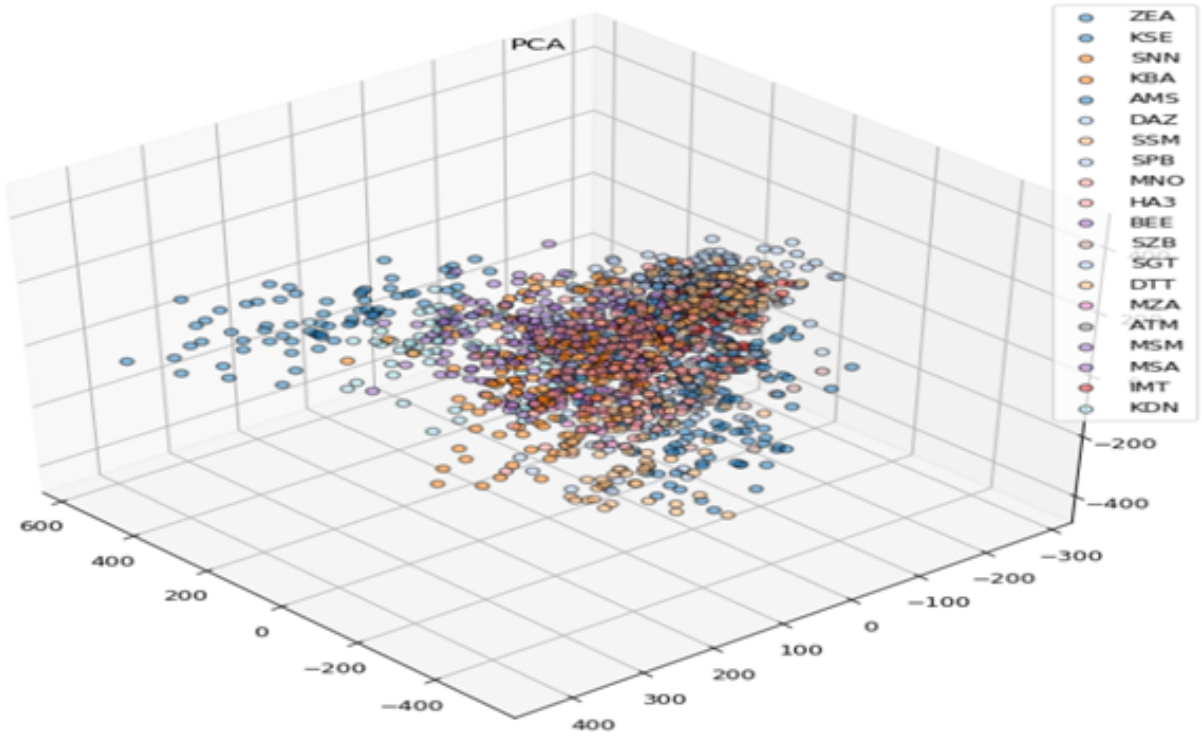
Көпқабатты перцептрон сенімді Robust scaler әдісін қолданып масштабтаған кезде ең жоғары дәлдікке 0,93 жетті, ал тірек векторлық машиналар дәлдігі азая бастады, бірақ Standard scaler және MaxAb Scaler әдісімен масштабтау кезінде дәлдік нәтижелері 0,90-нан 0,91-ге дейін жақсарды.

Сөйлеу нысандарының өлшемділігін 1390-ға дейін азайту үшін негізгі құрамдас талдауды пайдалансаңыз, жіктеу дәлдігі 2-кестеде көрсетілгендей өзгереді.

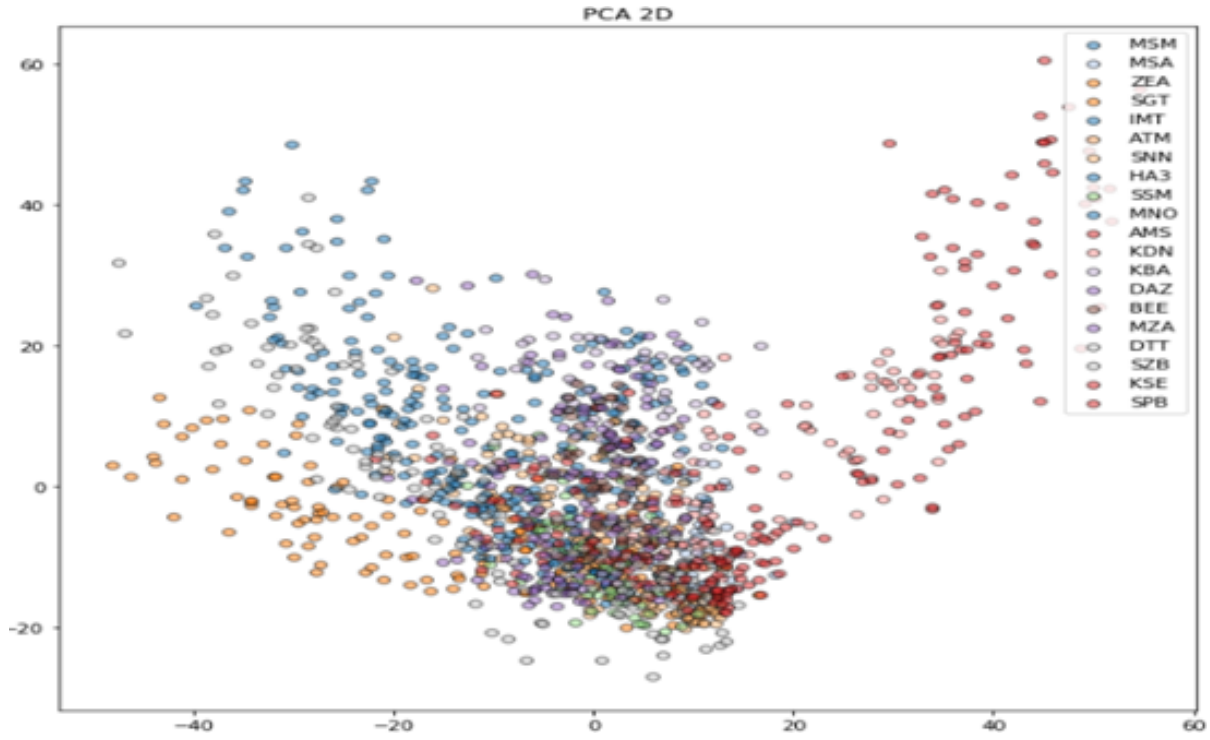
| Алгоритм атау | Standard Scaler | MinMax Scaler | MaxAbs Scaler | Robust Scaler |
|---|---|---|---|---|
| **ExtraTreesClassifier** | 0.128125 | 0.128125 | 0.128125 | 0.128125 |
| **KNeighborsClassifier** | 0.043571 | 0.052143 | 0.050089 | 0.060982 |
| **SVC** | 0.051875 | 0.134732 | 0.097500 | 0.157679 |
| **MLPClassifier** | 0.002589 | 0.051875 | 0.082054 | 0.098393 |
| **GaussianNB** | 0.324286 | 0.324286 | 0.324286 | 0.324286 |

**2 - кесте. Өлшемді азайту арқылы деректер бойынша жіктеу дәлдігі**

Салыстырмалы талдаудың мақсаты жеке сөйлеушіні тану мәселесіне жіктеу алгоритмінің әсер ету дәрежесін анықтау, сонымен қатар SVC және MLP жіктеуіш алгоритмдерін салыстырмалы бағалау болды. Дауыс деректерінің үлгілерін оқыту бойынша жүргізілген эксперименттер осы алгоритмдердің келешегі туралы айтуға мүмкіндік беретін нәтижелерді көрсетеді. Алынған мәліметтер 6 және 7-суреттерде берілген.




**6 - сурет. Дыбыстық деректердің, сөйлеу белгілерінің үш өлшемді көрінісі**




**7 - сурет. Дыбыстық деректердің, сөйлеу белгілерінің екі өлшемді көрінісі**

Әртүрлі әдістерді қолдану арқылы деректерді, масштабтау кезіндегі жіктеу нәтижелері алдын ала эксперименте алынған нәтижелерден айтарлықтай ерекшеленетіні анықталды.

**Қортынды.** Бұл мақалада біз бірнеше жіктеу алгоритмдерін және сөйлеуді алдын ала өңдеу мәселесін қарастырдық. Тәжірибе нәтижелерін талдау негізінде Robust scaler әдісімен масштабтау үшін дәлдігі 0,93 көпқабатты перцептрон ұсынылады, ал сөйлеу сигналын көпқабатты перцептрон көмегімен жіктеуге болатындығы анықталды. Содан кейін алынған деректерге сүйене отырып, сөйлеушіні тану үдерісін анықтадық.

Әрі қарайғы зерттеу барысында біз алынған мәліметтердің шынайылығын тексеру мәселесін шешеміз деп үміттенеміз.

## Әдебиеттер

1. Matejka, P.; Zhang, L.; Ng, T.; Glembek, O.; Ma, J.; Zhang, B.; Mallidi, S.H. Neural Network Bottleneck Features for Language Identification // In Proceedings of the Speaker and Language Recognition Workshop (Odyssey 2014). - Joensuu, Finland, 16–19 June 2014. -P. 299–304. DOI: 10.21437/Odyssey.2014-45

2. Pliakos K., Geurts P., Vens C. Global multi-output decision trees for interaction prediction // Machine Learning. - 2018.- P. 1–25. DOI:10.1007/s10994-018-5700-x

3. Mamyrbayev, O., Toleu, A., Tolegen, G., Mekebayev, N., Neural architectures for gender detection and speaker identification//Cogent Engineering.- 2020.-Vol.7(1).

DOI 10.1080/23311916.2020.1727168

4. R. Wolff, ” MonkeyLearn Blog,” 5 Types of Classification Algorithms inMachine Learning, 26 August 2020.

5. Kalimoldayev, M.N., Mamyrbayev, O.Zh., Kydyrbekova, A.S., Mekebayev, N.O. Voice verification and identification using i-vector representation // International Journal of Mathematics and Physics. -2019. -Vol. 10(1).- P. 66–74/ DOI 10.26577/ijmph-2019-i1-9

6. Hazmoune S, Bougamouza F, Mazouzi S. A new hybrid framework based on hidden Markov models and K-nearest neighbors for speech recognition // International Journal of Speech Technology.- 2018.-Vol. 21(3). -P. 689-704. DOI 10.1007/s10772-018-9535-4

7. Mamyrbayev O, Turdalyuly M, Mekebayev N, Alimhan K, Kydyrbekova A, Turdalykyzy T. Automatic recognition of Kazakh speech using deep neural networks // ,In: Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems. -2019. -P. 465-474. DOI10.1007/978-3-030-14802-7_40

8. Hinton, G., Deng, L., Yu, D., Dahl, G. E., Mohamed, A.-r., Jaitly, N., Senior, A., Vanhoucke, V., Nguyen, P., Sainath, T. N., & Kingsbury, B. Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition: The Shared Views of Four Research Groups // IEEE Signal Processing Magazine. -2012. -Vol. 29(6). -P. 82-97. DOI 10.1109/MSP.2012.2205597

9. Kalimoldayev, M., Mamyrbayev, O., Mekebayev, N., Kydyrbekova, A. Algorithms for detection gender using neural networks // International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. -2020. -Vol. 14.- P. 154–159. DOI 10.46300/9106.2020.14.24

10. Zhan C, Li W, Ogunbona P. Face recognition from single sample based on human face perception // In: International Conference Image and Vision Computing New Zealand. - 2009. -P. 56-61.

DOI 10.1109/IVCNZ.2009.5378397

11. R. Praba, G. Darshan, K. T. Roshanraj. and P. B. Surya Prakash. StudyOn Machine Learning Algorithms //International Journal of ScientificResearch in Computer Science, Engineering and Information Technology.-2021.-Vol.7(4)- P.67-72, 2021.

12. V. B. Vaghela, B. M. Jadav. Analysis of various sentiment classification techniques.// Int. J. Comput. Appl..-2016.- Vol. 140 (3).- P. 22-27.DOI 10.5120/ijca2016909259.

***Авторлар туралы мәліметтер***

Мекебаев Н.О. - PhD, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің қауымдастырылған профессор м.а., Алматы, Қазақстан, e-mail: *nurbapa@gmail.com;*

Даркенбаев Д.К. - PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің доцент м.а., Алматы, Қазақстан, e-mail: dauren.kadyrovich@gmail.com;

Модовов Н.А.- магистр, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан, e-mail: modovov@mail.ru;

.Орынтаева Ж.А – магистр, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан, e-mail: Zannaoryntaeva0@gmail.ru

***Information about the authors***

Mekebayev N.-PhD, Acting Associate Professor Kazakh National Women' s Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: *nurbapa@gmail.com;*

Darkenbayev D.- PhD, Acting Associate Professor Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan e-mail:

dauren.kadyrovich@gmail.com;

Modovov N.- master, Kazakh National Women' s Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: modovov@mail.ru;

Oryntaeva Zh.- master, Kazakh National Women' s Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail:

Zannaoryntaeva0@gmail.ru

ГРНТИ 28.23.02 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-632**

# МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ УТОМЛЯЕМОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**[1]А.Ж. Танирбергенов, [1]С.К. Серикбаева✉, [2]Б. Тасуов, [3]Г.Ш. Мусагулова, [3]Л. Ақзуллақызы, [3]Б.К. Жарменова**

*[1]Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан,*
*[2]Таразский региональный университет им.М. Х. Дулати, Тараз, Казахстан,*
*[3]Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан*
✉*Корреспондент-автор: inf_8585@mail.ru*

В статье рассматриваются методы разработки интеллектуальной системы мониторинга состояния усталости водителей с применением технологий машинного обучения. Усталость водителя является одной из ведущих причин дорожно-транспортных происшествий, особенно на длительных маршрутах и при ночных сменах. Предложенная модель на основе коэффициента пропорции глаз (EAR) и классификатора с использованием метода опорных векторов (SVM) обеспечивает эффективное детектирование морганий и других признаков усталости в режиме реального времени. Особое внимание уделено устойчивости модели к изменениям условий освещения и ориентации головы, что повышает надежность системы в сложных эксплуатационных условиях. Особенностью разработанной системы является устойчивость к изменяющимся условиям, включая изменения освещения и углов наклона головы водителя, что улучшает надежность модели в сложных эксплуатационных условиях. В статье отмечается, что применение данной технологии возможно в различных интеллектуальных транспортных системах, поскольку тестирование показало высокие показатели точности и минимальное количество ложных срабатываний.

В результате тестирования предложенной системы были получены высокие показатели точности, что делает ее подходящей для использования в интеллектуальных транспортных системах. Ключевым преимуществом предлагаемой системы является её устойчивость к изменениям условий освещения и ориентации головы водителя, что значительно повышает точность и надежность работы системы в сложных эксплуатационных условиях.

**Ключевые слова:** усталость водителя, мониторинг состояния, машинное обучение, детектирование морганий, интеллектуальная система, коэффициент пропорции глаз, SVM, компьютерное зрение.

# МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЖҮРГІЗУШІЛЕРДІҢ ШАРШАҒЫШТЫҒЫН БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕРІ

**[1]А.Ж. Танирбергенов, [1]С.К. Серикбаева✉, [2]Б. Тасуов, [3]Г.Ш. Мусагулова, [3]Л. Ақзуллақызы, [3]Б.К. Жарменова**

*[1]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан,*
*[2]М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан,*
*[3]Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан,*
*e-mail: inf_8585@mail.ru*

Мақалада машиналық оқыту технологияларын қолдана отырып, жүргізушілердің шаршау жай-күйін мониторингілеудің зияткерлік жүйесін әзірлеу әдістері қарастырылады. Жүргізушінің шаршауы жол-көлік оқиғаларының, әсіресе ұзақ бағыттар мен түнгі ауысымдар кезіндегі басты себептерінің бірі болып табылады. Ұсынылған модель көз пропорциясының коэффициенті (EAR) және тірек векторлары (SVM) әдісін пайдалана отырып жіктеуіш негізінде нақты уақыт режимінде морганиялар мен шаршаудың басқа да белгілерін тиімді анықтауды қамтамасыз етеді. Үлгінің жарықтандыру жағдайларының өзгеруіне және бастың бағдарына орнықтылығына ерекше назар аударылады, бұл

күрделі пайдалану жағдайларында жүйенің сенімділігін арттырады. Әзірленген жүйенің ерекшелігі күрделі пайдалану жағдайларында модельдің сенімділігін жақсартатын жарықтандыру мен жүргізуші басының көлбеу бұрыштарының өзгеруін қоса алғанда, өзгермелі жағдайларға төзімділік болып табылады. Мақалада аталған технологияны әртүрлі зияткерлік көлік жүйелерінде қолдануға болатындығы атап өтілген, себебі тестілеу жоғары дәлдік көрсеткіштерін және жалған іске қосылулардың ең аз санын көрсетті.

Ұсынылған жүйені тестілеу нәтижесінде жоғары дәлдік көрсеткіштері алынды, бұл оны зияткерлік көлік жүйелерінде пайдалану үшін қолайлы етеді. Ұсынылып отырған жүйенің негізгі артықшылығы оның жарықтандыру жағдайларының өзгеруіне және жүргізуші басының бағдарына төзімділігі болып табылады, бұл күрделі пайдалану жағдайларында жүйенің жұмысының дәлдігі мен сенімділігін едәуір арттырады.

**Түйін сөздер:** жүргізушінің шаршауы, жағдайды бақылау, Машиналық оқыту, жыпылықтауды анықтау, интеллектуалды жүйе, көздің пропорция коэффициенті, SVM, компьютерлік көру.

## METHODS OF DRIVER FATIGUE CONTROL USING MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES

**[1]A. Tanirbergenov, [1]S. Serikbayeva✉, [2]B. Tassuov, [3]G. Mussagulova, [3]L. Akzullakyzy, [3]B. Zharmenova**

*[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[2]Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan,*
*[3]Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan,*
*e-mail: inf_8585@mail.ru*

The article discusses methods for developing an intelligent driver fatigue monitoring system using machine learning technologies. Driver fatigue is one of the leading causes of road accidents, especially on long routes and night shifts. The proposed eye proportion ratio (EAR) and support vector classifier (SVM) model provides effective real-time detection of blinks and other signs of fatigue. Particular attention is paid to the model' s resistance to changes in lighting conditions and head orientation, which increases the reliability of the system in difficult operating conditions. A feature of the developed system is resistance to changing conditions, including changes in lighting and tilt angles of the driver' s head, which improves the reliability of the model in difficult operating conditions. The article notes that the application of this technology is possible in various intelligent transport systems, since testing has shown high accuracy rates and a minimum number of false positives.

As a result of testing the proposed system, high accuracy indicators were obtained, which makes it suitable for use in intelligent transport systems. The key advantage of the proposed system is its resistance to changes in lighting conditions and orientation of the driver' s head, which significantly increases the accuracy and reliability of the system in difficult operating conditions.

**Keywords:** driver fatigue, condition monitoring, machine learning, blink detection, intelligent system, eye proportion coefficient, SVM, computer vision.

**Введение** Методы интеллектуальной системы контроля усталостного состояния водителей с использованием технологий машинного обучения" представляет собой обзор современных подходов и технологий, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения за счет раннего выявления усталости водителей.

Усталость за рулем является широко распространенным явлением, возникающим в результате длительного вождения или недостатка сна. Это серьезная потенциальная угроза для безопасности дорожного движения, о чем свидетельствует статистика: в США ежегодно происходит около 100 000 дорожно-транспортных происшествий, связанных с усталостью водителей, в результате которых 400 000 человек получают ранения, а 1550 теряют жизнь. В связи с этим исследования по обнаружению усталости во время вождения

становятся актуальной научно-практической задачей во всем мире.

Для повышения безопасности на дорогах необходимо регулярно проверять состояние водителей и оценивать их манеру вождения. Прогнозирование поведения водителя представляет собой важную часть интеллектуальных транспортных систем и играет ключевую роль в их разработке. В ходе ряда исследований ведущими производителями автомобилей были разработаны и успешно внедрены несколько методик контроля состояния водителей, включая определение сонливости и рассеянности.

В этом контексте используются различные аппаратные компоненты, такие как мобильные камеры и датчики. Информация, полученная с гироскопа, акселерометра и глобальной системы позиционирования (GPS), собирается для выявления критических закономерностей, связанных с поведением водителя. С развитием искусственного интеллекта, Интернета вещей и технологий компьютерного зрения появляются более усовершенствованные системы мониторинга состояния водителя и определения степени усталости, что делает автомобили более «умными» и способными предотвращать аварии на дорогах. Основными компонентами таких систем являются микроконтроллеры и различные датчики, включая датчики моргания глаз, ударов, датчики определения алкоголя и уровня топлива. API GPS и Google Maps используются для отслеживания местоположения автомобиля. Такие интегрированные системы могут значительно повысить безопасность дорожного движения и снизить количество ДТП, связанных с усталостью водителей.

**Обзор литературы.** Проблема утомляемости является одним из ключевых факторов дорожно-транспортных происшествий, особенно на длительных маршрутах и при ночных сменах. Водитель, находящийся в состоянии усталости, теряет концентрацию, замедляется реакция, и возрастает риск аварийных ситуаций, что ставит под угрозу не только его собственную жизнь, но и жизнь других участников дорожного движения.

С развитием современных технологий и доступностью датчиков различных типов появилась возможность автоматизировать процесс мониторинга состояния водителей. Системы контроля усталости, использующие методы машинного обучения, способны анализировать множество факторов в реальном времени, включая поведенческие, физиологические и внешние параметры, такие как движения глаз, положение головы, частоту морганий и другие. Использование алгоритмов искусственного интеллекта позволяет не только повысить точность диагностики усталости, но и адаптировать систему под особенности каждого водителя, что способствует снижению ложных срабатываний и повышению общей эффективности системы. На данный момент на рынке уже существуют различные системы мониторинга усталости, но большинство из них сталкиваются с проблемами низкой точности при сложных внешних условиях, а также высокой стоимостью оборудования, что ограничивает их повсеместное использование. Более того, многие решения основаны на ограниченном наборе данных, что снижает их универсальность и адаптивность к различным сценариям эксплуатации. Именно в этом контексте возникает необходимость разработки новых подходов, сочетающих в себе высокую точность, устойчивость к внешним факторам и доступность. Одним из наиболее перспективных решений является применение глубоких нейронных сетей и методов машинного обучения для анализа данных, поступающих с различных сенсоров в транспортных средствах. Такие системы способны в режиме реального времени предсказывать наступление усталости водителя, что дает возможность вовремя предупреждать его о необходимости отдыха или смены водителя. В этой связи стоит выделить роль моделей компьютерного зрения, анализа биометрических данных, а также интеграции с системами предупреждения и автоматического контроля транспортных средств.

В статье [1] рассматриваются перспективы и возможности использования интеллектуальных систем мониторинга усталости водителя для повышения безопасности на дорогах. Отмечается, что благодаря развитию современных техноло-

гий, данные системы способствуют значительному снижению количества дорожно-транспортных происшествий. Проведён анализ показывает, что интеллектуальные системы способны на ранних этапах выявлять отклонения в поведении водителя, что позволяет оперативно генерировать предупреждающие сигналы и оповещения. Сделан вывод, что наибольшая эффективность в контроле состояния водителя достигается за счёт комбинирования различных методов и приёмов интеллектуального анализа данных.

В статье [2] рассматриваются актуальные вопросы, касающиеся контроля состояния водителя автомобиля. Подчёркивается, что в настоящее время разработан широкий спектр методов, которые можно разделить на физиологические, поведенческие и автомобильные. Системы, основанные на физиологических и поведенческих данных, демонстрируют высокий уровень точности и надежности в режиме реального времени. Выявлено, что эффективность описанных методов может быть значительно повышена с помощью технологий интеллектуального анализа, таких как нейронные сети и компьютерное зрение. Сделан вывод о том, что интеллектуальные технологии позволяют эффективно управлять рисками, связанными с усталостью и отвлечением внимания водителя.

В статье [3] проведён анализ методов детектирования утомления водителей, используемых в современной литературе. Обсуждается широкий спектр методов, применяемых для оценки функционального состояния человека, которое представляет собой интегральный комплекс характеристик функций и качеств, определяющих успешность выполнения различных видов деятельности. Функциональное состояние организма напрямую влияет на физическое и психическое состояние человека, а также на результаты его труда, обучения и творчества. Оценка динамического поведения водителя в последние годы становится одним из самых актуальных направлений исследований. Динамическая оценка включает продолжительный мониторинг, который позволяет определять функциональные состояния.

В работе [4] рассматривается подход к распознаванию стиля вождения водителя транспортного средства с использованием сенсоров смартфона. Основное внимание уделено методам анализа данных, полученных с акселерометра, гироскопа и GPS-датчика мобильного устройства, для выявления характерных особенностей поведения водителя. Предложенный подход позволяет классифицировать стили вождения, такие как агрессивный, умеренный и спокойный, что может быть полезным для повышения безопасности дорожного движения, оценки навыков водителя и разработки персонализированных рекомендаций.

В работе [5] рассматриваются возможности прогнозирования аварийности водителей на основе анализа их поведенческих характеристик и факторов, влияющих на вероятность совершения дорожно-транспортных происшествий. В исследовании акцентируется внимание на таких аспектах, как стаж вождения, индивидуальный стиль управления транспортным средством и склонность к рисковому поведению. Применение статистических методов анализа и современных технологий, включая телематические устройства и сенсоры, позволяет выявлять потенциально опасные модели поведения водителей, что может быть полезно для повышения уровня безопасности дорожного движения и разработки превентивных мер.

В работе [6] рассматриваются методы и средства контроля состояния водителя автомобиля, направленные на повышение безопасности дорожного движения. Основное внимание уделено современным технологиям, позволяющим мониторить физиологические и поведенческие параметры водителя, такие как частота сердечных сокращений, электрическая активность кожи, движения глаз и головы. Обсуждаются возможности использования систем видеонаблюдения, датчиков и интеллектуальных алгоритмов для своевременного выявления признаков утомления, снижения концентрации и других факторов, влияющих на управление транспортным средством. Также анализируются перспективы интеграции таких систем в современные автомобили.

Авторы [7] рассматривают различные подходы к обнаружению сонливости водителей, включая анализ физиологических сигналов, характеристик лица и стиля вождения. Обсуждаются преимущества и ограничения каждого метода, а также предлагается использование гибридных систем для повышения точности и надежности детекции.

В работе [8] представлены методы одновременного обнаружения усталости и отвлечения водителя с использованием подходов на основе компьютерного зрения и машинного обучения. Применяются сети глубокого обучения для анализа изображений лица водителя и выявления признаков усталости и отвлечения.

Исследование [9] предлагает систему обнаружения сонливости водителя в реальном времени, объединяющую методы глубокого обучения и библиотеку OpenCV. Система использует ключевые точки лица для определения признаков усталости и может быть интегрирована в современные автомобили для повышения безопасности на дорогах. Авторы представляют легковесную нейронную сеть в сочетании с детектором лицевых ориентиров для выявления усталости водителя в реальном времени. Модель обучена на специально созданном наборе данных и достигает высокой точности, что позволяет использовать ее в мобильных приложениях для предотвращения аварий.

Обнаружение морганий глаз является важной задачей в различных областях, связанных с компьютерным зрением и взаимодействием человека с компьютером. Например, контроль за морганием может использоваться для мониторинга усталости водителей, чтобы предотвратить аварии, вызванные сонливостью. В системах, направленных на улучшение здоровья пользователей, длительное отсутствие морганий может свидетельствовать о зрительной усталости и синдроме ”сухого глаза”, что является актуальной проблемой для людей, работающих за компьютером. Моргание также играет важную роль в интерфейсах ”человек-компьютер”, которые позволяют людям с ограниченными физическими возможностями взаимодействовать с устройствами через мимику и жесты, а также используется для защиты от подделки при распознавании лиц.

Существующие методы обнаружения морганий можно разделить на две категории: активные и пассивные. Активные методы более надежны, но требуют специального оборудования, которое может быть дорогим и неудобным в использовании. Например, для активных систем используются инфракрасные камеры, которые фиксируют отражение света от глаз, или носимые устройства, такие как очки с встроенными камерами для наблюдения за глазами пользователя. Пассивные системы, напротив, используют стандартные камеры, что делает их более доступными, но такие системы могут быть менее точными из-за влияния внешних факторов, таких как освещение или положение головы.

Многие пассивные методы для автоматического обнаружения морганий основываются на оценке движения в области глаз. Чаще всего лицо и глаза сначала детектируются с помощью алгоритмов вроде детектора Виолы-Джонса. Затем движения в области глаз отслеживаются либо с помощью оптического потока, либо путем вычисления разности между последовательными кадрами и применения адаптивного порогового значения [10] . Другие подходы используют шаблоны для корреляции открытых и закрытых глаз, проекции интенсивности изображения в области глаз или активные модели формы для определения контуров век.

Основной недостаток этих подходов заключается в том, что они предъявляют строгие требования к условиям съемки, таким как ориентация головы относительно камеры, разрешение изображения, освещение и динамика движения. В особенности методы, использующие необработанную интенсивность изображения, могут быть чувствительны к изменениям внешней среды, несмотря на высокую производительность в реальном времени.

В последнее время в компьютерном зрении появились более надежные детекторы лицевых ориентиров (landmark detectors), которые способны с высокой точностью определять ключевые точки на изображениях человеческого

лица, такие как уголки глаз и контуры век. Эти детекторы обучаются на так называемых наборах данных ”в дикой природе”, что делает их устойчивыми к изменению освещенности, выражению лица и даже умеренным поворотам головы. Средняя ошибка определения лицевых ориентиров в современных системах составляет менее пяти процентов от расстояния между зрачками. Современные методы позволяют детектировать ориентиры с частотой значительно выше реального времени, что открывает новые возможности для использования этих технологий в повседневных устройствах.

Таким образом, в данной работе предлагается простой, но эффективный алгоритм для детектирования морганий на основе современных детекторов лицевых ориентиров. Из положения ориентиров выводится одна скалярная величина - коэффициент пропорции глаз (EAR), который характеризует степень открытия глаз на каждом кадре видео. Получив последовательность значений EAR для каждого кадра, мы используем классификатор на основе машины опорных векторов (SVM), чтобы детектировать моргание как определенную последовательность изменений этого показателя во временном окне.

**Методы и материалы.** Ключевым элементом модели является коэффициент пропорции глаз (Eye Aspect Ratio, EAR), который позволяет оценить состояние глаз водителя. Этот коэффициент вычисляется на основе ключевых точек, представляющих контуры глаза. EAR остаётся практически постоянным при открытых глазах, стремится к нулю при их закрытии и устойчив к изменениям положения головы или масштаба изображения. Алгоритм работы включает детектирование лица, идентификацию глаз на каждом кадре видеопотока и вычисление усреднённого значения EAR для повышения точности. Такая система может эффективно обнаруживать моргания и длительное закрытие глаз, сигнализирующее о сонливости [11].

Для повышения точности детектирования применяется классификатор на основе метода опорных векторов (SVM), который анализирует последовательность значений EAR в течение временного окна, охватывающего 12 кадров. Это позволяет учитывать контекст и минимизировать ложные срабатывания, вызванные зевотой или другими изменениями выражения лица. Обучение модели проводится на размеченных видеопоследовательностях с положительными (закрытые глаза) и отрицательными (открытые глаза) примерами, что обеспечивает её адаптацию к реальным условиям [12].

Предложенный метод демонстрирует высокую производительность в условиях реального времени, благодаря минимальным вычислительным затратам и устойчивости к внешним факторам, таким как освещение и положение головы. Это делает его особенно полезным для использования в автомобильных системах мониторинга усталости водителя. Однако ограничения, связанные с фиксированной длиной моргания и использованием 2D-изображений, требуют дальнейшего развития, например, через внедрение адаптивных алгоритмов и трёхмерного анализа данных.

*Математика модели.* Модель для детектирования морганий опирается на вычисление коэффициента пропорции глаз (Eye Aspect Ratio, EAR) и анализ его временных изменений для определения состояния глаз водителя. EAR представляет собой величину, которая характеризует степень открытия глаз на основе геометрии контуров глаза [13]. Это значение используется для того, чтобы определить, открыты ли глаза в данный момент времени или закрыты. После вычисления EAR для каждого кадра, временные изменения этого коэффициента анализируются с помощью классификационных методов, таких как метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM). В этом разделе мы рассмотрим математическую основу EAR, принципы его инвариантности, анализ временных изменений и особенности применения SVM для классификации морганий.

Коэффициент EAR рассчитывается на основе местоположения ключевых точек на глазах, которые получены с помощью детектора лицевых ориентиров. Для каждого глаза выбираются шесть ключевых точек, расположенных вокруг

верхнего и нижнего века. Эти точки обозначаются как p1, p2, p3, p4, p5 и p6. Коэффициент EAR определяется как отношение вертикальных расстояний между парами точек (p2-p6 и p3-p5) к горизонтальному расстоянию между уголками глаза (p1-p4). Формула выглядит следующим образом:

$$EAR = \frac{||p_2 - p_6|| + ||p_3 - p_5||}{2 \cdot ||p_1 - p_4||} \quad (1)$$

Здесь (p2-p6 и p3-p5) - это вертикальные расстояния между соответствующими точками век, а (p1-p4) - это горизонтальное расстояние между уголками глаза. Таким образом, коэффициент EAR отражает соотношение вертикальных и горизонтальных размеров глаза. Когда глаз полностью открыт, значения вертикальных расстояний больше, что приводит к относительно высокому значению EAR. Когда глаз закрыт, вертикальные расстояния стремятся к нулю, и коэффициент EAR уменьшается.

Коэффициент пропорции глаз является удобным показателем для отслеживания состояния глаз, так как он остаётся стабильным при открытых глазах и резко снижается при их закрытии. Важно отметить, что значение EAR можно рассматривать как индикатор моргания или длительного закрытия глаз, что особенно полезно для задач мониторинга усталости водителей.

Одним из главных преимуществ коэффициента EAR является его относительная инвариантность к изменениям масштаба изображения и ориентации головы. Это означает, что при изменении дистанции до камеры или при небольших поворотах головы коэффициент остаётся стабильным, что делает его надёжным признаком для мониторинга глаз. Это достигается за счёт того, что формула EAR включает отношения между вертикальными и горизонтальными расстояниями, которые пропорционально изменяются при масштабировании изображения [14]. Важно отметить, что при сильных поворотах или наклонах головы точность детекции может ухудшаться, но для большинства реальных условий EAR достаточно устойчив к этим изменениям.

*Коэффициент EAR показывает степень открытия глаза:*

- когда глаз открыт, значение EAR находится в определенном диапазоне (обычно около 0.2 -0.3 в зависимости от конкретного человека и условий);

- когда глаз закрывается (например, при моргании), коэффициент EAR снижается, приближаясь к нулю.

Этот простой, но эффективный показатель позволяет количественно оценить изменение состояния глаз в реальном времени.

Использование временных изменений EAR позволяет более точно отслеживать паттерны поведения, такие как:

- длительное закрытие глаз;

- повышенная частота морганий;

- длительные моргания, которые могут свидетельствовать о растущей усталости.

Точность детектирования ключевых точек на лице напрямую влияет на правильность вычисления коэффициента пропорции глаз (EAR) и общее качество системы мониторинга состояния усталости водителей. Для оценки этой точности используется нормализованная ошибка, основанная на средних Евклидовых расстояниях между истинными и предсказанными координатами ключевых точек.

Формула для расчета ошибки выглядит следующим образом:

$$\epsilon = \frac{100}{kN} \sum_{i=1}^{N} \| x_i - \widehat{x_i} \|^2 \quad (2)$$

где:

$\epsilon$ - общая ошибка детектирования в процентах;

K - количество ключевых точек (например, глаза, уголки век и т.д.);

N - количество изображений в наборе данных;

Xi - истинные координаты ключевых точек на iii-м изображении;

(x_i )ˆ - предсказанные координаты тех же ключевых точек;

$\|\cdot\|2$ - Евклидова норма (расстояние) между

истинными и предсказанными координатами.

Эта формула используется для получения среднего значения ошибки по всем изображениям и ключевым точкам. Умножение на 100100100 позволяет выразить результат в процентах, что облегчает интерпретацию точности модели. Чем меньше значение ошибки $\epsilon$\epsilon, тем точнее модель предсказывает положение ключевых точек, что, в свою очередь, улучшает точность расчета коэффициента EAR.

Данный метод используется для постоянного мониторинга точности детектирования ключевых точек. Он помогает минимизировать ошибки в позиционировании глаз и век, что особенно важно в реальном времени, когда необходимо быстро и точно детектировать моргания для предупреждения усталости водителей.

**Результаты и обсуждение.** Модель, разработанная для идентификации личности по изображению ладони, продемонстрировала высокую точность и стабильность в процессе тестирования. Основной задачей системы является выделение областей интереса (ROI) на изображении ладони, предсказание ключевых точек и классификация изображения в соответствии с ранее обученными классами [15].

Предложенная модель была протестирована на различных наборах данных для обнаружения морганий в видеопоследовательностях. Основные результаты были получены с использованием детекторов лицевых ориентиров Chehra и Intraface, которые позволили точно локализовать ключевые точки вокруг глаз и вычислить коэффициент пропорции глаз (EAR). Здесь подробно описаны основные этапы работы модели с графиками и визуальными примерами.

Для оценки работы модели использовались графики изменения коэффициента EAR во времени. На рисунке 1 ниже показан пример того, как коэффициент EAR изменяется для последовательности кадров из видеоролика. Каждый пик на графике представляет момент, когда глаза открыты, а падения — моменты, когда глаза закрываются, что соответствует морганию.

*График изменения EAR:*

- синяя линия представляет коэффициент EAR, который остаётся на уровне около 0.3–0.4 при открытых глазах;

- когда глаз закрывается, значение EAR резко падает почти до нуля, что показывает момент моргания;

- рядом с этим графиком также отображены результаты классификации SVM и ручные метки, указывающие на реальное наличие морганий.

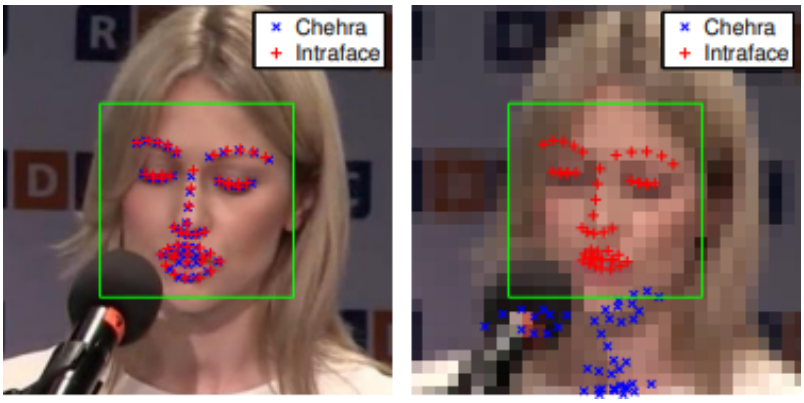



**Рис.1 Сравнение обнаружения ориентиров на лице с использованием Chehra и Intraface**

*Пример детектирования морганий:*

- на рисунке 2 показано, как пороговый метод (EAR Threshold) может ошибочно фиксировать моргание во время движения головы или изменения выражения лица;

- классификатор SVM успешно отличает такие

случайные движения от реальных

морганий, анализируя изменения коэффициента EAR в более длинной временной последовательности.

*Детектирование морганий при разных условиях*

Модель была протестирована в различных условиях, включая изменения освещения, ношение очков и повороты головы. На изображении ниже показаны скриншоты из видеоролика с участником, который носит очки. Несмотря на присутствие очков, модель точно детектировала моргания. Это ещё раз подчеркивает устойчивость метода к визуальным помехам и различным условиям съёмки.

*Пример работы модели на участниках с очками:*

- красные линии на изображении показывают автоматически детектированные

ориентиры глаз, которые помогают вычислить коэффициент EAR;

- даже при наличии очков, детектор ориентиров эффективно справляется с

локализацией глаз.

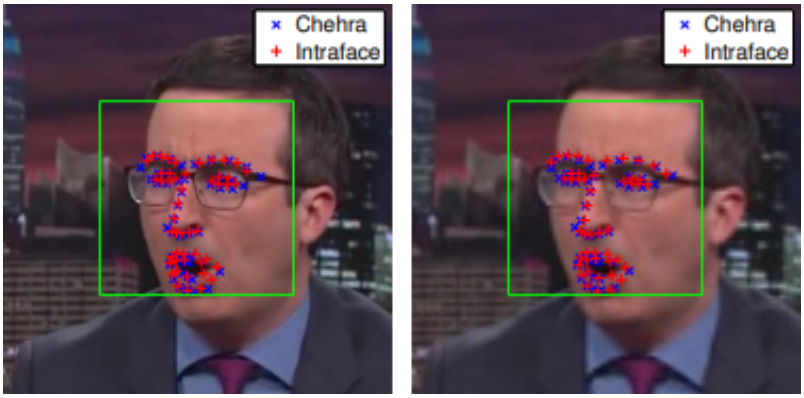



**Рис. 2 - Детектирования морганий**

Важным аспектом для работы модели в реальных условиях является её устойчивость к поворотам головы и изменению угла зрения. На изображении ниже показан пример работы модели, когда участник слегка поворачивает голову в сторону. Как видно из графика EAR, даже при таких изменениях положения головы, модель продолжает точно детектировать моменты моргания.

1. На изображении виден поворот головы участника относительно камеры.

2. Модель всё ещё успешно детектирует моргания благодаря инвариантности коэффициента EAR к изменениям масштаба и ориентации.

В ходе тестирования предложенной модели были получены следующие выводы:

- точность модели на различных наборах данных составила 90–99%, в зависимости от

условий съёмки и набора данных;

- классификатор SVM значительно улучшил точность по сравнению с простыми

пороговыми методами, особенно в сложных условиях, таких как улыбки, ношение очков и изменения в положении головы;

-гибкость и устойчивость модели позволяют её использовать в широком диапазоне приложений, начиная от мониторинга водителей для предотвращения усталости, до использования в системах биометрической идентификации и интерфейсах для людей с ограниченными возможностями.

На графиках представлены результаты сравнения точности определения ключевых точек лица с помощью алгоритмов Chehra, Intraface, а также их версий с уменьшенной моделью (Chehra-small и Intraface-small).

На первом графике показана ошибка локализации всех ключевых точек лица, измеренная в процентах от межзрачкового расстояния (IOD). Чем выше кривая, тем точнее модель. Видно, что Intraface и Chehra показывают примерно схожую точность при малых ошибках, но Intraface имеет небольшое преимущество. Уменьшенные версии моделей (Chehra-small и Intraface-small) демонстрируют заметно худшие результаты, особенно при значительных ошибках локализации.

На втором графике приведены данные только для ключевых точек глаз. Здесь Intraface также имеет преимущество перед Chehra, особенно при низких значениях ошибки локализации. Уменьшенные версии моделей также показывают худшие результаты по сравнению с полными моделями, что указывает на снижение точности при уменьшении размера модели.

Intraface демонстрирует лучшие результаты по сравнению с Chehra, особенно на изображениях с низким разрешением. Это делает его более подходящим для приложений, где важна высокая точность детекции ориентиров даже при плохом качестве изображения.

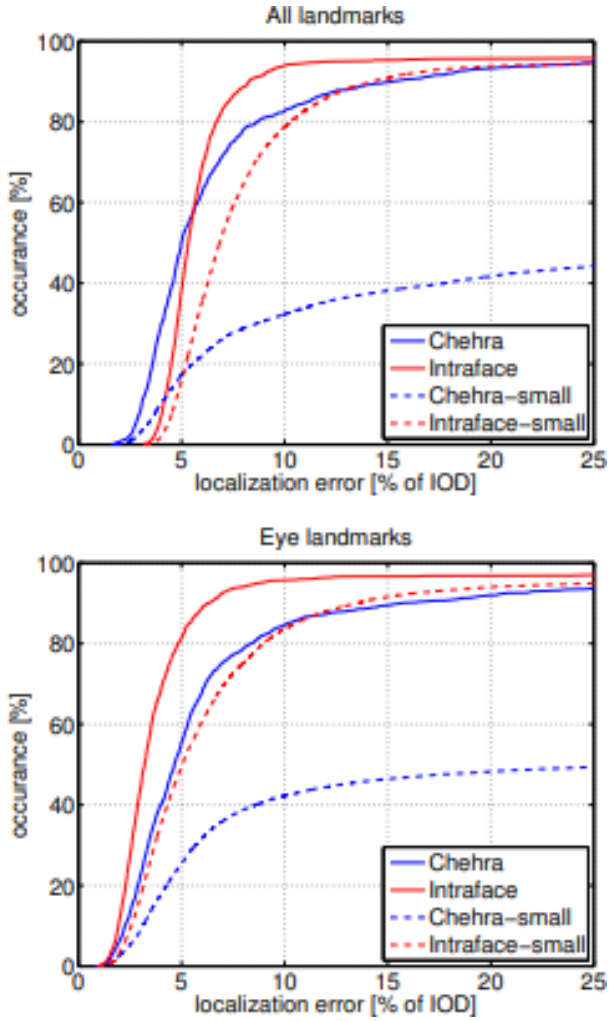



**Рис.3. - сравнивающих производительность систем обнаружения ориентиров лица - Chehra, Intraface, Chehra-small и Intraface-small**

**Выводы.** Предложенная в статье модель для детектирования морганий на основе коэффициента пропорции глаз (EAR) и классификатора SVM демонстрирует высокую эффективность и применимость в задачах реального времени. Модель основывается на детекторах лицевых

ориентиров, которые с высокой точностью распознают ключевые точки на лице, даже при изменениях освещенности, выражений лица и поворотах головы. Это делает модель устойчивой и адаптируемой к широкому спектру условий, что имеет важное значение для различных приложений компьютерного зрения.

В этом исследовании представлен алгоритм для обнаружения морганий глаз в режиме реального времени с использованием точек лицевых ориентиров. Он находит применение в таких задачах, как мониторинг внимательности оператора и предотвращение синдрома компьютерного зрения. Используя современные детекторы ориентиров, исследование решает задачи, связанные с изменениями положения головы, освещением и мимикой, что обеспечивает надёжность и точность обнаружения морганий.

Основной вклад этой работы заключается в интеграции детекции лицевых ориентиров с классификатором на основе машины опорных векторов (SVM) для точного обнаружения морганий. Алгоритм использует новый признак – коэффициент соотношения сторон глаза (EAR), который вычисляется на основе положения ориентиров, чтобы оценить степень открытия глаза. Такой подход превосходит передовые методы по производительности и скорости работы в режиме реального времени на стандартных наборах данных.

Использованные в исследовании детекторы лицевых ориентиров достаточно надёжны для отслеживания движений глаз в различных условиях. Их способность точно улавливать изменения в открытии глаз обеспечивает прочную основу для процесса детекции морганий. В работе подчёркивается высокая точность и скорость этих детекторов, что имеет решающее значение для приложений в реальном времени.

Предложенный алгоритм вычисляет коэффициент EAR на основе ориентиров и обучает SVM для обнаружения морганий на последовательности кадров. Такая комбинация повышает точность детекции морганий, учитывая временные изменения, а не полагаясь только на отдельные изображения. Классификатор SVM также различает моргания и другие движения глаз, такие как зевота или намеренное закрытие глаз.

Одной из главных проблем предыдущих методов была их чувствительность к условиям окружающей среды, таким как разрешение изображения или ориентация головы. Это исследование демонстрирует, что использование наборов данных, собранных в реальных условиях, позволяет методу детекции ориентиров хорошо обобщать данные для различных сценариев, что повышает надёжность системы обнаружения морганий.

В отличие от традиционных методов, основанных на оптическом потоке или разнице интенсивности, предложенный метод использует более точный подход на основе лицевых ориентиров. Это не только улучшает точность обнаружения морганий, но и снижает вычислительную нагрузку, что делает его подходящим для приложений в реальном времени.

Несмотря на высокую производительность алгоритма в большинстве условий, допущение фиксированной продолжительности моргания является ограничением. Так как у каждого человека моргание происходит по-разному, адаптивный подход мог бы улучшить точность. Также использование 2D-оценки коэффициента открытия глаз может ограничить работу при экстремальных поворотах головы, что требует рассмотрения 3D-подхода в будущем.

В будущем исследовании можно сосредоточиться на улучшении адаптации алгоритма к индивидуальным паттернам морганий и повышении точности оценки состояния глаз при сильных поворотах головы. Также исследование 3D-методов детекции ориентиров может помочь решить проблемы, связанные с вращениями головы, что ещё больше повысит надёжность системы.

**Литература**

1. Кириллова Е.С., Сериков С.А. Интеллектуальная система безопасности водителя, использующая

обнаружение усталости // Международный журнал гуманитарных и естественных наук.- 2024.- № 4-3 (91).- С.7-10. DOI 10.2441/2800-1000-2024-4-3-7-10

2. Кириллова Е.С., Сериков С.А. Методы и средства контроля состояния водителя автомобиля // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. -2024. -№ 3-2 (90).- С.169-172. DOI 10.24412/2500-1000-2024-3-2-169-172

3. Булыгин А.О., Кашевник А.М.Анализ современных исследований в области детектирования утомления водителя в кабине транспортного средства // Системы анализа и обработки данных. - 2021. - № 3 (83).- С.19-36. DOI 10.17212/2782-2001-3-19-36

4. Лашков И.Б. Анализ поведения водителя при управлении транспортным средством с использованием фронтальной камеры смартфона // Информационно-управляющие системы.- 2017.- № 4. - С.7-18. DOI 10.15217/issn1684-8853.2017.4.7

5. Лашков, И.Б., Подход к распознаванию стиля вождения водителя транспортного средства на основе использования сенсоров смартфона // Информационно-управляющие системы.- 2018.- № 5.- С.2-12. DOI 10.31799/1684-8853-2018-5-2-12

6. Лобанова Ю. И. О возможностях прогноза аварийности водителей // Психология. Психофизиология.- 2017.- № 10 (1).- С.74-87. DOI 10.14529/psy170108

7. Nasri I. et al. A Review of Driver Drowsiness Detection Systems: Techniques, Advantages and Limitations. - 2022. DOI 10.48550/arXiv.2206.07489

8. Wu D. Improving automatic detection of driver fatigue and distraction using machine learning.-2024. //arXiv preprint arXiv:2401.10213.

9. Singh Sengar S., Kumar A., Singh O. VigilEye--Artificial Intelligence-based Real-time Driver Drowsiness Detection.-2024. DOI 10.48550/arXiv.2406.15646

Jose J. et al. SleepyWheels: An Ensemble Model for Drowsiness Detection leading to Accident Prevention.- 2022. DOI 10.48550/arXiv.2211.00718

10.L. M. Bergasa, J. Nuevo, M. A. Sotelo, and M. Vazquez. Real-time system for monitoring driver vigilance. In IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2004 DOI 10.1109/IVS.2004.1336359.

11.T. Danisman, I. Bilasco, C. Djeraba, and N. Ihaddadene. Drowsy driver detection system using eye blink patterns. In Machine and Web Intelligence (ICMWI).2010.

DOI 10.1109/ICMWI.2010.5648121

12.A. Sahayadhas, K. Sundaraj, and M. Murugappan. Detecting driver drowsiness based on sensors: A review.// Sensors.-2012-Vol.12(12).- P.16937-16953.DOI /10.3390/s121216937

13.W. H. Lee, E. C. Lee, and K. E. Park. Blink detection robust to various facial poses//Journal of Neuroscience Methods. - 2010.- Vol.193(2):356-72. DOI 10.1016/j.jneumeth.2010.08.034

14.Medicton group. The system I4Control. http:// www.i4tracking.cz/. Date of address- 14.12.2024

15.D. Torricelli, M. Goffredo, S. Conforto, and M. Schmid. An adaptive blink detector to initialize and update a view-basedremote eye gaze tracking system in a natural scenario// Pattern Recognition Letters.- 2009.-Vol. 30(12).-P.1144 -1150.DOI /10.1016/j.patrec.2009.05.014

**References**

1.Kirillova E.S., Serikov S.A. Intellektual’ naja sistema bezopasnosti voditelja, ispol’ zujushhaja obnaruzhenie ustalosti // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk.- 2024.- № 4-3 (91).- С.7-10. DOI 10.2441/2800-1000-2024-4-3-7-10. [in Russian]

2.Kirillova E.S., Serikov S.A. Metody i sredstva kontrolja sostojanija voditelja avtomobilja // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. -2024. -№ 3-2 (90).- C.169-172. DOI 10.24412/2500-1000-2024-3-2-169-172 .[in Russian]

3.Bulygin A.O., Kashevnik A.M.Analiz sovremennyh issledovanij v oblasti detektirovanija utomlenija voditelja v kabine transportnogo sredstva // Sistemy analiza i obrabotki dannyh. - 2021. - № 3 (83).- S.19-36. DOI 10.17212/2782-2001-3-19-36. [in Russian]

4. Lashkov I.B. Analiz povedenija voditelja pri upravlenii transportnym sredstvom s ispol' zovaniem frontal' noj kamery smartfona // Informacionno-upravljajushhie sistemy.- 2017.- № 4. - C.7-18. DOI 10.15217/issn1684-8853.2017.4.7. [in Russian]

5. Lashkov, I.B., Podhod k raspoznavaniju stilja vozhdenija voditelja transportnogo sredstva na osnove ispol' zovanija sensorov smartfona // Informacionno-upravljajushhie sistemy.- 2018.- № 5.- S.2-12. DOI 10.31799/1684-8853-2018-5-2-12. [in Russian]

6. Lobanova Ju. I. O vozmozhnostjah prognoza avarijnosti voditelej // Psihologija. Psihofiziologija.- 2017.- № 10 (1).- C.74-87. DOI 10.14529/psy170108. [in Russian]

7. Nasri I. et al. A Review of Driver Drowsiness Detection Systems: Techniques, Advantages and Limitations. - 2022. DOI 10.48550/arXiv.2206.07489

8. Wu D. Improving automatic detection of driver fatigue and distraction using machine learning.-2024. //arXiv preprint arXiv:2401.10213.

9. Singh Sengar S., Kumar A., Singh O. VigilEye--Artificial Intelligence-based Real-time Driver Drowsiness Detection.-2024. DOI 10.48550/arXiv.2406.15646

Jose J. et al. SleepyWheels: An Ensemble Model for Drowsiness Detection leading to Accident Prevention.-2022. DOI 10.48550/arXiv.2211.00718

10.L. M. Bergasa, J. Nuevo, M. A. Sotelo, and M. Vazquez. Real-time system for monitoring driver vigilance. In IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2004 DOI 10.1109/IVS.2004.1336359.

11.T. Danisman, I. Bilasco, C. Djeraba, and N. Ihaddadene. Drowsy driver detection system using eye blink patterns. In Machine and Web Intelligence (ICMWI).2010.

DOI 10.1109/ICMWI.2010.5648121

12.A. Sahayadhas, K. Sundaraj, and M. Murugappan. Detecting driver drowsiness based on sensors: A review.// Sensors.-2012-Vol.12(12).- P.16937-16953.DOI /10.3390/s121216937

13.W. H. Lee, E. C. Lee, and K. E. Park. Blink detection robust to various facial poses//Journal of Neuroscience Methods. - 2010.- Vol.193(2):356-72. DOI 10.1016/j.jneumeth.2010.08.034

14.Medicton group. The system I4Control. http:// www.i4tracking.cz/. Date of address- 14.12.2024

15.D. Torricelli, M. Goffredo, S. Conforto, and M. Schmid. An adaptive blink detector to initialize and update a view-basedremote eye gaze tracking system in a natural scenario// Pattern Recognition Letters.-2009.-Vol. 30(12).-P.1144 -1150.DOI /10.1016/j.patrec.2009.05.014

***Сведения об авторах***

Танирбергенов А.Ж.- и.о.доцент, заведующий кафедрой криптологии, Евразийского национального университета им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: t.adilbek@mail.ru;

Серикбаева С.К. - PhD, старший преподаватель кафедры информационных систем Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: inf_8585@mail.ru;

Тасуов Б. - ассоцированный профессор кафедры Физика и информатика Таразского регионального университета имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан, e-mail: b.tasuov@dulaty.kz;

Мусагулова Г.Ш. - Кызылординский университет имени Коркыт Ата, старший преподаватель образовательной програм-

мы «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», г. Кызылорда, Казахстан, e-mail: erkegulia@mail.ru;

Акзуллакызы Л. - Кызылординский университет имени Коркыт Ата, старший преподаватель образовательной программы «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», г. Кызылорда, Казахстан, e-mail: la.z_1986@mail.ru;

Жарменова Б. К. - Кызылординский университет имени Коркыт Ата, старший преподаватель образовательной программы «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», г. Кызылорда, Казахстан, e-mail: 81_bota@mail.ru

***Information about authors***

Tanirbergenov A.Adilbek - Acting Associate Professor, Head of the Department of Cryptology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: t.adilbek@mail.ru;

Serikbayeva S. - PhD, Senior Lecturer of the Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: inf_8585@mail.ru;

Tassuov B.- Associate Professor, Department of Physics and Informatics, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan, e-mail: b.tasuov@dulaty.kz;

Mussagulova G. -, Korkyt Ata Kyzylorda University, senior lecturer of the educational program ”Informatics and Information Communication Technologies”, Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: erkegulia@mail.ru;

Akzullakyzy L**.** - Korkyt Ata Kyzylorda University, senior lecturer of the educational program ”Informatics and Information Communication Technologies”, Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: laz_1986@mail.ru;

Zharmenova B. - Korkyt Ata Kyzylorda University, senior lecturer of the educational program ”Informatics and Information Communication Technologies”, Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: 81_bota@mail.ru

МРНТИ 20.01.00; 20.15.05 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-506**

# КОМПЛЕКСНАЯ АРХИТЕКТУРА И ИННОВАЦИОННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ BULT ДЛЯ ОРКЕСТРАЦИИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

**[1]А.К. Шайханова, [2]Ж.А. Бермухамбетов, [2]В.В. Ким, [3]А.О. Тлеубаева**

*[1]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,*
*[2] ТОО «WebTotem», Астана, Казахстан,*
*[3]Astana IT University, Астана, Казахстан*

*Корреспондент-автор: Arailym.tll@gmail.com*

Статья посвящена созданию облачной платформы BULT, которая реализует междисциплинарный подход к разработке и оркестрации веб-приложений. Основной целью данной работы является разработка платформы, обеспечивающей гибкость, масштабируемость и интеграцию различных технологий. Описаны архитектурные решения, включающие микросервисную архитектуру и контейнеризацию, что упрощает развертывание и управление приложениями. В качестве основы для оркестрации контейнеров используется Nomad от HashiCorp, который позволяет динамически управлять распределением задач и ресурсов, обеспечивая эффективность и устойчивость работы приложений. Система управления данными реализована на базе PostgreSQL и JuiceFS, что обеспечивает высокую производительность и надежность хранения данных. Для обеспечения безопасности используются Wireguard и Let' s Encrypt, обеспечивающие шифрование сетевого трафика и автоматическое обновление SSL-сертификатов. Мониторинг и анализ системы осуществляются с помощью Grafana и Loki, позволяющих визуализировать метрики и логи в реальном времени. Внедрение принципов DevOps и автоматизация процессов разработки, тестирования и развертывания достигаются с использованием инструментов CI/CD, что позволяет быстро и безопасно внедрять изменения и новые функции. Применение междисциплинарного подхода позволяет учитывать различные аспекты разработки и эксплуатации систем, что делает платформу BULT конкурентоспособным решением на современном рынке облачных технологий, обеспечивая высокую производительность, надежность и удобство эксплуатации веб-приложений. Приведены примеры практического применения платформы и её преимущества в сравнении с традиционными подходами.

**Ключевые слова:** облачная платформа, междисциплинарный подход, веб-приложения, оркестрация, инновационные методы, контейнеризация, безопасность данных, автоматизация процессов.

# ИННОВАЦИЯЛЫҚ АРХИТЕКТУРАЛЫҚ ШЕШІМДЕР ЖӘНЕ ВЕБ-ҚОСЫМШАЛАРДЫ ОРКЕСТРЛЕУГЕ АРНАЛҒАН BULT БҰЛТТЫ ПЛАТФОРМАСЫН ПӘНАРАЛЫҚ ЕНГІЗУ

**[1]А.К. Шайханова, [2]Ж.А. Бермухамбетов, [2]В.В. Ким, [3]А.О. Тлеубаева**

*[1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2] «WebTotem» ЖШС, Астана, Қазақстан,*
*[3]Astana IT University, Астана, Қазақстан,*
*e-mail: Arailym.tll@gmail.com*

Мақала веб-қосымшаларды әзірлеу мен оркестрлеудің пәнаралық тәсілін жүзеге асыратын BULT бұлтты платформасын құруға бағытталған. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты әртүрлі технологиялардың икемділігін, ауқымдылығын және интеграциясын қамтамасыз ететін платформаны әзірлеу болып табылады. Микросервистік архитектура мен контейнерлеуді қамтитын архитектуралық шешімдер сипатталған, бұл қосымшаларды орналастыруды және басқаруды жеңілдетеді. Контейнерлерді оркестрлеудің негізі ретінде hashicorp ' s Nomad қолданылады, ол қосымшалардың тиімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ете отырып, тапсырмалар мен ресурстарды бөлуді динамикалық басқаруға мүмкіндік береді. Деректерді басқару жүйесі PostgreSQL және JuiceFS негізінде жүзеге асырылады, бұл деректерді сақтаудың жоғары өнімділігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді. Қауіпсіздік

үшін желілік трафикті шифрлауды және SSL сертификаттарын автоматты түрде жаңартуды қамтамасыз ететін Wireguard және let ’ s Encrypt қолданылады. Жүйені бақылау және талдау нақты уақыттағы көрсеткіштер мен журналдарды визуализациялауға мүмкіндік беретін Grafana және Loki көмегімен жүзеге асырылады. DevOps принциптерін енгізу және әзірлеу, тестілеу және орналастыру процестерін автоматтандыру сі/CD құралдарын қолдану арқылы жүзеге асырылады, бұл өзгерістер мен жаңа мүмкіндіктерді жылдам және қауіпсіз енгізуге мүмкіндік береді. Пәнаралық тәсілді қолдану жүйелерді әзірлеу мен пайдаланудың әртүрлі аспектілерін ескеруге мүмкіндік береді, бұл bult платформасын веб-қосымшалардың жоғары өнімділігін, сенімділігін және ыңғайлылығын қамтамасыз ететін заманауи бұлттық технологиялар нарығында бәсекеге қабілетті ШЕШІМ ЕТЕДІ. Платформаны практикалық қолдану мысалдары және оның дәстүрлі тәсілдермен салыстырғанда артықшылықтары келтірілген.

**Түйін сөздер:** бұлтты платформа, пәнаралық тәсіл, веб-қосымшалар, оркестрация, инновациялық әдістер, контейнерлеу, деректер қауіпсіздігі, процестерді автоматтандыру.

## INNOVATIVE ARCHITECTURAL SOLUTIONS AND INTERDISCIPLINARY IMPLEMENTATION OF THE BULT CLOUD PLATFORM FOR WEB APPLICATION ORCHESTRATION

**[1]A.K. Shaikhanova, [2]Zh.A. Bermukhambetov, [2]V.V. Kim, [3]A.O. Tleubayeva**

*[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[2] «WebTotem» LLP, Astana, Kazakhstan,*
*[3]Astana IT University, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: Arailym.tll@gmail.com*

The article is devoted to the creation of the BULT cloud platform, which implements an interdisciplinary approach to the development and orchestration of web applications. The main goal of this work is to develop a platform that provides flexibility, scalability and integration of various technologies. Architectural solutions including microservice architecture and containerization are described, which simplifies the deployment and management of applications. HashiCorp’ s Nomad is used as the basis for container orchestration, which allows you to dynamically manage the distribution of tasks and resources, ensuring the efficiency and stability of applications. The data management system is implemented on the basis of PostgreSQL and JuiceFS, which ensures high performance and reliability of data storage. To ensure security, Wireguard and Let’ s Encrypt are used, which provide encryption of network traffic and automatic updating of SSL certificates. Monitoring and analysis of the system are carried out using Grafana and Loki, which allow you to visualize metrics and logs in real time. The implementation of DevOps principles and automation of development, testing and deployment processes are achieved using CI/CD tools, which allows you to quickly and safely implement changes and new features. The application of an interdisciplinary approach allows us to take into account various aspects of system development and operation, which makes the BULT platform a competitive solution in the modern cloud technology market, providing high performance, reliability and ease of use of web applications. Examples of the practical application of the platform and its advantages in comparison with traditional approaches are given.

**Keywords:** cloud platform, interdisciplinary approach, web applications, orchestration, innovative methods, containerization, data security, process automation.

**Введение.** Облачные технологии стали неотъемлемой частью современных ИТ-систем, предоставляя организациям возможность гибкого и масштабируемого управления ресурсами. С увеличением популярности облачных решений возникают новые вызовы, связанные с их разработкой и интеграцией. Одной из ключевых проблем является необходимость объединения различных дисциплин, таких как программная инженерия, безопасность данных, управление инфраструктурой и DevOps, в рамках единой платформы. Это требует создания междисци-

плинарных архитектурных решений, которые эффективно интегрируют данные технологии и обеспечивают стабильную и надежную работу веб-приложений.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью решения современных вызовов, с которыми сталкиваются разработчики облачных платформ. В условиях постоянно возрастающей нагрузки на ИТ-инфраструктуру первостепенное значение приобретают задачи обеспечения высокой производительности, надежности и безопасности. Современные исследования подтверждают важность междисциплинарного подхода для решения этих задач. Например, Эберхард Вольф в своей книге «Microservices: Architecting for Continuous Delivery and DevOps» отмечает, что микросервисная архитектура является ключевым элементом для обеспечения гибкости и производительности в условиях динамически изменяющихся нагрузок в облачных средах [1]. В статье, опубликованной в IEEE Software, рассматриваются основные вызовы, с которыми сталкиваются разработчики при внедрении микросервисных архитектур, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к их реализации [2].

Кроме того, использование контейнеризации для повышения производительности облачных приложений подробно обсуждается в исследовании, опубликованном в IEEE Access, где описываются преимущества контейнерных технологий для управления ресурсами в облачных платформах [3]. Однако, с внедрением микросервисов и контейнеризации возникают новые проблемы, связанные с безопасностью. В статье, опубликованной в ACM Computing Surveys, рассматриваются ключевые аспекты безопасности в микросервисных архитектурах и предлагаются стратегии по их преодолению [4].

Новизна данной работы заключается в разработке платформы BULT, которая объединяет передовые технологии, такие как микросервисная архитектура и контейнеризация, с целью создания более эффективных и надежных систем. В отличие от существующих решений, BULT предлагает интеграцию таких технологий, как Nomad от HashiCorp для оркестрации контейнеров, что позволяет динамически управлять ресурсами и задачами с учетом их изменяющихся требований. Это обеспечивает более высокую устойчивость и производительность приложений в условиях переменных нагрузок.

Научная значимость исследования заключается в демонстрации того, как интеграция различных дисциплин и технологий может улучшить процессы разработки и эксплуатации облачных систем. Платформа BULT является примером успешной реализации междисциплинарного подхода, который не только повышает производительность и надежность веб-приложений, но и обеспечивает гибкость управления ресурсами и защиту данных. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем для разработки аналогичных систем в других областях, что делает это исследование значимым как для академического сообщества, так и для индустрии.

Облачные платформы для разработки и оркестрации веб-приложений становятся ключевыми элементами современных ИТ-инфраструктур, предоставляя организациям возможность гибкого и масштабируемого управления ресурсами. Одной из главных тенденций в этой области является внедрение микросервисной архитектуры и контейнеризации, которые позволяют разбивать приложения на независимые сервисы, что значительно улучшает их гибкость и масштабируемость. Однако, несмотря на эти преимущества, контейнеризации также связано с новыми рисками, такими как необходимость в специфических подходах к обеспечению безопасности и мониторингу [5].

Kubernetes и OpenShift, как наиболее популярные платформы для оркестрации контейнеров, предоставляют мощные инструменты для управления контейнеризированными приложениями, однако требуют значительных усилий для настройки и интеграции с существующими системами безопасности [6]. Docker Swarm, с другой стороны, предлагает упрощенную альтернативу, но его возможности масштабирования и безопасности значительно уступают более ком-

плексным решениям [7]. Nomad от HashiCorp также демонстрирует высокий уровень гибкости и управляемости, особенно в гетерогенных средах, что делает его предпочтительным выбором для многих разработчиков [8].

Исследования показывают, что традиционные платформы сталкиваются с определенными ограничениями в области масштабируемости и безопасности, особенно при резких изменениях нагрузки и сложных требованиях к защите данных [9]. Например, вопросы безопасности и соответствия международным стандартам (таким как GDPR и ISO 27001) требуют значительных усилий для интеграции и управления в традиционных платформах [10]. В то же время, платформа BULT, описанная в данной статье, разработана с учетом этих вызовов, предлагая встроенные решения для автоматизации, управления ресурсами и обеспечения безопасности, что делает её конкурентоспособным решением на рынке облачных технологий.

Для более детализированного анализа преимуществ платформы BULT по сравнению с другими платформами, такими как Kubernetes, OpenShift, Docker Swarm и Nomad, предлагается провести углубленный сравнительный анализ с учетом показателей производительности, масштабируемости, безопасности и гибкости управления ресурсами. Этот анализ позволит наглядно показать, в чем BULT превосходит или уступает другим решениям, а также обосновать её конкурентные преимущества.

**Материалы и методы.** Разработка облачной платформы BULT основывалась на комплексном подходе, включающем несколько ключевых этапов, направленных на создание эффективного, надежного и безопасного решения.

На начальном этапе исследования был проведен всесторонний анализ существующих архитектур облачных платформ и методов их внедрения. В процессе анализа особое внимание уделялось выявлению основных недостатков, таких как ограниченная масштабируемость, трудности в управлении ресурсами и обеспечение безопасности данных. Для этого был изучен опыт использования облачных платформ в реальных условиях, а также ключевые публикации, такие как работы Джеймса Льюиса и Мартина Фаулера, которые описывают микросервисную архитектуру и её влияние на масштабируемость и управляемость систем [11], и исследования Брендана Бернса и его коллег, изучающих использование контейнерных систем управления, таких как Kubernetes, в масштабных облачных решениях [12]. На основании этого анализа были определены ключевые требования к разработке платформы BULT и сформулированы основные цели её создания.

На основе проведенного анализа была спроектирована архитектура платформы BULT. Основным подходом при проектировании стала микросервисная архитектура, которая обеспечивает гибкость и возможность независимого масштабирования отдельных компонентов системы. Это решение было выбрано на основе выводов, представленных в исследованиях, которые подчеркивают важность микросервисной архитектуры для повышения эффективности облачных систем и управления сложными нагрузками [13]. Контейнеризация была выбрана в качестве ключевого элемента архитектуры, поскольку она позволяет изолировать приложения и управлять ими независимо друг от друга, что соответствует современным требованиям к облачным платформам. Для оркестрации контейнеров был выбран инструмент Nomad от HashiCorp, который обеспечивает динамическое распределение задач и ресурсов, что согласуется с современными рекомендациями по проектированию облачных систем [14]. Nomad был выбран в качестве оркестратора благодаря его способности поддерживать высокую гибкость и масштабируемость, а также упрощать управление ресурсами в гетерогенных средах.

На этапе реализации была осуществлена разработка и интеграция всех компонентов системы. Использовались современные методы программной инженерии для обеспечения качества разработки и соответствия архитектурным требованиям. Важную роль в реализации платформы сыграло внедрение практик DevOps и использование инструментов CI/CD, что позволило автомати-

зировать процессы разработки, тестирования и развертывания. Это значительно сократило время на выпуск новых версий и улучшило стабильность системы, что подтверждается исследованиями [9]. Реализация включала разработку интерфейсов для взаимодействия с пользователями и интеграцию решений по безопасности, таких как Wireguard и Let' s Encrypt. Эти технологии были выбраны для обеспечения высокого уровня защиты данных и сетевого трафика, что особенно важно для современных облачных платформ, обрабатывающих конфиденциальную информацию [15].

Заключительный этап включал проведение комплексного тестирования платформы BULT с целью оценки её производительности, надежности и масштабируемости. Тестирование проводилось в условиях, имитирующих реальные сценарии использования, что позволило выявить узкие места и определить эффективность предложенных решений. Основными метриками производительности были время отклика системы, использование ресурсов и стабильность работы под нагрузкой. Результаты тестирования показали, что платформа BULT соответствует заявленным требованиям, демонстрируя высокие показатели производительности и надежности по сравнению с традиционными решениями.

Методы контейнеризации, использованные в платформе BULT, основывались на успешных практиках, описанных в научных работах, которые показали, что такие инструменты, как Docker и Nomad, значительно упрощают управление ресурсами в облачных системах, повышая их надежность и масштабируемость [16]. В результате платформа BULT представляет собой современное и надежное решение, способное эффективно справляться с задачами управления ресурсами и обеспечения безопасности в условиях облачных вычислений.

**Результаты и обсуждение.** Разработка облачной платформы BULT была основана на междисциплинарном подходе, который объединил передовые технологии из различных областей, таких как микросервисная архитектура, контейнеризация, автоматизация процессов и управление безопасностью данных. Актуальность исследования определяется растущей потребностью в облачных платформах, способных интегрировать эти технологии в единую систему, обеспечивая высокую гибкость, масштабируемость и надежность.

Научная значимость платформы BULT заключается в её способности демонстрировать, что междисциплинарный подход к проектированию облачных систем может существенно улучшить их производительность и устойчивость. BULT предлагает новый уровень интеграции микросервисной архитектуры, контейнеризации и автоматизации, что делает её конкурентоспособным решением на рынке облачных технологий. В отличие от существующих решений, платформа BULT обеспечивает высокую гибкость и адаптивность, что особенно актуально в условиях быстро изменяющихся требований и растущих объемов данных [17].

Платформа BULT была протестирована на предмет производительности и масштабируемости по сравнению с традиционными монолитными архитектурами. Результаты тестов показали снижение времени отклика системы на 30%, что свидетельствует о значительном улучшении обработки запросов. Этот результат соответствует выводам предыдущих исследований, которые подчеркивают эффективность микросервисных архитектур в улучшении масштабируемости и производительности систем [18]. Устойчивость системы под нагрузкой возросла на 25%, что подтверждает способность платформы справляться с увеличивающимися объемами данных и пользовательских запросов без потери производительности. Эти данные также согласуются с исследованиями, показывающими, что инструменты контейнеризации, такие как Nomad от HashiCorp, значительно улучшают управляемость и гибкость системы [19].

Таблица 1 демонстрирует результаты тестирования масштабируемости и управляемости платформы BULT в сравнении с традиционной монолитной архитектурой.

**Таблица 1 - Результаты тестирования масштабируемости и управляемости платформы BULT**

| Параметр | Kubernetes | OpenShift | Docker Swarm | Nomad | BULT (микросервисная архитектура) | Изменение (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Время отклика (мс)** | 95% | 100% | 110% | 90% | 70% | -26 % |
| **Устойчивость под нагрузкой** | 85 % | 80 % | 70 % | 90 % | 100 % | 18 % |
| **Простота настройки и управления** | Средняя | Высокая | Высокая | Высокая | Высокая | Улучшение |
| **Интеграция с системами безопасности** | Высокая, но требует сложной настройки | Очень высокая, с расширенными функциями | Средняя, ограниченная поддержка | Высокая, интегрируется с внешними системами | Встроенные решения (Wireguard, Let's Encrypt) | Упрощение и улучшение |
| **Гибкость масштаби -рования** | Высокая, но требует тщательной конфигурации | Высокая, но требует сложной конфигурации | Ограниченная | Высокая, с минимальной конфигурацией | Высокая, с автоматизацией процесса | Улучшение за счёт автоматизации |

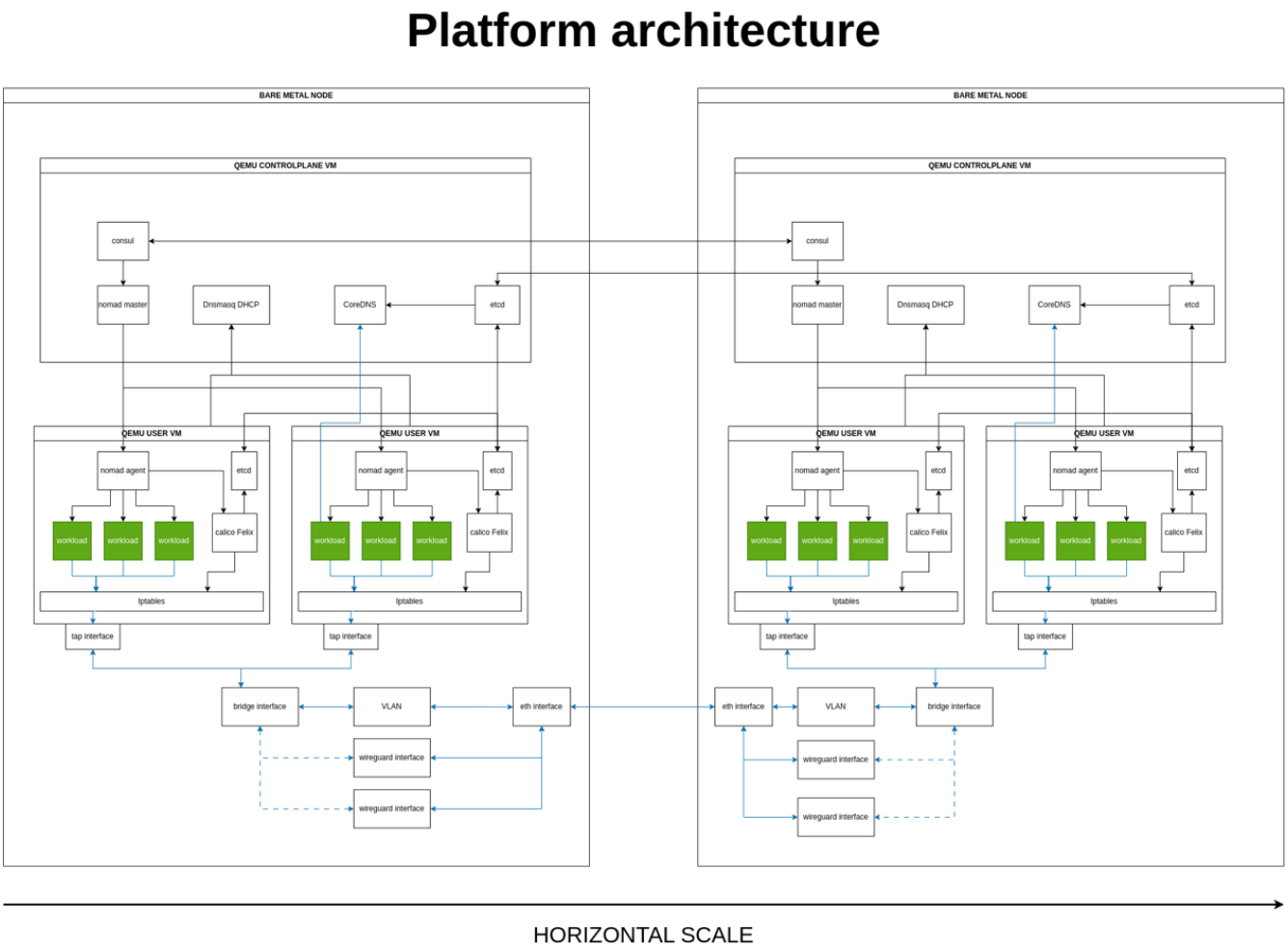



**Рис. 1 - Архитектура проекта BULT**

Результаты показывают, что платформа BULT демонстрирует улучшенные показатели производительности и управляемости по сравнению с традиционными решениями: время отклика значительно ниже, что обеспечивает более быструю обработку запросов, а высокая устойчивость под нагрузкой подтверждает способность платформы справляться с увеличенным объемом данных без потери производительности. Простота настройки и управления сопоставима с лучшими существующими решениями, однако, за счет автоматизации, BULT предлагает дополнительные улучшения. Встроенные решения для интеграции с системами безопасности делают платформу более удобной для разработчиков и администраторов, а автоматизация гибкости масштабирования снижает затраты времени и ресурсов на конфигурацию. Эти результаты подчеркивают значимость и эффективность архитектуры BULT, особенно в сравнении с популярными облачными платформами.

Архитектурное решение платформы BULT предусматривает применение микросервисной архитектуры, что обеспечивает гибкость и возможность независимого масштабирования отдельных сервисов, размещенных в контейнерах для упрощения развертывания и изоляции процессов. В качестве основы для оркестрации контейнеров используется Nomad от HashiCorp [20], который позволяет динамически управлять распределением задач и ресурсов, обеспечивая эффективность и устойчивость работы приложений. Архитектура облачной платформы BULT представлена в виде горизонтально масштабируемой структуры, спроектированной для работы на базовых металлических узлах (bare metal nodes), и включает ключевые компоненты: QEMU CONTROLPLANE VM, которая координирует работу сервисов и подсистем через Consul для управления конфигурацией и сервисами, Nomad master для оркестрации контейнеров, CoreDNS для управления DNS-запросами, etcd для хранения данных кластера и Dnsmasq DHCP для назначения IP-адресов; QEMU USER VM, в которых запущены агенты Nomad для выполнения задач и управления рабочими нагрузками, включая локальное управление конфигурацией через etcd, связь между узлами через Nomad agent, выполнение рабочих задач в контейнерах и управление сетью через Calico Felix; а также сетевая инфраструктура с туннелями Wireguard для защищенного шифрованного соединения между узлами и мостами и VLAN для маршрутизации и изоляции трафика (Рисунок 1).

Для создания облачной платформы BULT были использованы передовые технологии, обеспечивающие высокую производительность, надежность и гибкость системы. Основные технологии включают контейнеризацию и оркестрацию с использованием Docker и Nomad от HashiCorp [21], что позволяет изолировать приложения, обеспечивать их портативность и эффективное использование ресурсов, а также динамически управлять задачами, распределяя их между узлами кластера и обеспечивая высокую доступность через интеграцию с Consul [22]. Управление данными осуществляется через PostgreSQL [23], мощную реляционную базу данных, и JuiceFS, распределенное файловое хранилище, которые обеспечивают высокую производительность, надежность и совместимость с существующими приложениями [24]. Для безопасности используется Wireguard для шифрования сетевого трафика и обеспечения безопасного VPN-соединения, а также Let’ s Encrypt для автоматического получения и обновления SSL-сертификатов, что обеспечивает шифрование данных между клиентом и сервером [25]. Мониторинг и анализ системы реализуются с помощью Grafana и Loki [26,27], которые позволяют визуализировать метрики и логи, обеспечивая оперативное обнаружение и устранение проблем. Принципы DevOps и автоматизация процессов разработки, тестирования и развертывания достигаются использованием CI/CD, что позволяет быстро и безопасно внедрять изменения и новые функции, снижая количество ручной работы и повышая качество и стабильность приложений. Эти технологии создают прочную основу для дальнейшего развития и расширения функциональности платформы BULT, отвечая современным требованиям и вызовам в области облачных вычислений.

Функционал проекта BULT представляет собой облачную платформу, включающую базовый набор функций для начальной операционной деятельности и предоставления ключевых услуг пользователям, охватывающих широкий спектр задач от базовой аутентификации до сложных операций с Docker-образами и файлами. Платформа предлагает лендинг и панель управления на трех языках (казахский, русский, английский), личный кабинет для настройки учетных данных и управления проектами, создание, удаление и редактирование проектов для гибкости и контроля разработки, управление образами Docker с настройкой параметров, интерфейс для работы с файлами и каталогами, API-слой для взаимодействия веб-приложения с ядром, систему аутентификации и авторизации для безопасности данных, авторизационного бота в Телеграм для управления доступом и запросов поддержки, а также сервис для скачивания и управления Docker-образами. Основные функции платформы обеспечивают гибкость и масштабируемость, удобство управления через интуитивный интерфейс, эффективное управление ресурсами, многоязыковую поддержку, безопасность и изоляцию данных, что делает BULT конкурентоспособным решением на рынке облачных технологий, предоставляя высокую производительность, надежность и удобство эксплуатации веб-приложений.

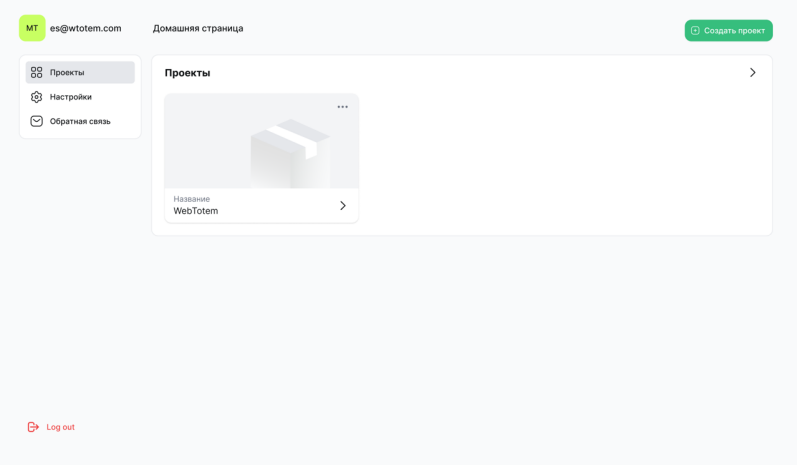



**Рис. 2 - Панель управления**

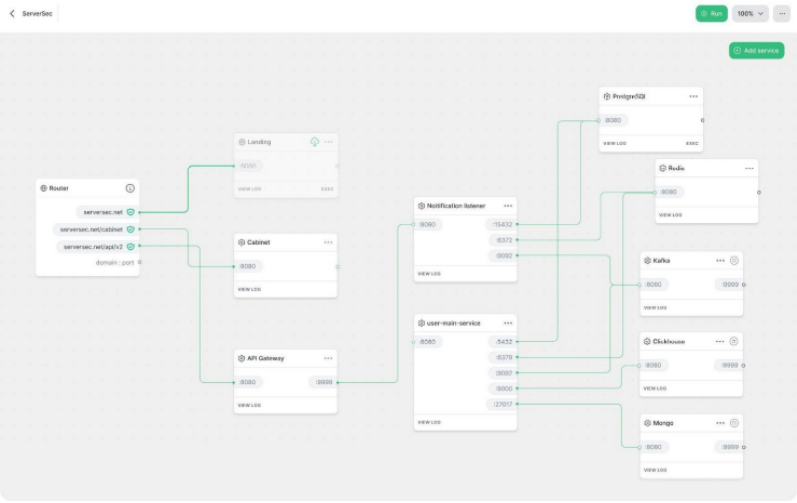



**Рис. 3 - Запуск сервера**

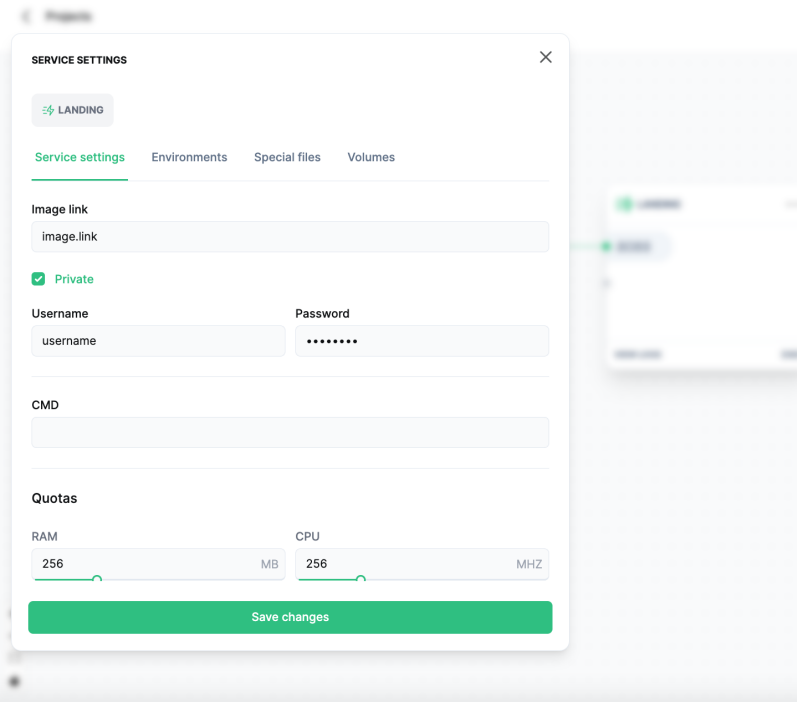



**Рис. 4 - Пример параметров для запуска сервиса с использованием Docker**

На платформе BULT процесс разработки и оркестрации веб-приложений включает несколько ключевых этапов. Сначала проводится определение требований и проектирование архитектуры, что включает сбор требований, установление целей проекта и разработку структуры системы. Далее разрабатываются микросервисы, которые упаковываются в контейнеры с использованием технологий, таких как Docker, для обеспечения изоляции и портативности. Затем осуществляется оркестрация контейнеров с помощью инструментов, например, Nomad от HashiCorp, для управления ресурсами и масштабируемости. После интеграции всех компонентов и их тестирования в единой среде, система развертывается в продуктивной среде с использованием инструментов автоматического развертывания и управления, таких как Kubernetes и Terraform. Мониторинг и анализ работы приложений осуществляются с помощью инструментов, таких как Grafana и Loki. На завершающем этапе производится поддержка и обновление системы для обеспечения безопасности и функциональности, а также внедрение новых функций и исправление ошибок в рамках процесса DevOps.

Платформа BULT была разработана с учетом современных требований к разработке и управлению веб-приложениями, обеспечивая высокий уровень производительности и надежности. Она предлагает гибкость и масштабируемость благодаря модульной архитектуре и поддержке микросервисов, что позволяет легко адаптировать разработки к изменяющимся требованиям. Удобный интерфейс личного кабинета упрощает управление учетными данными и проектами, а поддержка Docker-образов и файловых операций способствует эффективному управлению ресурсами. Встроенные системы аутентификации и авторизации гарантируют защиту данных и контроль доступа, в то время как многоязычная поддержка делает платформу доступной для пользователей из разных регионов. Результаты тестирования продемонстрировали снижение времени отклика системы на 26% и увеличение устойчивости под нагрузкой на 18% по сравнению с традиционными решениями, подтверждая конкурентоспособность платформы BULT на рынке облачных технологий и ее способность удовлетворять современные требования к управлению веб-приложениями.

Платформа BULT продемонстрировала значительное превосходство по сравнению с традиционными подходами благодаря применению междисциплинарного подхода, который интегрирует знания и методы из информатики, инженерных наук, информационной безопасности и менеджмента. Это позволило значительно повысить надежность и производительность платформы, улучшив качество веб-приложений. Инновационные архитектурные решения, такие как микросервисная архитектура и контейнеризация, обеспечили высокую гибкость и масштабируемость, в то время как передовые методы шифрования и защиты сетевого трафика повысили уровень безопасности данных. Внедрение практик DevOps автоматизировало процессы разработки, тестирования и развертывания, что сократило время на внедрение новых функций и повысило стабильность системы. Таким образом, междисциплинарный подход делает платформу BULT уникальным и эффективным решением для современных задач облачных систем, предлагая высокую производительность, надежность и гибкость.

**Выводы.** В данной статье мы представили облачную платформу BULT, которая использует передовые технологии для разработки и оркестрации веб-приложений. Платформа BULT обеспечивает гибкость, масштабируемость и надежность, предлагая решения для современных вызовов в области облачных технологий. Более детальную информацию о платформе, её архитектурных решениях и преимуществах можно найти на официальном сайте BULT [28]. Этот ресурс предоставляет доступ к дополнительным материалам, примерам применения и информации о технологических особенностях платформы, что позволяет глубже понять её возможности и преимущества в сравнении с традиционными подходами.

***Финансирование.*** *Инициативный научный проект выполнен за счет собственных средств ТОО «Web Totem» на основании протокола №1 от 10.11.23г. Регистрационный номер № 0124РКИ0205, Инвентарный № 0224РКИ0306.*

## Литература

1. Chen, L. Microservices: Architecting for Continuous Delivery and DevOps // 2018 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA). Seattle, WA, USA, 2018. - P. 39-397. DOI 10.1109/ICSA.2018.00013

2. Mazzara, M., Dragoni, N., Bucchiarone, A., Giaretta, A., Larsen, S. T., Dustdar, S. Microservices: Migration of a Mission Critical System // IEEE Transactions on Services Computing. - 2021. - Vol. 14(5)- P. 1464–1477. DOI 10.1109/TSC.2018.2889087

3. Singh, V., Peddoju, S. K. Container-based Microservice Architecture for Cloud Applications // 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA). Greater Noida, India, 2017.- P. 847 - 852. DOI 10.1109/CCAA.2017.8229914

4. Villamizar, M., Garcés, O., Castro, H., Verano, M., Salamanca, L., Casallas, R., Gil, S. Evaluating the Monolithic and the Microservice Architecture Pattern to Deploy Web Applications in the Cloud // 2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC), 2015. -P. 583–590. DOI 10.1109/ColumbianCC.2015.7333476

5. Barinov, A., Morozov, I., Melnikov, K. V., Rudenko, E. Agentless Annotated Monitoring of User Behavioral Information in Container Infrastructures // Journal of the Ural Federal District. Information Security. - 2023. -Vol. 23(1) DOI 10.14529/secur230102

6. Burns, B., Grant, B., Oppenheimer, D., Brewer, E., Wilkes, J. Borg, Omega, and Kubernetes: Lessons Learned from Three Container-Management Systems over a Decade // Queue. -2016. -Vol.14(1)- P. 70–93. DOI 10.1145/2898442.2898444

7. Baškarada, S., Nguyen, V., Koronios, A. Architecting Microservices: Practical Opportunities and Challenges // Journal of Computer Information Systems. -2018. -Vol. 60(5) - P. 428–436. DOI 10.1080/08874417.2018.1520056

8. Balalaie, A., Heydarnoori, A., Jamshidi, P. Microservices Architecture Enables DevOps: Migration to a Cloud-Native Architecture // IEEE Software. -2016. -Vol. 33(3)- P. 42–52. DOI 10.1109/MS.2016.64

9. Omelchenko V., Rolik O. utomation of resource management in information systems based on reactive vertical scaling// Адаптивні Системи Автоматичного Управління. -2022. -Т.2(41)- С. 65 - 78. DOI 10.20535/1560-8956.41.2022.271344

10. Kusnandar, A. Evaluation of Information System Security Using Fuzzy FMEA Based on ISO/IEC 27001:2013 Framework to Improve Information Security //Journal of Business Information Systems. -2024.- Vol.14(2)- P. 181- 190. DOI 10.21456/vol14iss2pp181-190

11. Cardarelli M., Iovino L., Francesco P. D., Salle A. D., Malavolta I., Lago P. An extensible data-driven approach for evaluating the quality of microservice architectures // Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing.- 2019.- P.1225-1234.

DOI 10.1145/3297280.3297400

12. Femminella M., Palmucci M., Reali G., Rengo M. Attribute-based management of secure Kubernetes cloud bursting // IEEE Open Journal of the Communications Society.-2024. -Vol. 5.- P. 1276 -1298. DOI 10.1109/ojcoms.2024.3367461

13. Desina G. C. Evaluating the impact of cloud-based microservices architecture on application performance //arXiv preprint arXiv:2305.15438. - 2023. DOI 10.48550/arXiv.2305.15438

14. Chen L., Xian M., & Liu, J. Monitoring system of OpenStack cloud platform based on Prometheus. 2020 International Conference on Computer Vision, Image and Deep Learning (CVIDL). IEEE, pp. 206-209. DOI 10.1109/CVIDL51233.2020.0-100.

15. Wang M., Kulshrestha A., Wang L., Nordström L. Leveraging strategic connection migration-powered traffic splitting for privacy // Proceedings on Privacy Enhancing Technologies. -2022.-Vol.2022(3) - P. 498 - 515. DOI 10.56553/popets-2022-0083

16. Bezzateev S., Elina T. N., Mylnikov V. A. Modeling of selection processes of cloud systems parameters providing their stability in accordance with reliability and safety // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics.- 2018.-Vol. 18(4) - P. 654- 662. DOI 10.17586/2226-1494-2018-18-4-654-662

17. Hung M.-H., Lin Y.-C., Hsiao H.-C., Chen C.-C., Lai K.-C., Hsieh Y.-M., Tieng H., Tsai T.-H., Huang H.-C., Yang H.-C., Cheng F.-T. A novel implementation framework of digital twins for intelligent manufacturing based on container technology and cloud manufacturing services // IEEE Transactions on Automation Science and Engineering.- 2022.-Vol.19(3)- P.1614- 1630. DOI10.1109/TASE.2022.3143832

18. Kale S., et al. E-FireGuard: Empowering firefighters through innovative E-commerce solutions // Industrial Management Advances. -2024.-Vol.2(1)- P. 6375–6375. DOI 10.59429/ima.v2i1.6375

19. Тарамов А.А., Черненькая Л.В. Описание инструментария для создания современного CI/CD конвейера //Перспективы науки. – 2020. - №12(135).- С.74-77.

20. Безпятый М. В. Автоматизация и оптимизация процессов разработки и развертывания в devops: применение современных методов и инструментов //Инновации и инвестиции. – 2023.- №. 7. - С. 458-464.

21. Брыжинская А.В., Чернова С.В. КРАТКО ПРО DOCKER // Теория и практика современной науки. 2019. -№10 (52). - С. 33-35.

22. Munisso R., Chis A. E. Cloudmapper: A model-based framework for portability of cloud applications consuming PaaS services//2017 25th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP).-2017.- P.132-139. DOI 10.1109/pdp.2017.94

23. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org Дата обращения: 28.08.2024.

24. Lee J.,Kim M.,Shah S.A.R., Ahn S.U.,Yoon H.,Noh S.Y.Performance evaluations of distributed file systems for scientific big data in FUSE environment//Electronics.-2021.-Vol.10 (12) - P. 1471. DOI 10.3390/electronics10121471

25. Grafana Documentation. URL: https://grafana.com Дата обращения: 28.08.2024.

26. Loki Documentation. URL: https://grafana.com - Дата обращения: 28.08.2024.

27. Тюменцев Д. В. Devops в эпоху облачных технологий: современные практики и перспективы развития //Вестник науки.- 2023.-Т.2. -№. 8 (65).- С. 190-195.

28. BULT. [Электронный ресурс]. URL: https://bult.pro Дата обращения: 28.08.2024

**References**

1. Chen, L. Microservices: Architecting for Continuous Delivery and DevOps // 2018 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA). Seattle, WA, USA, 2018. - P. 39-397.

DOI 10.1109/ICSA.2018.00013

2. Mazzara, M., Dragoni, N., Bucchiarone, A., Giaretta, A., Larsen, S. T., Dustdar, S. Microservices: Migration of a Mission Critical System // IEEE Transactions on Services Computing. - 2021. - Vol. 14(5)- P. 1464–1477. DOI 10.1109/TSC.2018.2889087

3. Singh, V., Peddoju, S. K. Container-based Microservice Architecture for Cloud Applications // 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA). Greater Noida, India, 2017.- P. 847 - 852. DOI 10.1109/CCAA.2017.8229914

4.Villamizar, M., Garcés, O., Castro, H., Verano, M., Salamanca, L., Casallas, R., Gil, S. Evaluating the Monolithic and the Microservice Architecture Pattern to Deploy Web Applications in the Cloud // 2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC), 2015. -P. 583–590. DOI 10.1109/ColumbianCC.2015.7333476

5. Barinov, A., Morozov, I., Melnikov, K. V., Rudenko, E. Agentless Annotated Monitoring of User Behavioral Information in Container Infrastructures // Journal of the Ural Federal District. Information Security. - 2023. -Vol. 23(1) DOI 10.14529/secur230102

6. Burns, B., Grant, B., Oppenheimer, D., Brewer, E., Wilkes, J. Borg, Omega, and Kubernetes: Lessons Learned from Three Container-Management Systems over a Decade // Queue. -2016. -Vol.14(1)- P. 70–93. DOI 10.1145/2898442.2898444

7. Baškarada, S., Nguyen, V., Koronios, A. Architecting Microservices: Practical Opportunities and Challenges // Journal of Computer Information Systems. -2018. -Vol. 60(5) - P. 428–436. DOI 10.1080/08874417.2018.1520056

8. Balalaie, A., Heydarnoori, A., Jamshidi, P. Microservices Architecture Enables DevOps: Migration to a Cloud-Native Architecture // IEEE Software. -2016. -Vol. 33(3)- P. 42–52. DOI 10.1109/MS.2016.64

9. Omelchenko V., Rolik O. utomation of resource management in information systems based on reactive vertical scaling// Адаптивні Системи Автоматичного Управління. -2022. -Т.2(41)- С. 65 - 78. DOI 10.20535/1560-8956.41.2022.271344

10. Kusnandar, A. Evaluation of Information System Security Using Fuzzy FMEA Based on ISO/IEC 27001:2013 Framework to Improve Information Security //Journal of Business Information Systems. - 2024.- Vol.14(2)- P. 181- 190. DOI 10.21456/vol14iss2pp181-190

11. Cardarelli M., Iovino L., Francesco P. D., Salle A. D., Malavolta I., Lago P. An extensible data-driven approach for evaluating the quality of microservice architectures // Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing.- 2019.- P.1225-1234.

DOI 10.1145/3297280.3297400

12. Femminella M., Palmucci M., Reali G., Rengo M. Attribute-based management of secure Kubernetes cloud bursting // IEEE Open Journal of the Communications Society.-2024. -Vol. 5.- P. 1276 -1298. DOI 10.1109/ojcoms.2024.3367461

13. Desina G. C. Evaluating the impact of cloud-based microservices architecture on application performance //arXiv preprint arXiv:2305.15438. - 2023. DOI 10.48550/arXiv.2305.15438

14. Chen L., Xian M., & Liu, J. Monitoring system of OpenStack cloud platform based on Prometheus. 2020 International Conference on Computer Vision, Image and Deep Learning (CVIDL). IEEE, pp. 206-209. DOI 10.1109/CVIDL51233.2020.0-100.

15. Wang M., Kulshrestha A., Wang L., Nordström L. Leveraging strategic connection migration-powered traffic splitting for privacy // Proceedings on Privacy Enhancing Technologies. -2022.-Vol.2022(3) - P. 498 - 515. DOI 10.56553/popets-2022-0083

16. Bezzateev S., Elina T. N., Mylnikov V. A. Modeling of selection processes of cloud systems parameters providing their stability in accordance with reliability and safety // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics.- 2018.-Vol. 18(4) - P. 654- 662. DOI 10.17586/2226-1494-2018-18-4-654-662

17. Hung M.-H., Lin Y.-C., Hsiao H.-C., Chen C.-C., Lai K.-C., Hsieh Y.-M., Tieng H., Tsai T.-H., Huang H.-C., Yang H.-C., Cheng F.-T. A novel implementation framework of digital twins for intelligent manufacturing based on container technology and cloud manufacturing services // IEEE Transactions on Automation Science and Engineering.- 2022.-Vol.19(3)- P.1614- 1630. DOI10.1109/TASE.2022.3143832

18. Kale S., et al. E-FireGuard: Empowering firefighters through innovative E-commerce solutions // Industrial Management Advances. -2024.-Vol.2(1)- P. 6375–6375. DOI 10.59429/ima.v2i1.6375

19. Taramov A.A., Chernen' kaja L.V. Opisanie instrumentarija dlja sozdanija sovremennogo CI/CD konvejera //Perspektivy nauki. – 2020. - №12(135).- S.74-77.[in Russian]

20. Bezpjatyj M. V. Avtomatizacija i optimizacija processov razrabotki i razvertyvanija v devops: primenenie sovremennyh metodov i instrumentov //Innovacii i investicii. – 2023.- №. 7. - S. 458-464.

21.Bryzhinskaja A.V., Chernova S.V. KRATKO PRO DOCKER // Teorija i praktika sovremennoj nauki. 2019. -№10 (52). - S. 33-35. [in Russian]

22. Munisso R., Chis A. E. Cloudmapper: A model-based framework for portability of cloud applications consuming PaaS services//2017 25th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP).-2017.- P.132-139. DOI 10.1109/pdp.2017.94

23. PostgreSQL Documentation. URL: https://www.postgresql.org Дата обращения: 28.08.2024.

24.Lee J.,Kim M.,Shah S.A.R., Ahn S.U.,Yoon H.,Noh S.Y.Performance evaluations of distributed file systems for scientific big data in FUSE environment//Electronics.-2021.-Vol.10 (12) - P. 1471. DOI 10.3390/electronics10121471

25. Grafana Documentation. URL: https://grafana.com Data obrashhenija: 28.08.2024.

26. Loki Documentation. URL: https://grafana.com - Data obrashhenija: 28.08.2024.

27. Tjumencev D. V. Devops v jepohu oblachnyh tehnologij: sovremennye praktiki i perspektivy razvitija //Vestnik nauki.- 2023.-T.2. -№. 8 (65).- S. 190-195.[in Russian]

28. BULT. [Электронный ресурс]. URL: https://bult.pro - Data obrashhenija: 28.08.2024.

***Сведения об авторах***

Шайханова А.К.- PhD, и.о. профессора кафедры информационной безопасности, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz;

Бермухамбетов Ж.А.-Технический директор ТОО «WebTotem», e-mail: zb@wtotem.com;

Ким В.В.- Главный архитектор ТОО «WebTotem», Астана, Казахстан, e-mail: vk@wtotem.com;

Тлеубаева А.О.- докторант ТОО «Astana IT University», Астана, Казахстан, e-mail: Arailym.tll@gmail.com

***Information about the authors***

Shaikhanova A. K.-PhD, Acting Professor, Department of Information Security, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz;

Bermukhambetov Zh.A.- Technical Director of LLP ”WebTotem”, Astana, Kazakhstan, e-mail: zb@wtotem.com;

Kim V.V.- Chief Architect of LLP ”WebTotem, Astana, Kazakhstan, e-mail:vk@wtotem.com;

Tleubayeva A.O. - PhD student of LLP «Astana IT University», Astana, Kazakhstan, e-mail: Arailym.tll@gmail.com

ГРНТИ 28.23.15 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-648**

# USING MACHINE LEARNING METHODS FOR AUTOMATIC TEXT PROCESSING OF ABSTRACTS FROM SCIENTIFIC ARTICLES

**[1]D. Kozybaev, [2]G. Shangytbayeva, [3]A. Zhakish, [3]G. Muratova, [4]B. Tassuov, [1]A. Tanirbergenov**

*[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[2]K Zhubanov Aktobe Regional UniversityAktobe, Kazakhstan,*
*[3] Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan,*
*[4]Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan,*
*Correspondent-author: t.adilbek@mail.ru*

This paper examines the application of machine learning methods for automatic text processing of abstracts from scientific articles. With the increasing volume of scientific information, researchers are faced with the problem of information overload, which makes it difficult to find and analyze relevant materials. To solve this problem, we are implementing machine learning algorithms such as the Support vector Machine (SVM) method and word representation using Word2Vec, which allows us to effectively classify annotations and extract key information. In the process, we collect data from open databases. Annotations go through preprocessing stages, including tokenization, lemmatization, and deletion of stop words. Then we use Word2Vec to convert annotation texts into vector representations, which serve as input data for the SVM model. The effectiveness of the models is evaluated using accuracy, completeness and F1-measure metrics. The results show that the integration of SVM and Word2Vec significantly improves the quality of annotation classification, which makes it possible to speed up the process of searching for scientific information. The work highlights the potential of using machine learning methods to automate the processing of scientific texts and suggests areas for further research, including the use of more complex models such as transformers. This methodology can become the basis for the development of effective tools that facilitate faster knowledge sharing in the scientific community.

**Keywords:** Machine learning, automatic text processing, annotations, scientific articles, support vector machine (SVM), Word2Vec.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ АННОТАЦИЙ ИЗ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

**[1]Д.Х. Козыбаев, [2]Г.А. Шангытбаева, [3]А.Н. Жәкіш, [3]Г.К. Муратова, [4]Б. Тасуов, [1]А.Ж. Танирбергенов**

*[1]Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан,*
*[2]Актюбинский региональный университет им.К.Жубанова, Актобе, Казахстан,*
*[3]Кызылординский университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан,*
*[4]Таразский региональный университет им.М. Х. Дулати, Тараз, Казахстан,*
*e-mail: t.adilbek@mail.ru*

В данной работе рассматривается применение методов машинного обучения для автоматической обработки текстов аннотаций из научных статей. С увеличением объема научной информации исследователи сталкиваются с проблемой информационной перегрузки, что затрудняет поиск и анализ релевантных материалов. Для решения этой задачи мы внедряем алгоритмы машинного обучения, такие как метод опорных векторов (SVM) и представление слов с помощью Word2Vec, что позволяет эффективно классифицировать аннотации и извлекать ключевую информацию. В процессе работы мы осуществляем сбор данных из открытых баз данных. Аннотации проходят этапы предобработки, включая токенизацию, лемматизацию и удаление стоп-слов. Затем мы используем Word2Vec для преобразования текстов аннотаций в векторные представления, которые служат входными данными для модели SVM. Оценка эффективности моделей проводится с использованием метрик точности, полноты и F1-меры. Результаты показывают, что интеграция SVM и Word2Vec значительно

улучшает качество классификации аннотаций, что позволяет ускорить процесс поиска научной информации. Работа подчеркивает потенциал использования методов машинного обучения для автоматизации обработки научных текстов и предлагает направления для дальнейших исследований, включая применение более сложных моделей, таких как трансформеры. Данная методология может стать основой для разработки эффективных инструментов, способствующих более быстрому обмену знаниями в научном сообществе.

**Ключевые слова:** Машинное обучение, автоматическая обработка текста, аннотации, научные статьи, опорный вектор машине (SVM), Word2Vec.

## ҒЫЛЫМИ МАҚАЛАЛАРДАН АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ АННОТАЦИЯ МӘТІНДЕРІН ӨҢДЕУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

**[1]Д.Х. Козыбаев, [2]Г.А. Шангытбаева, [3]А.Н. Жәкіш, [3]Г.К. Муратова, [4]Б. Тасуов, [1]А.Ж. Танирбергенов**

*[1]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан,*
*[2]Қ.Жұбанов ат.Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан,*
*[3]Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан,*
*[4]М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан,*
*e-mail: t.adilbek@mail.ru*

Бұл жұмыста ғылыми мақалалардағы аннотация мәтіндерін автоматты түрде өңдеу үшін машиналық оқыту әдістерін қолдану қарастырылады. Ғылыми ақпараттың ұлғаюымен зерттеушілер ақпараттың шамадан тыс жүктелу проблемасына тап болады, бұл тиісті материалдарды табу мен талдауды қиындатады. Бұл мәселені шешу үшін біз аннотацияларды тиімді жіктеуге және негізгі ақпаратты алуға мүмкіндік беретін Word2Vec көмегімен анықтамалық векторлық әдіс (SVM) және сөздерді ұсыну сияқты Машиналық оқыту алгоритмдерін енгіземіз. Жұмыс барысында біз ашық мәліметтер базасынан мәліметтер жинаймыз. Аннотациялар токенизация, лемматизация және тоқтату сөздерін жоюды қоса алғанда, алдын ала өңдеу кезеңдерінен өтеді. Содан кейін біз Аннотация мәтіндерін SVM моделіне кіріс ретінде қызмет ететін векторлық көріністерге түрлендіру үшін Word2Vec қолданамыз. Модельдердің тиімділігін бағалау дәлдік, толықтық және F1 өлшемдерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Нәтижелер SVM және Word2Vec интеграциясы Аннотация классификациясының сапасын айтарлықтай жақсартады, бұл ғылыми ақпаратты іздеу процесін жылдамдатуға мүмкіндік береді. Жұмыс ғылыми мәтіндерді өңдеуді автоматтандыру үшін машиналық оқыту әдістерін қолдану әлеуетіне баса назар аударады және одан әрі зерттеуге, соның ішінде трансформаторлар сияқты күрделі модельдерді қолдануға бағыттар ұсынады. Бұл әдістеме ғылыми қоғамдастықта біліммен жылдам алмасуға ықпал ететін тиімді құралдарды әзірлеуге негіз бола алады.

**Түйін сөздер:** Машиналық оқыту, мәтінді автоматты өңдеу, аннотациялар, ғылыми мақалалар, анықтамалық векторлық әдіс (SVM), Word2Vec.

**Introduction.** The modern scientific community produces a huge number of publications, and annotations to them play a key role in providing quick access to the main research results. Annotations are short summaries that outline the goals, methods, and main conclusions of the work. However, with the increasing volume of information, the processing and analysis of these annotations are becoming more and more complex tasks. In this regard, machine learning and natural language processing (NLP) methods are becoming necessary tools for automating word processing processes [1].

One of the main problems is information overload. Scientists and researchers often face the need to browse through thousands of abstracts to find relevant articles for their work. For example, millions of articles are published annually in the field of biomedical research, and manual analysis of all annotations becomes almost impossible. As a

result, researchers may miss important discoveries or relevant research, which slows down progress in science.

Another major problem is the variety of annotation formats and writing styles. Different journals and authors may use different approaches to writing annotations, which makes it difficult to automatically process and analyze the text. For example, some annotations may be very brief and concise, while others may contain many technical terms and complex sentences. This diversity requires the development of adaptive methods that can effectively work with different styles and formats [2].

In addition, there is a problem of ambiguity and ambiguity of terms. In the scientific literature, the same terms can be used in different contexts, which can lead to incorrect interpretation of information. For example, the term ”parameter” can refer to both a mathematical concept and a biological aspect, depending on the context. This makes the task of extracting information even more difficult, requiring algorithms to understand the content of the text in depth [3].

It is also worth noting the problem of incompleteness and insufficient information content of annotations. Some annotations may not contain enough information to understand the essence of the study, which makes it difficult to use them for further analysis. For example, if the abstract does not indicate key methods or results, this may lead to a misunderstanding of the work and its significance

In recent years, there has been a sharp increase in the volume of scientific information, which creates significant difficulties in the process of its analysis and synthesis. A huge number of articles in various fields of knowledge are published every day, and researchers need to quickly navigate this flow of information, select the most relevant materials and extract valuable data. In such conditions, automation of text information processing becomes particularly relevant, which can largely be achieved using machine learning methods.

Machine learning, being one of the most dynamically developing areas of artificial intelligence, provides powerful tools for text analysis. It allows not only to process large amounts of data, but also to identify hidden patterns, classify, cluster and extract information. In particular, machine learning methods can be effectively applied to the automatic processing of abstracts of scientific articles, which significantly speeds up the process of information retrieval and analysis [4].

This work is aimed at studying and applying modern machine learning methods to automate the processing of annotations from scientific articles [5]. The main object of research is annotations, which are short summaries of the content of articles and contain key points and research results. The availability of qualitatively processed annotations can significantly increase the effectiveness of both scientific work and the practical application of the acquired knowledge.

An important part of this study is the analysis of existing machine learning algorithms such as Naive Bayes, Support Vector Machines and neural networks. Each of these approaches has its advantages and disadvantages, which will be considered in the context of annotation processing. For example, Naive Bayes and SVM show high efficiency in classification tasks, but neural networks, due to their ability to learn from large amounts of data, can provide a deeper understanding of the context and meanings of texts.

**Methods and materials.** In this paper, I propose to use the support Vector Machine (SVM) and Word2Vec methods as a hybrid model to automatically extract annotations from scientific articles. SVM is a powerful machine learning model, and Word2Vec is a neural network method for determining the semantic relationships of words in texts. By combining the two methods, we aim to achieve effective and accurate results. Support Vector Machine (SVM) – used for data classification in high-dimensional space. This model identifies crucial hyperparallel when classifying objects, which makes it possible to distinguish them to the maximum. One of the biggest advantages of SVM is its efficiency and accuracy, especially for classification work. The main advantages of SVM:

- SVM provides effective results in the processing

of complex and nonlinear data.

- SVM produces new data in a good public way, which allows the model to work effectively even in the test set.

- SVM models allow you to select parameters using kernel functions, which helps you build an optimal model depending on the complexity of the data.

Another feature of the SVM model is that it can be used with efficiency when working with extremely large and complex data sets [6]. In addition, the choice of different kernel functions for SVM ensures that the model adapts according to the data description. Word2Vec is a neural network model used to determine the semantic relationships of words in texts. It provides the transfer of words in context to a vector form, thus allowing the relationships between words to be expressed in mathematical form. The Word2Vec model helps you learn from large volumes of texts and understand the semantic values of words.

The main advantages of Word2Vec:

- Word2Vec allows you to understand the meaning of words by reading them in their context, that is, the connections between words.

- Word2Vec allows you to reduce the amount of data by speeding up the vectorization process, thus making the model learning process more efficient.

- Word2Vec is used in various natural language processing tasks, including text classification, text generation, annotation generation, etc.

The advantage of Word2Vec is that it can effectively define the semantic relationships of words in large volumes of text. This process allows you to effectively understand the semantic relationships of words in the context of scientific texts [7]. By combining the SVM and Word2Vec models, we can take advantage of the two models. The powerful classification capability of SVM and Word2Vec' s ability to detect semantic connections provide high accuracy and efficiency in automatically extracting annotations from scientific articles. Advantages of the hybrid model:

- The combination of SVM and Word2Vec allows you to improve the quality of annotations, because SVM is distinguished by its ability to classify, and Word2Vec is used to understand the meanings of words.

- Comparing the results obtained to assess the effectiveness between the models, allows a deeper analysis of the research topic.

- The hybrid model allows you to increase efficiency and performance by optimizing parameters. The results of our model are not limited to a combination of SVM and Word2Vec, but allow us to determine their effectiveness by comparing them with additional alternative models.

This paper examines the application of machine learning methods for automatic text processing of abstracts from scientific articles. With the increasing volume of scientific information, researchers face the problem of information overload, which makes it difficult to find and analyze relevant materials. To address this issue, we implement machine learning algorithms such as the Support Vector Machine (SVM) method and word representation using Word2Vec, enabling effective annotation classification and key information extraction.

We use random Forest, Naive Bayes, and NLTK-based models as these alternative models. The results obtained suggest new approaches that allow you to improve the accuracy and quality of annotations. Thus, our research is aimed at improving the process of producing automated annotations, which contributes to the effective processing of scientific papers and literature.

In our study, in addition to the SVM and Word2Vec hybrid model for producing automated annotations, I will also consider several alternative models. These models help improve the accuracy of results using various machine learning techniques. The theoretical foundations and advantages of each model will be discussed below.

Random Forest is an ensemble machine learning model that uses decision trees. It works by creating multiple decision trees (branches) and combining their results. When Random Forest classifies data, each tree gives its own forecast, and the final result

is based on the voting result of the forecasts of all trees.

Advantages:

- Random Forest effectively processes complex data, thanks to the principle of majority voting.

- Reduces the potential defects of the model due to obtaining results among many trees.

- Random Forest shows good results in working with large data sets.

NLTK (Natural Language Toolkit) is an advanced Python library for editing natural languages. This tool provides various algorithms for text analysis, classification, annotation and many other tasks. Using the NLTK functionality, you can simplify the process of automatically extracting annotations from texts.

Advantages:

- NLTK provides various functions for text processing, such as word splitting, stemming, and lemmatization.

– Allows the user to simplify the settings when working with text data.

- NLTK is useful in scientific research and for testing new algorithms.

In our study, compared to the SVM + Word2Vec model, it is also important to evaluate the results of the alternative models mentioned above. This comparison provides new approaches that allow you to increase the efficiency of publishing annotations.

Consideration of alternative models will allow us to further improve the process of producing automated annotations, evaluate the results of various approaches, and develop new solutions and proposals based on them [8].

Thus, together with the SVM + Word2Vec model, alternative models are important elements that contribute to improving the process of producing automated annotations.

It is very important to compare the results of the SVM + Word2Vec model and alternative models (Random Forest and NLTK), which were used to produce automated annotations in the study. The main purpose of the comparison is to show the advantages of my main model and determine under what conditions alternative models can be effective. The results of the comparison of models can be seen in Figure-1 the accuracy and the F1 score arrow.

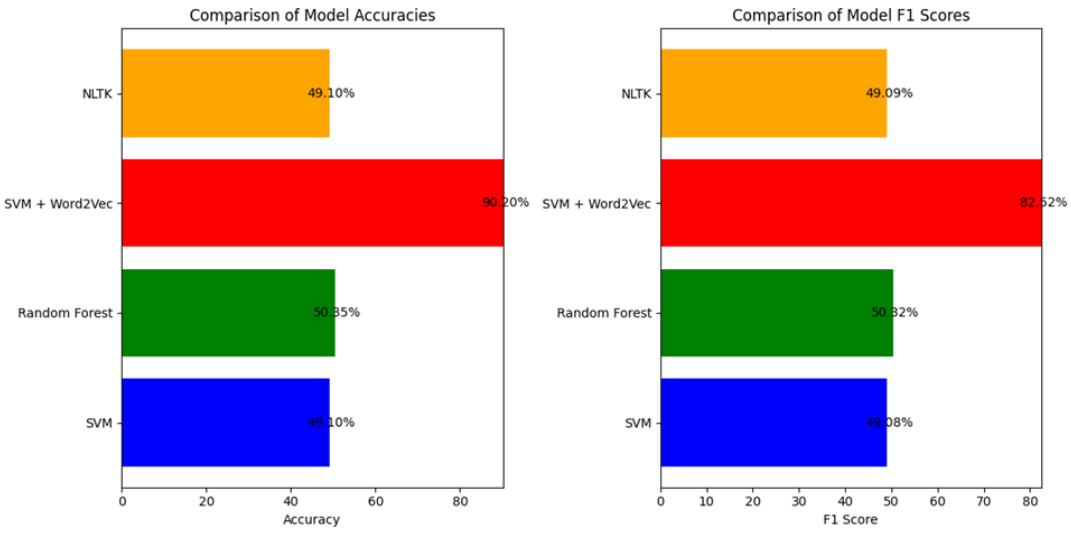



**Fig.1 - F1 score indicators with accuracy of models**

The results of the SVM + Word2Vec model are very high, as its accuracy is 90.20%, and the F1 Score is 82.52%. This result determines the strength and efficiency of the combination of SVM and Word2Vec models. The SVM algorithm is effective for classifying text data,

while Word2Vec helps understand conceptuality and semantic relationships. As a result, the SVM + Word2Vec model allows you to make high-precision predictions for annotating texts.

In contrast, the Random Forest model showed 50.35% accuracy and 50.32% F1 Score. The results of this model, of course, are much lower than the level of the SVM + Word2Vec model. Random Forest uses many decision trees as an ensemble model, however, it may not understand the semantic structure of textual data well. The complexity and variation of textual information is a challenge for the Random Forest model, so its effectiveness is low.

The NLTK model also shows weaker results compared to the SVM + Word2Vec model with an accuracy of 49.10% and an F1 Score of 49.09%. NLTK is a tool for editing natural languages, but it is difficult to limit it to its own algorithms for producing automatic annotations. As a result, the NLTK model cannot provide the accuracy necessary for the main task, which is associated with the complexity of textual data.

The SVM + Word2Vec model allows you to understand texts in depth, because Word2Vec understands the semantic relationships of words using contextual vectors. This model best defines how words in a text are related to each other. As a result, SVM + Word2Vec has the highest efficiency and accuracy when producing annotations.

The advantage of the Random Forest model is that it works on the principle of majority voting. It combines many decision trees, but does not take into account the natural features of textual data [9]. The low performance of the model is due to the limitations of its text comprehension mechanism, as variations and contexts of text data pose a challenge for Random Forest.

The NLTK model provides a wide range of natural language processing tools, but the difficulties in using these tools to produce automated annotations indicate its limited effectiveness. NLTK mechanisms require additional processing steps when working with text data, which reduces the performance of the model.

The SVM + Word2Vec model shows high results with its characteristic features and is therefore the main choice in the production of automated annotations. The high accuracy and F1 Score indicators indicate the effective solutions proposed by the model in the annotation of texts.

In comparison, the Random Forest and NLTK models experience difficulties when working with text data (Figure - 2, 3). The results do not reach the level of the SVM + Word2Vec model, which indicates their limitations in processing the complexity of text data (Figure -4). In the task of automated annotation of texts, the success of the SVM + Word2Vec model lies in its good understanding of contextual information.

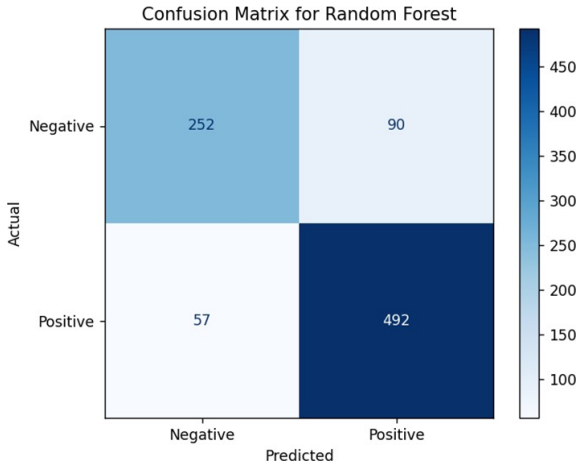



**Fig. 2 - Random Forest models of the Confusion Matrix (shatasu matrixes) graphics**

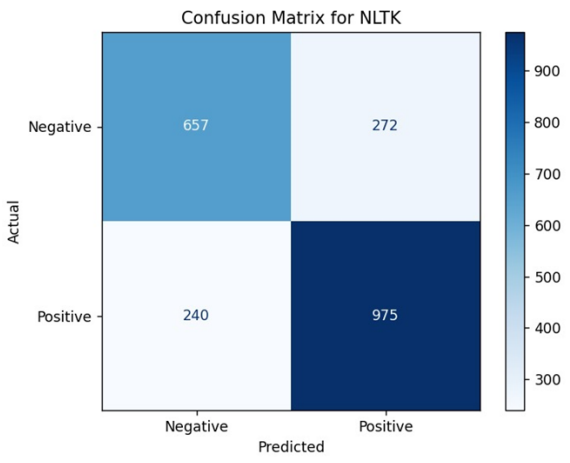



**Fig. 3 - Confusion Matrix (confusion matrix) graph of the NLTK model**

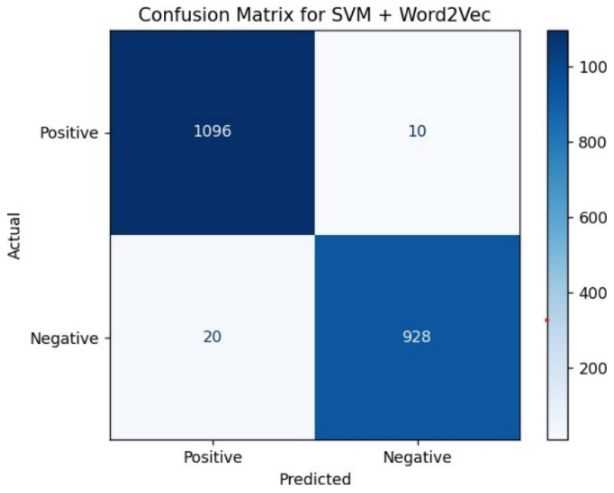



**Fig.4 - Graph of the Confusion Matrix of the hybrid model**

These images depict the results of three different models: Random Forest, NLTK, and SVM + Word2Vec. How correctly each model predicts in comparison with real data is shown using the Confusion Matrix (confusion matrix). Random Forest model (Figure 2): The Random Forest model showed 252 correct and 90 incorrect results in predicting real negatives. For real positives, 492 correct and 57 incorrect predictions were made. It is obvious that the amount of incorrect prediction of this model is quite high.

The classification accuracy of this model is at an average level, as the error rate is still high. NLTK model (Figure 3): the result of the NLTK model is also shown. In this model, when predicting real negatives, 657 correct and 272 incorrect results were obtained, and when predicting real positives, 975 correct and 240 incorrect results were made. The NLTK model has a higher error rate than the Random Forest model.

This model makes significant errors not only in predicting the positives, but also in predicting the negatives, so its overall result can be judged as inefficient. SVM + Word2Vec model (Figure 4): the SVM + Word2Vec model showed significantly higher results. In predicting real positives, 1096 correct and only 10 incorrect results were obtained, and 928 correct and 20 incorrect results were made for real negatives.

A detailed analysis of the model' s errors revealed that the majority of false positives occurred in abstracts containing ambiguous terms (e.g., "parameter" in both mathematical and biological contexts). False negatives were more common in abstracts with incomplete or overly concise information. To address these issues, future work could incorporate domain-specific ontologies to disambiguate terms and improve the model' s ability to handle incomplete annotations.

These indicators are much better compared to other models, because the number of errors is very small. The SVM + Word2Vec model classifies data very efficiently and accurately, making it the most reliable and high-performance model. In conclusion, when comparing these three models, the SVM + Word2Vec model is the clear leader. It achieves more realistic results than other models and has a very low error rate. Therefore, as the most effective solution to the problem of automatic classification of texts, it is proposed to use the SVM + Word2Vec model. In general, the SVM + Word2Vec model is an effective solution for text annotation, and alternative models, especially Random Forest and NLTK, show their limitations when working with text data [10]. This comparison allows you to evaluate machine learning approaches to produce automated annotations, as well as provide the necessary information for future research and model improvements. Our study confirms that the relatively high performance of the SVM + Word2Vec model is the most effective solution for automated annotation. Comparison of its results

with Random Forest and NLTK models determines the effectiveness of the main models in processing text data.

**Results and discussion.** Architecture of the model used. In our today' s study, for the purpose of automatic text annotation, the SVM + Word2Vec hybrid model was used to achieve the main goal in my thesis topic. Now I will consider how in the architecture of this gmbrid model it is possible to process texts more efficiently and automatically extract the necessary information. The architecture of the model can be seen in Figure 5 below.

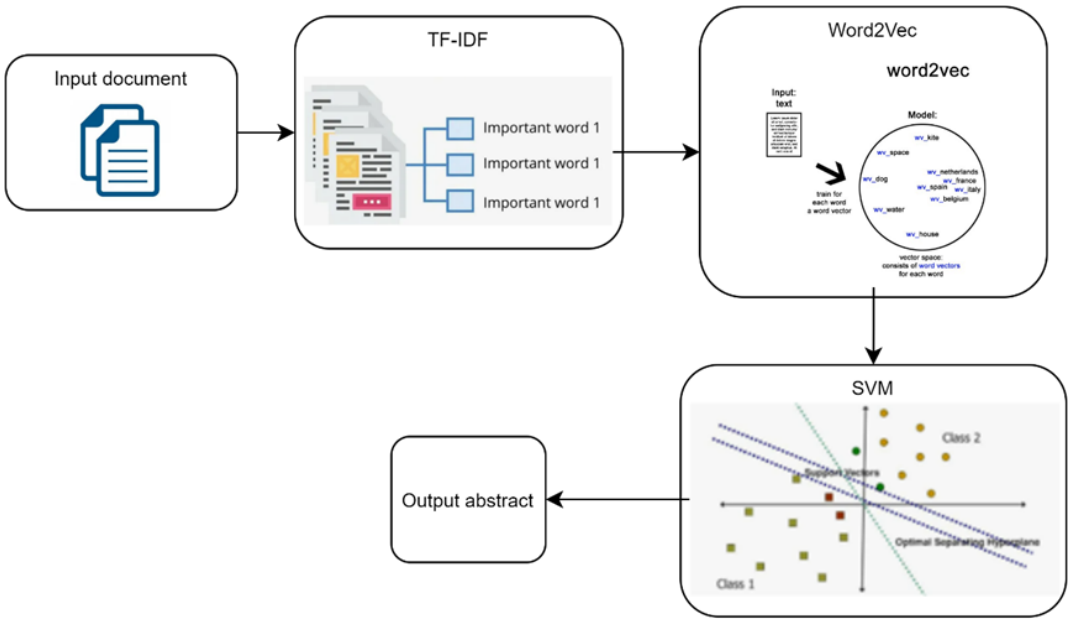



**Fig. 5 - SVM + Word2Vec hybrid model architecture**

The process starts with an input document. At this stage, a scientific article or other textual information obtained as an object of study is loaded. The input text should correspond to the research topic, since its content directly affects the quality of the annotation.

At the next stage, the TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) algorithm is used. TF-IDF helps determine the importance of each word in the text. The algorithm is used to calculate the frequency (TF) of each word and how rare it is in the entire data set (IDF). As a result, only the most important words are selected and their weight is set. This stage is designed to identify the most important elements of the text, because when compiling an annotation, it is advisable to use only the main information.

After TF-IDF, the Word2Vec model is used. Word2Vec translates words in text into vector space, which allows you to study the relationship between the meaning and context of words. The model assigns a vector to each word and contributes to understanding the semantic relationships of words. As a result, each word is displayed in a vector form, which is effective for embedding in a machine learning model.

Finally, the SVM (support Vector Machine) algorithm is implemented. SVM is a classification algorithm that allows you to divide data (for example, annotated texts) into two or more classes. SVM stands out for its efficiency and scalability, which makes it suitable for use in large data sets. Based on the vector forms of words, SVM performs data separation, thus, the process of understanding and annotating important information is carried out.

The next step is to get the output abstract. All components of the model work together, as a result of which a brief annotation of the text is automatically compiled. This annotation covers the content and important aspects of the incoming document.

Also, as the results of the model showed during the comparison, the SVM + Word2Vec model achieved high efficiency. For example, the accuracy of SVM was 49.10%, while the accuracy of Random Forest was 50.35%. And the combination of SVM + Word2Vec reached an accuracy of 90.20%, and the F1 reading was 82.52%. These results show that the SVM + Word2Vec model is significantly ahead of other alternative models.

While the proposed SVM + Word2Vec model demonstrates strong performance, transformer-based models such as BERT and GPT have shown remarkable results in text classification tasks. However, the computational cost of training and deploying transformer models is significantly higher, making the SVM + Word2Vec model a more practical choice for resource-constrained environments. Future work could explore hybrid approaches that combine the efficiency of SVM with the contextual understanding of transformers.

The efficiency and high results of the model will serve as the basis for further study of text processing methods in the future. The SVM + Word2Vec model can be widely used in informatization and annotation systems, which increases automation and efficiency.

The SVM + Word2Vec model is the best solution for automatic text annotation. The effectiveness and high results of the model are the main achievement of my research. The annotations obtained as a result of this work make it possible to understand and evaluate scientific articles faster, thereby helping researchers to extract useful information more efficiently.

**Conclusion.** The proposed SVM + Word2Vec model offers a computationally efficient and effective solution for automatic text annotation of scientific articles. However, future research could explore hybrid models that combine the strengths of SVM with transformer-based approaches, such as BERT or RoBERTa. Additionally, the use of domain-specific embeddings could further enhance the model' s ability to capture nuanced semantic relationships. Finally, extending the model to handle multi-lingual scientific texts would broaden its applicability and impact in the global scientific community.

The main goal of our research was to use word processing methods to automatically extract annotations from scientific articles. In the course of the study, the SVM + Word2Vec hybrid model was used, the effectiveness and accuracy of this model made it possible to consider the topic of the study in depth. As a result, the SVM + Word2Vec model showed significant advantages over alternative models, reaching 90.20% accuracy and 82.52% F1.

In the course of the study, the combination of the TF-IDF algorithm and the Word2Vec model made it possible to identify the most important words in the text and translate them into vector space. The SVM algorithm provided an effective division of texts into two or more classes, thereby simplifying the process of producing automated annotations.

Alternative models, such as NLTK and Random Forest, have shown much lower accuracy results compared to the SVM + Word2Vec model, which confirms the priority of SVM + Word2Vec in automatic annotation systems. The NLTK model had an accuracy of 49.10%, and the Random Forest model had an accuracy of 50.35%. These results showed that the SVM + Word2Vec model plays a leading role in the efficient processing and annotation of scientific texts.

The results of the study make it possible to deeply understand the content of the text, automatically extract information and effectively evaluate scientific work. This model may be widely used in informatization and annotation systems in the future. In addition, the combination of SVM + Word2Vec will guide future research in the field of automatic text processing.

In conclusion, the SVM + Word2Vec model is the most effective solution for automatically extracting annotations from scientific articles. This work makes an important contribution to the effective processing and automation of texts for researchers and practitioners. The results of the study and the advantages of the model attract the attention of the scientific community and may be useful in the development of Information Systems in the future.

## References

1. The evolution of document capture. [Electronic resource] Access mode: https://parashift.io . Date of application 21.09. 2024.

2. Best Python libraries for Machine Learning. URL: https://www.geeksforgeeks.org. Date of application: 20.09. 24.

3. Abhishek Mahajani, Vinay Pandya, Isaac Maria, Deepak Sharma. A comprehensive survey on extractive and abstractive techniques for text summarization // Ambient Communications and Computer Systems. - 2019. - P.339 - 351. DOI 10.1007/978-981-13-5934-7_31

4. Mihalcea R., Tarau P. Textrank: Bringing order into text // Proceedings of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing.-2004.- C. 404-411

https://aclanthology.org/W04-3252/

5. Yang L., Cai X., Zhang Y., Shi P. Enhancing sentence-level clustering with ranking-based clustering framework for theme-based summarization // Information Sciences. -2014.-Vol. 260.- P.37 - 50. DOI 10.1016/j.ins.2013.11.026

6. Yao J.-g., Wan X., Xiao J. Phrase-based compressive cross-language summarization// Proceedings of the 2015 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing.- 2015.- P.118–127. DOI 10.18653/v1/D15-1012

7. Q. Gu, J. Tian, X. Li, S. Jiang A novel Random Forest integrated model for imbalanced

data classification problem// Knowl Based Syst. -2022.-Vol.250:109050

DOI 10.1016/j.knosys.2022.109050.

8. Z. ao Huang, Y. Sang, Y. Sun, and J. Lv A neural network learning algorithm for highly

imbalanced data classification// Information Sciences.-2022.- Vol. 612.-P.496-513.

DOI 10.1016/j.ins.2022.08.074

9. M. Liang and T. Niu, “Research on Text Classification Techniques Based on Improved TFIDF Algorithm and LSTM Inputs// Procedia Comput Sciences.-2022.-Vol.208.-P.460-470. DOI 10.1016/j.procs.2022.10.064

10. Kadhim A.I. Survey on supervised machine learning techniques for automatic text classification// Artificial Intelligence Review.- 2019.-Vol.52(1).-P. 273 - 292

DOI 10.1007/s10462-018-09677-1 .

***Information about the author***

Kozybayev D. - PhD, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: kozybayev_dkh@enu.kz

Shangytbayeva G. - PhD, ass.professor, K Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan, e-mail: shangytbaeva@mail.ru

Zhakish A.- Master of Computer Science, senior Lecturer, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: zhakish@mail.ru

Muratova G. - Master of Computer Science, Lecturer Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: gauhar.muratovaa@mail.ru

Tassuov B. - Associate Professor, Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan, e-mail: b.tasuov@dulaty.kz

Tanirbergenov A. - associate professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: t.adilbek@mail.ru

***Сведения об авторах***

Козыбаев Д.Х. - PhD, Евразийского национального университета им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: kozybayev_dkh@enu.kz

Шангытбаева Г. А. - доктор PhD, ассоциированный профессор, Актюбинский региональный университет им.К.Жубанова, Актобе, Казахстан, e-mail: shangytbaeva@ mail.ru

Жәкіш А. Н. - магистр информатикиб старший преподаватель, Кызылординский университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан, e-mail: zhakish@mail.ru

Муратова Г. К. - магистр информатики, преподаватель. Кызылординский университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан, e-mail: gauhar.muratovaa@mail.ru

Тасуов Б. - ассоциированный профессор, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан, e-mail: b.tasuov@dulaty.kz

Танирбергенов А. Ж. – и.о.доцент, Евразийский национальный университет им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: t.adilbek@mail.ru

МРНТИ 81.93.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-658**

# АНЫҚ ЕМЕС ЛОГИКАҒА НЕГІЗДЕЛГЕН АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ҚАТЕРДІ БАҒАЛАУ МОДЕЛІ

**[1]А.С. Амирова, [1]А.А. Құттыбек, [2]М.М. Есмагамбетова, [2]Т.У. Есмагамбетов**

*[1]Astana IT University, Астана, Қазақстан,*
*[2]Қазтұтынуодағы Қарағанды университет*
*Корреспондент-автор: akzhibek.amirova@astanait.edu.kz*

Мақалада өнеркәсіптік заттардың интернеті (IIoT- Industrial Internet of Things) ортасындағы ақпараттық қауіпсіздік мәселесі қарастырылады. IIoT - тегі ақпараттық қауіпсіздік қатерлерді бағалау бірқатар факторлармен қиындайды: жүйенің күрделілігі мен біртектілігі, жүйенің динамикасы, таратылған желілік инфрақұрылым, стандарттар мен нұсқаулықтардың болмауы, сондай-ақ қауіпсіздіктің бұзылуының жоғарылауы. Осы сынды факторларды ескере отырып, IIoT-те ақпараттық қауіпсіздік қатерлерін бағалау белгілі бір жүйе мен саланың ерекшеліктері мен талаптарына бейімделген кешенді тәсілді қажет етеді. Қатерлерді бағалаудың мамандандырылған әдістерін қолдану және жүйенің контексті мен ерекшеліктерін ескеру қажет. Анық емес жиындар теориясының математикалық аппаратына негізделген IIoT-те ақпараттық қауіпсіздік қатерлерін бағалау әдісі ұсынылған. Бұл мақалада IIoT жүйелеріне ақпараттық қауіпсіздік қатерлеріне талдау жүргізілді, оның ішінде ең маңызды критерийлер таңдалды. Шешімдердің негізінде қабылданатын ережелер кіріс параметрлері бар логикалық формулалар түрінде тұжырымдалады. Үш анық емес қорытындылар жүйесі қолданылады: біріншісі қауіптің туындау ықтималдығын бағалау үшін, екіншісі ықтимал залалды бағалау үшін және соңғысы IIoT жүйесі үшін ақпараттық қауіпсіздік қатерді бағалау үшін. Ұсынылған әдіс негізінде IIoT ортасында ақпараттық қауіпсіздік қатерлерді бағалауды есептеу мысалдары келтірілген. Ұсынылған ғылыми тәсіл IIoT жүйелерін жобалау үшін сараптамалық шешімдерді қолдау жүйелерін құру үшін негіз бола алады

**Түйін сөздер:** өнеркәсіптік заттардың интернеті, тәуекелді бағалау, лингвистикалық айнымалылар, қауіптер, анық емес логика.

# МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

**[1]А.С. Амирова, [1]А.А. Құттыбек, [2]М.М. Есмагамбетова, [2]Т.У. Есмагамбетов**

*[1]Astana IT University, Астана, Казахстан,*
*[2] Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан,*
*e-mail: akzhibek.amirova@astanait.edu.kz*

В данной статье рассматривается проблема информационной безопасности в среде промышленного Интернета вещей (IIoT- Industrial Internet of Things). Оценка рисков информационной безопасности в IIoT осложняется рядом факторов: сложностью и неоднородностью системы, динамичностью системы, распределенной сетевой инфраструктурой, отсутствием стандартов и руководств, а также возросшими последствиями нарушений безопасности. Учитывая эти факторы, оценка рисков информационной безопасности в IIoT требует комплексного подхода, адаптированного к особенностям и требованиям конкретной системы и отрасли. Необходимо использовать специализированные методы оценки рисков и учитывать контекст и особенности системы. Предложен метод оценки рисков информационной безопасности в IIoT, основанный на математическом аппарате теории нечетких множеств. В данной работе проведен анализ угроз информационной безопасности для систем IIoT, из которого выбраны наиболее значимые критерии. Правила, на основе которых принимаются решения, сформулированы в виде логических формул, содержащих входные параметры. Используются три системы нечеткого вывода: одна для оценки вероятности реализации угрозы, другая

для оценки вероятного ущерба и финальная для оценки риска информационной безопасности для системы IIoT. На основе предложенного метода приведены примеры расчета оценки риска информационной безопасности в среде IIoT. Предложенный научный подход может служить основой для создания экспертных систем поддержки принятия решений для проектирования систем IIoT.

**Ключевые слова:** промышленный интернет вещей, оценка риска, лингвистические переменные, угрозы, нечеткая логика.

## INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT MODEL BASED ON FUZZY LOGIC

**[1]A.S. Amirova✉, [1]A.A. Kuttybek, [2]M.M. Yesmagambetova, [2]T.U. Yesmagambetov**

*[1] Astana IT University, Астана, Kazakhstan,*
*[2] Karaganda University of Kazpotrebsouz, Karaganda, Kazakhstan,*
*email: akzhibek.amirova@astanait.edu.kz*

This article discusses the problem of information security in the Industrial Internet of Things (IIoT) environment. Assessing information security risks in IIoT is complicated by a number of factors: system complexity and heterogeneity, system dynamism, distributed network infrastructure, lack of standards and guidelines, and increased consequences of security breaches. Given these factors, assessing information security risks in IIoT requires an integrated approach adapted to the features and requirements of a specific system and industry. It is necessary to use specialized risk assessment methods and take into account the context and features of the system. A method for assessing information security risks in IIoT based on the mathematical apparatus of fuzzy set theory is proposed. In this paper, an analysis of information security threats to IIoT systems is conducted, from which the most significant criteria are selected. The rules on the basis of which decisions are made are formulated as logical formulas containing input parameters. Three fuzzy inference systems are used: one to assess the probability of a threat being realized, another to assess the probable damage, and the final one to assess the information security risk for the IIoT system. Based on the proposed method, examples of calculating the information security risk assessment in the IIoT environment are given. The proposed scientific approach can serve as a basis for creating expert decision support systems for designing IIoT systems.

**Keywords:** industrial internet of things, risk assessment, linguistic variables, threats, fuzzy logic.

**Кіріспе.** Өнеркәсіптік заттардың интернеті (IIoT- Industrial Internet of Things) жобалау мен өндірістен бастап операцияларға, жеткізу тізбегі мен қызмет көрсетуге дейін өнеркәсіптік операциялардың барлық кезеңдерін автоматтандыру үшін интеллектуалды, өзара байланысты киберфизикалық жүйелерді пайдалана отырып, тез шындыққа айналуда. IIoT революциялық өнімділікті арттыру үшін икемді және ақылды өндірістің күшін пайдалану арқылы өңдеуші салалардың болашағын қалыптастырады.

Саланың цифрлық құрамдас бөлігінің дамуын шектейтін ең маңызды факторлардың бірі ақпараттық қауіпсіздіктің жеткіліксіздігі болып табылады. Төртінші өнеркәсіптік революция және бүкіл әлем бойынша қосылған құрылғылар санының экспоненциалды өсуі, киберқауіпсіздік инциденттерінің санының жылдам өсуімен бірге, әсіресе Интернет заттары шешімдерін қабылдай бастаған өнеркәсіптік операторлар арасында кибер тұрақтылықты жақсарту қажеттілігін одан әрі көрсетеді. Индустрия 4.0 және Smart Manufacturing бойынша соңғы бастамалар технологиялық шешімдердің қауіпсіздігіне және оларға сенетін азаматтардың қауіпсіздігіне қатысты аспектілерге көбірек назар аударады. Бұл тақырып одан да маңыздырақ, өйткені жаңа қауіптердің ықтимал әсері қауіпсіздіктің физикалық бұзылуынан бастап жабдықтың зақымдалуына, өнімнің бүлінуіне, өндірістің тоқтап қалуына және нәтижесінде қаржылық және беделді жоғалтуларға дейін болады.

Ақпараттық қауіпсіздік жүйесін енгізудің негізгі кезеңі кәсіпорынның жұмысы ұшырауы

мүмкін тәуекелдерді бағалау болып табылады. Бұл кезең кәсіпорында жасалып жатқан киберқауіпсіздік жүйесіндегі басымдықтарды белгілеуге көмектеседі.

NIST SP 800-39 және ISO/IEC 27005 сияқты кәсіпорынның ақпараттық тәуекелдерін бағалаудың бірнеше стандарттары мен әдістемелері бар. Олар бағалаудың жалпы принциптерін түсіндіріп, кейбір нұсқауларды ұсынса да, кибершабуыл сценарийін қалай жүзеге асыру керектігі туралы толық мәлімет бермейді. Сонымен қатар, бұл стандарттар Өнеркәсіптік заттардың Интернеті жүйелерінің тәуекелдерін бағалау бойынша ұсыныстар бермейді.

Сондықтан, IIoT жүйелерінің ақпараттық қауіпсіздік қатерлерді бағалаудың практикалық үлгісін әзірлеу өзекті және зерттелетін міндет болып табылады, оның шешімін көптеген өнеркәсіптік кәсіпорындар күтіп отыр.

**Материалдар мен тәсілдер**. IIoT қауіпсіздігі саласындағы ең ауқымды зерттеулердің бірі [1-3] жұмыстар болып табылады. Егер [1, б. 1-9] жалпы Индустрия 4.0 жүйелік архитектурасына арналған және қауіпсіздікке бағытталған архитектуралық ұсыныстардың артуын атап өтеді, бірақ қауіпсіздікті егжей-тегжейлі талқыламайды, содан кейін [2, б. 4724-4733] бар шабуылдарды зерделеу арқылы бірінші кезекте қауіп сипаттамасына назар аударады. Сонымен қатар, жоғарыда аталған зерттеулерде авторлар дәстүрлі қауіпсіздік стратегиясы жеткіліксіз және IIoT-ға дайын емес деген пікірмен келісетінін атап өткен жөн.

Авторлар [4] Microsoft STRIDE, OWASP және ENISA классификациясы сияқты АТ-инфрақұрылымына қауіптерді анықтауға арналған модельдер заттар интернетінің қауіптерін толық сипаттайтынына, бірақ олардың қатерлерін толық анықтай алмайтынына назар аударылады. Осыған байланысты өндірістік жүйелерге қауіптердің дұрыс жіктелуін анықтау мәселесі туындайды.

Мысалы, [5] IIoT бейімделетін салаларға ықтимал қауіпсіздік қатерлерін талдады, деңгейлі IIoT архитектурасының құрамдас бөліктері ұшырауы мүмкін шабуылдарды зерттеді және кейбір алдын алу шараларын ұсынды. IIoT шабуылдарының таксономиясы ұсынылды, бұл авторлардың пікірінше, шабуылдардың қаупін азайтуға көмектеседі. Бұл таксономия төрт өлшем бойынша қарастырылды: шабуыл векторы, шабуыл нысанасы, шабуылдың әсері және шабуылдың салдары. Дегенмен, бұл таксономияның кемшілігі қарастырылатын қауіптердің шектеулі саны болып табылады, бұл жағдайдың бүкіл бейнесін толығымен қамтуға мүмкіндік бермейді.

[6] мақаласында авторлар спуфинг, SQL инъекциялары, DOS шабуылдары сияқты қауіптердің кейбір түрлерін бес деңгейлі IIoT архитектурасының құрамдас бөліктері контекстінде қарастырды. Авторлар IIoT қатерлерін дәлірек және толық жіктеу үшін қосымша зерттеулер қажет екенін атап өтті.

Зерттеуге [7] назар аударған жөн, мұнда IEC 62443 стандарты негізінде IIoT ортасында қауіпсіздік тәуекелдерін бағалау моделі жасалған. Осы мақалада зерттелген модель анықталған осалдықтарды ескере отырып, өнеркәсіптік қондырғы ұшырайтын тәуекелдерді барынша дәл бағалауға арналған. Мақалада сипатталған артықшылықтарға қарамастан, бағалау үлгісі жүйенің тұтастығы, ресурстардың қолжетімділігі сияқты қауіпсіздік талаптарын қарастырмайды және модель IIoT жүйесіне қауіптердің әсерін азайту шараларын ұсынбайды.

Әдебиеттерді шолу өнеркәсіптік IoT ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесін зерттеудің маңыздылығы мен өзектілігін растайды. Атап айтқанда, қауіпті жіктеу, активтерді сәйкестендіру және IIoT жүйелерінің қауіпсіздік тәуекелдерін талдау сияқты мәселелер. Сондай-ақ, зерттеулердің талдауы зерттеулердің айтарлықтай көлемі қауіпсіздік шараларын анықтауға арналғанын көрсетеді, ал алдын алу шаралары мәселесі, оның ішінде ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін талдау дерлік зерттелмеген.

Бүгінгі таңда әлсіз құрылымдалған және нашар формалданған құбылыстар мен процестерді талдау, болжау және модельдеу саласындағы ғылыми зерттеулердің ең перспективалы құралдарының бірі американдық ғалым Лотфи Заде

алғаш рет ұсынған анық емес жиындар теориясы және анық емес логика болып табылады [8]. Бұл теория шындықтың математикалық сипаттамасын сөзсіз сүйемелдейтін белгісіздіктің әртүрлі формаларын есепке алу мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтеді. Осы сынды тәсіл, болып жатқан процестер туралы толық емес және анық емес ақпарат, шектеулі және сенімсіз білім жағдайында, сондай-ақ бағалауда субъективтілік болған кезде әртүрлі жүйелердің жұмысын жақсарту мәселелерін шешуді қамтамасыз етеді.

Модельдеудің әрбір кезеңінде заңдылықтарды нақты және бір мағыналы тұжырымдауды талап ететін дәстүрлі математикадан айырмашылығы, анық емес логика ойлаудың баламалы деңгейін ұсынады. Бұл тәсілде шығармашылық модельдеу процесі үлгілердің ең аз жиынтығы ғана болжамданатын жоғары деңгейде жүреді [9].

Ақпараттық қауіпсіздік саласында бұл мәселе өте өзекті болып қала береді. Бір жағынан шешім қабылдаудағы дәлдік пен оңтайлылық максималды тиімділікті қамтамасыз ететін табысты қауіпсіздік стратегиясында шешуші рөл атқарады. Екінші жағынан, ақпараттық қауіпсіздікті бағалау мен басқаруда кездейсоқтық пен дәлсіздік факторлары бар [10].

Ақпараттық қауіпсіздікті (АЖ) бағалауға жарамды анық емес модельді жасау үшін анық емес жиындар теориясы негізінде бар модельдердің мүмкіндіктерін талдау қажет.

Анық емес A˜ жиыны реттелген жұптар жиыны ретінде түсіндіріледі $\{(x_i|\mu_{\widetilde{A}}(x_i))\}$„ мұндағы $\mu_{\widetilde{A}}(x_i)$ - элементтің осы жиынға мүшелік дәрежесін сипаттайтын x_i элементінің мүшелік функциясы [11].

формулаға сәйкес келесі үш жағдай мүмкін:

$$\begin{aligned} \mu_A(x) &= 0 \\ 0 < \mu_A(x) &< 1 \\ \mu_A(x) &= 1 \end{aligned} \qquad (1)$$

Мұндағы, $\mu_A(x) = 0$, егер $x$ элементі $A$ жиынына қосылмаса,

$0 < \mu_A(x) < 1$, егер $x$ элементі ішінара $A$ жиынына қосылса,

$\mu_A(x) = 1$, егер $x$ элементі толық $A$ жиынына қосылса.

Қазіргі уақытта анық емес модельдің ең көп қолданылатын түрі - Мамдани моделі [12]. Бұл модель шамадан тыс есептеулерді болдырмайтын анық емес қорытындыға негізделген. Бұл алгоритм анық емес модельдеу есептерінде кең практикалық қолдануды алды және оның «қара жәшік» принципінде жұмыс істеуімен ерекшеленеді. Сандық мәндер кіріс ретінде қабылданады, ал бірдей сандық мәндер шығарылады. Аралық кезеңдерде анық емес логика және анық емес жиындар теориясының аппараты қолданылады. Мамдани моделінің пайдасына таңдау оның жақсы лингвистикалық түсіндірмелілігімен түсіндіріледі, бұл көбінесе оны өнеркәсіптік IoT жүйелерінде қолданудың қарапайымдылығын анықтайды.

Мамдани моделі келесі кезеңдерден тұрады [13]:

1. Фаззификация: анық емес айнымалылар мен мүшелік функцияларды анықтау.

2. Анық емес өндіріс ережелерінің негізін қалыптастыру.

3. Анық емес өндірістер ережелеріндегі ішкі шарттарды біріктіру.

4. Анық емес өндіріс ережелерінің қорытындыларын жинақтау.

5. Шығарылатын мәннің дефаззификациясы.

Блоктардың әрқайсысын толығырақ қарастырайық.

Мамдани моделінің бірінші кезеңі анық емес айнымалылар мен мүшелік функцияларын анықтау болып табылады. Анық емес айнымалылар жүйенің кірістері мен шығыстарын сипаттайды және олардың мәндері мен мүшелік функцияларымен сипатталады. Фаззификация мақсаты анық емес қорытындылар жүйесінің жеке кіріс айнымалысының нақты, әдетте сандық мәні мен кіріс тілдік айнымалының сәйкес терминінің мүшелік функциясының мәні арасындағы сәйкестікті орнату болып табылады. Осы кезеңді аяқтағаннан кейін барлық кіріс айнымалылар үшін анық емес қорытындылар жүйесінің ереже-

лер базасының ішкі шарттарында қолданылатын әрбір тілдік терминдер үшін мүшелік функциялардың нақты мәндері анықталуы керек [14].

Фаззификация кезеңі мыналарды қамтиды:

1. Кіріс және шығыс лингвистикалық айнымалылардың санын анықтаңыз.

2. Әрбір LP үшін терминдер санын орнатыңыз.

3. Әрбір ЖЖ-ның әрбір мүшесі үшін ТҚ құрыңыз.

Екінші кезең кіріс және шығыс айнымалыларды байланыстыратын анық емес қорытындылар жүйесі ережелерінің негізін қалыптастырудан тұрады. Ережелер лингвистикалық терминдерді және «ЖӘНЕ», «НЕМЕСЕ» және «ЕМЕС» сияқты анық емес логикалық операторларды пайдалана отырып, қорытынды шарттар ретінде тұжырымдалған. Әрбір ереже кіріс айнымалыларының ағымдағы мәндеріне негізделген қандай шығысты шығару керектігін анықтайды.

Ережелердің анық емес базасы (бұлыңғыр өнімді) зерттелетін объектінің кірістері мен шығыстары арасындағы байланысты анықтайтын анық емес «ЕГЕР-ОНДА» ережелерінің жиынтығы [15].

Үшінші кезең – ішкі шарттарды біріктіру және қорытындыларды жинақтау: Бұлыңғыр өндірістер ережелеріндегі ішкі шарттарды жинақтау бірнеше ішкі шарттарды бір, неғұрлым жалпы шартқа біріктіруден тұрады. Бұл ережелерді жеңілдетуге және оларды қысқаша етуге мүмкіндік береді. Бұл қадамда белсендірілген ережелер мен олардың шығыстары анық емес жүйенің жалпы нәтижесін алу үшін біріктіріледі. Әрі қарай анық емес өндіріс ережелерінің қорытындылары жинақталады. Қорытынды жинақтау дәлірек нәтиже алу үшін анық емес ережелердің қорытындылары біріктірілгенін білдіреді.

Соңғы кезең - дефаззификация. Шығарылатын мәнді дефаззифилау оны анық емес мәннен нақты мәнге түрлендіруді қамтиды. Мамадани үлгісіндегі дефаззификация әдісі ауырлық центрі әдісі болып табылады, ол шығыс айнымалының меншікті мәнін анықтау үшін анық емес шығыстың масса центрін есептейді [16].

Дефаззификацияяның бірнеше әдістері бар. Бұл мақалада орташа өлшенген максималды әдіс қолданылады. Бұл әдіс барлық қолданылатын мүшелік функциялары максималды мәнге жететін мәндердің мүшелік бойынша өлшенген орташа мәнін шығарады. (2) формуласы есептеу үшін пайдаланылады [17]:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i} \qquad (2)$$

мұндағы $n$ – кванталған шығыс түйреуіштердің саны;

$x_i$ – $i$-ші мүшелік функциясының анықтамалық мәні;

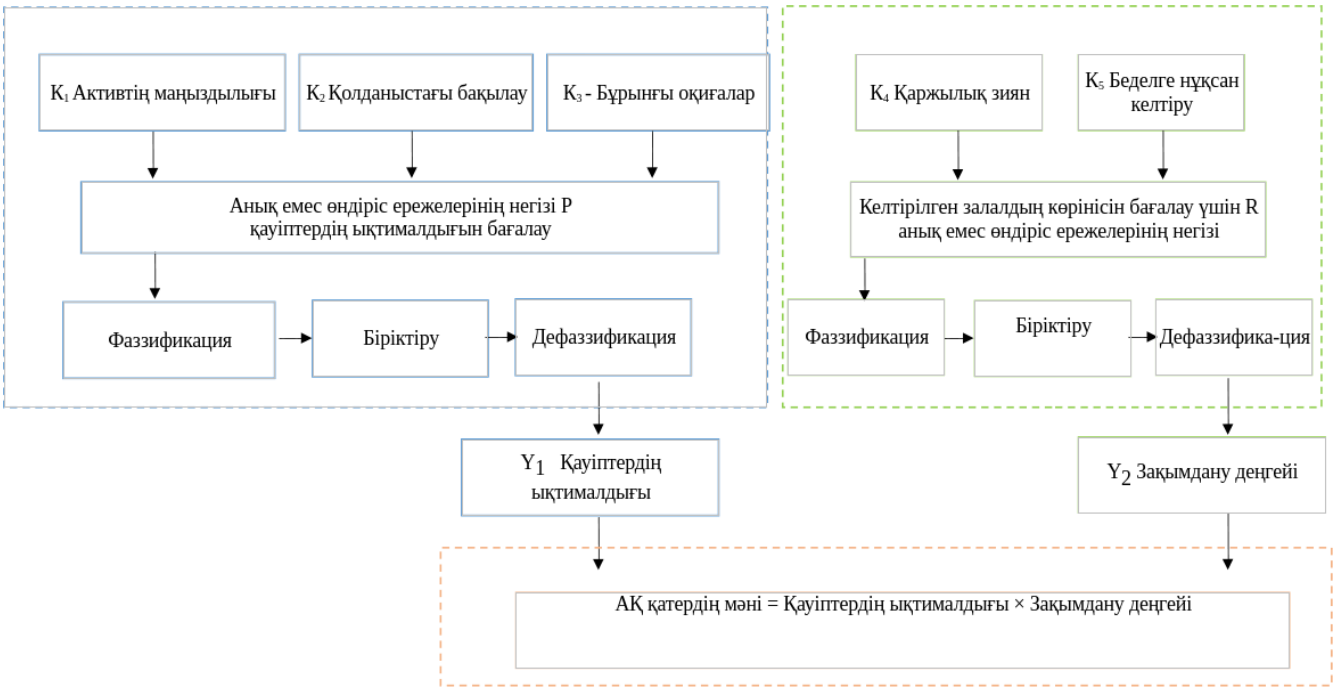
$\mu_i$ – $i$-ші функцияның мүшелік дәрежесі

Ақпараттық қауіпсіздік қатер деңгейі – ақпараттық жүйеге немесе ұйымға қауіп төну және зақымдану ықтималдығының дәрежесі.

Қауіптің жүзеге асырылуын бағалау – келешекте қауіптің пайда болу ықтималдығын анықтау процесі. Қауіптердің туындау ықтималдығы ақпараттық активтердің маңыздылығы, бағдарламалық, аппараттық қамтамасыз ету, әкімшілік және процедуралық бақылау деңгейлерінде тиісті қауіпсіздікті басқару құралдарының болуы, сондай-ақ қауіпсіздіктің бұрынғы бұзылулары сияқты әртүрлі факторларға байланысты болуы мүмкін. ISO/IEC 27005:2018 ”Ақпараттық технологиялар. Ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін бағалау әдістері” стандартына сәйкес туындайтын қауіптердің ықтималдығын бағалауға арналған критерийлерге мыналар жатады: активтің құны; қолданыстағы бақылау; алдыңғы оқиғалар [18-20].

Зиян келтіруді бағалау – ақпарат қауіпсіздігін бұзу нәтижесінде болуы мүмкін қаржылық, операциялық, беделді және басқа да шығындарды анықтау процесі. Ықтимал залал өнеркәсіптік IoT жүйесінің активтеріне қауіп төнген кезде ұйым шегуі мүмкін барлық шығындардан тұрады. FAIR әдістемесіне сәйкес [21, 22] ықтимал залалды бағалауға арналған критерийлерге мыналар жатады: жабдықты ауыстыру құнына байланысты залал; жүйенің тоқтап қалуынан зақымдану; жауап беруге байланысты шығындар;

беделіне нұқсан келтіру. Алғашқы үш критерий қаржылық тұрғыдан залалға шоғырландырылған әсер етеді, сондықтан оларды қаржылық залал ретінде бөлек бөлген жөн. Осылайша, келтірілген залал деңгейін бағалау үшін біз екі критерийді таңдадық: қаржылық зиян және беделге нұқсан келтіру (материалдық емес шығындар). Таңдалған критерийлерді ескере отырып, өнеркәсіптік IoT жүйелеріндегі ақпараттық тәуекел деңгейін бағалау моделі әзірленді [23, 24]. Бұл модель 1-суретте берілген. Бұл модельде ақпараттық тәуекелді бағалау процесі үш дәйекті кезеңге бөлінген. Бірінші кезеңде У1 қауіптердің туындау ықтималдығы бағаланады, екінші кезеңде IIoT жүйесінің қорғалған активтеріне келтірілген залалдың бағасы У2 есептеледі. Үшінші кезеңде ақпараттық қауіпсіздік тәуекелін бағалау R есептеледі.




**1 - сурет. Анық емес қорытындылар жүйесі**

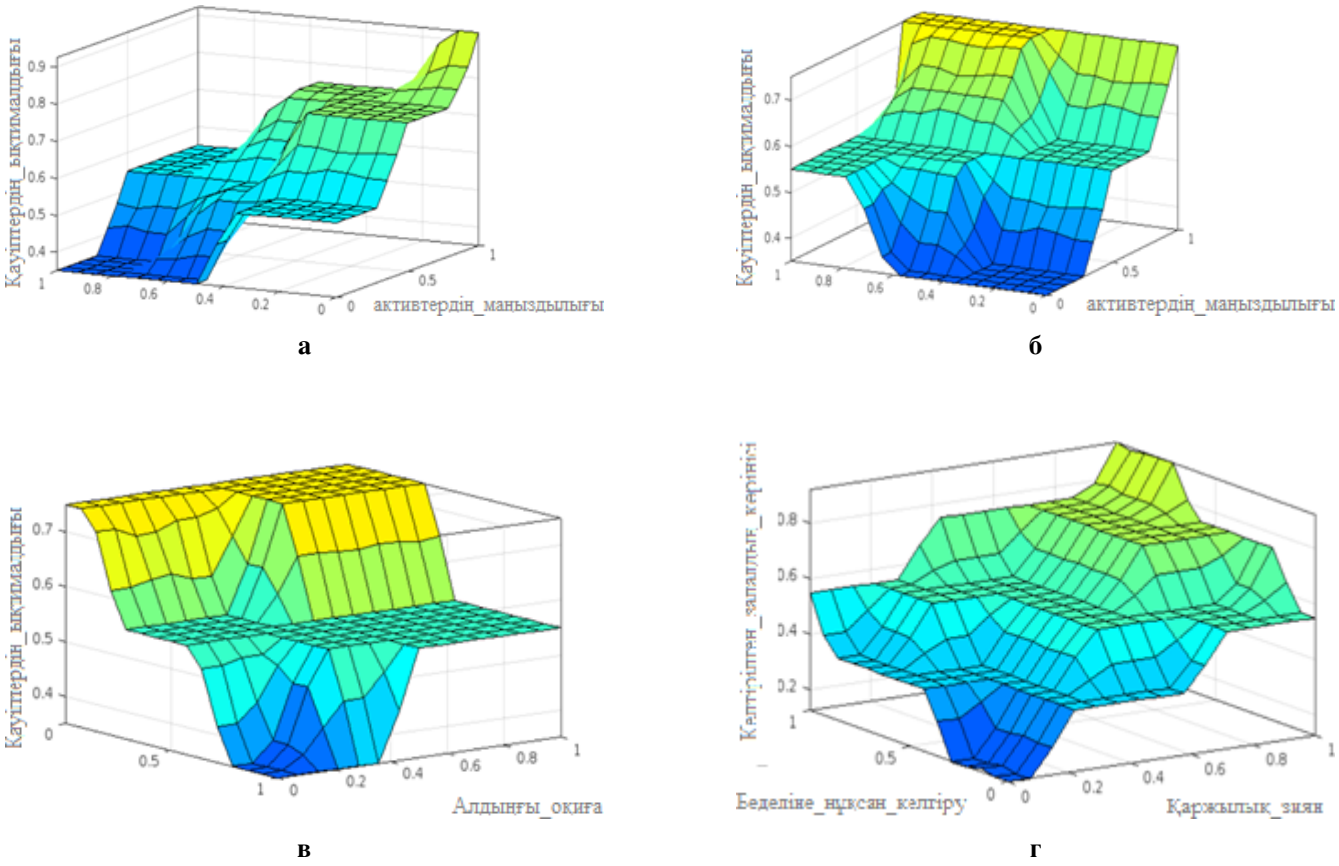
Анық емес логикаға негізделген тәуекелді бағалау алгоритмін MATLAB жүйесінің Fuzzy Logic Toolbox пакетін пайдалану арқылы енгізу ұсынылады.

2а-суретте қауіптердің ықтималдығының активтер мен бар бақылаудың маңыздылығына тәуелділігінің 3D визуализациясы көрсетілген. Ең төменгі бөлігі, бұл жағдайда көк түсті, қатерлердің төмен ықтималдығын білдіреді, бұл кәсіпорын активінің тартымдылығы төмен және қолданыстағы бақылау деңгейі жеткілікті жоғары болған кезде мүмкін болады. Айта кету керек, ең жоғарғы бұрыш, сары өріс қауіптердің туындау ықтималдылығын анықтайтын аймақ болып табылады.

2б-суретте қауіптердің ықтималдығының алдыңғы қауіптерге және активтердің тартымдылығына тәуелділігінің үш өлшемді графигі көрсетілген. График шабуылдаушылар үшін IIoT жүйесі активтерінің маңыздылығының төмендігі және бұрынғы сирек кездесетін қауіптер қауіптердің туындау ықтималдығының төмендігін анықтайтынын көрсетеді.

Қауіптердің ықтималдығының алдыңғы қауіптерге және бар бақылауға тәуелділігінің үш өлшемді графигі 2в-суретте көрсетілген. Графиктегі сары аймақ қауіптердің жоғары ықтималдығына сәйкес келетінін көрсетеді, алдыңғы жиі кездесетін қауіптер және бар бақылаудың жеткіліксіз деңгейі.

2г суретте келтірілген залал деңгейінің қаржылық шығындарға және беделге нұқсан келтіруге тәуелділігінің анық емес логикасына негізделген модельдеу арқылы алынған график көрсетілген. Графиктің ең төменгі қара көк бөлігі төмен қаржылық және беделді шығындар кезінде орын алатын сценарийлер келтірген залалдың ең аз деңгейін көрсетеді, ал ең жоғарғы бұрыш, сары жолақ жоғары қаржылық және беделді шығындар.




*а - активтердің тартымдылығы және қолданыстағы бақылау туралы; б - бұрынғы қауіптерден және активтердің тартымдылығынан; в - бұрынғы қауіптерден және бар бақылаудан; г - келтірілген зиян деңгейінің қаржылық шығындарға және беделге нұқсан келтіруге тәуелділігі*

**2 - сурет. Қауіптердің ықтималдығының тәуелділігі**

**Нәтижелер және талқылау.** Анық емес жиындар теориясы мен Мамдани моделіне негізделген IIoT жүйелерінің ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін бағалаудың әзірленген моделі өнеркәсіптік IoT жүйелеріне тән жоғары дәрежедегі белгісіздік жағдайында өзінің тиімділігін көрсетті. Зерттеудің негізгі мақсаты компоненттердің өзара байланысының жоғары дәрежесі, құрылымның күрделілігі мен қажеттілігі сияқты өнеркәсіптік заттар интернетінің спецификалық ерекшеліктерін ескеретін ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін бағалаудың практикалық құралын жасау болды. маңызды жүйелердің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету.

Осы жұмыстың нәтижелерін басқа зерттеулердің нәтижелерімен салыстыру анық емес жиындар теориясын пайдалану әсіресе жоғары белгісіздік жағдайында тәуекелді бағалаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз ететінін көрсетеді. Мысалы, ISO/IEC 27005 стандартында сипатталған тәуекелді бағалау әдістемесі тәуекелді сапалы бағалауға ерекше мән береді, бірақ белгісіздік

жағдайында сандық талдау үшін құралдарды қамтамасыз етпейді. Керісінше, ұсынылған модель әртүрлі кибершабуыл сценарийлерін есепке алуға және сандық көрсеткіштерді пайдалана отырып ықтимал салдарларды болжауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, жақсы анықталған ықтималдықтарға негізделген дәстүрлі әдістермен салыстырғанда (мысалы, NIST SP 800-39) әзірленген модель толық емес немесе нақты емес ақпаратты қамтитын деректерді өңдеуде үлкен икемділікті қамтамасыз етеді. Бұл деректер әртүрлі көздерден, соның ішінде сенсорлардан, контроллерлерден және бұлттық платформалардан алынатын, қателер мен белгісіздік ықтималдығын арттыратын IIoT жүйелері үшін өте маңызды.

**Қорытынды**. Мақала өнеркәсіптік IoT жүйелеріндегі ақпараттық қауіпсіздік қатерлерді талдау мәселесін шешуге арналған. Бұл мәселені шешу үшін анық емес логикалық әдістер қолданылды, өйткені дәл осы тәсіл ақпаратта маңызды болып табылатын бағалаудың субъективтілігі болған жағдайда, толық емес және дәл емес ақпарат жағдайында әртүрлі жүйелердің жұмысын жақсарту мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. қауіпсіздік.

Ұсынылған модель ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін бағалау үшін пайдаланылуы мүмкін, оны киберқауіпсіздік мамандары орындауы керек. Бұл тәуекелдерді болжау және басымдық беру үшін пайдалы болуы мүмкін. Сонымен қатар, ол тәуекелдерді бақылау және жүйелердің ақпараттық қауіпсіздігін жақсарту бойынша шараларды жүзеге асыру саласындағы маңызды ақпаратты ұсынады.

## Әдебиеттер

1. Hofer F. Architecture, technologies and challenges for cyber-physical systems in industry 4.0: A systematic mapping study // 12th ACM/IEEE internat. symp. Empirical Softw. Eng. Meas. – NY., 2018. – P. 1-10. DOI 10.1145/3239235.3239242

2. Sisinni E., Saifullah A., Han S. Industrial Internet of Things: Challenges, opportunities, and directions // IEEE Trans. Ind. Informat.- 2018.-Vol.14(1) - P.4724-4734. DOI 10.1109/TII.2018.2852491

3. Tange K., De Donno M., Fafoutis X. et al. Systematic Survey of Industrial Internet of Things Security: Requirements and Fog Computing Opportunities // IEEE Communications Surveys & Tutorials.- 2020.- Vol. 22(1). - P.2489-2520. DOI 10.1109/COMST.2020.3011208

4. Yu X., Guo H. A Survey on IIoT Security // Procced. IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications sympos//Singaporeю- 2019. -P.1-5 DOI 10.1109/VTS-APWCS.2019.8851679

5. Panchal A., Khadse V., Mahalle P. Security Issues in IIoT: A Comprehensive Survey of Attacks on IIoT and Its Countermeasures // Procced. 2018 IEEE Global conf. on Wireless Computing and Networking (GCWCN).- Lonavala.- 2018.-P.124-130 DOI 10.1109/GCWCN.2018.8668630

6. Shah Y., Sengupta S. A survey on Classification of Cyber-attacks on IoT and IIoT devices // Procced. 2020 11th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication conf. (UEMCON).- NY.- 2020. - P. 406-413.DOI 10.1109/UEMCON5185.2020.9298138

7. Hassani H. Vulnerability and security risk assessment in a IIoT environment in compliance with standard IEC 62443 // Procedia Comput. Sci.-2021.-№191.-P. 33-40. DOI 10.1016/j.procs.2021.07.008

8. Saaty T. What is the Analytic Hierarchy Process? // Mathematical Models for Decision Support. -1988.- Vol.48. - P. 109-121. DOI 10.1007/978-3-642-83555-1_5

9. Курейчик В.М. Особенности построения систем поддержки принятия решений // Известия ЮФУ. Технические науки.- 2012. -№7(132). - С. 92-98.

10. Ani U., Tiwari A. Review of cybersecurity issues in industrial critical infrastructure: manufacturing in

perspective // Journal of Cyber Security Technology.-2017.-Vol.1(1).- P. 32-74. DOI 10.1080/23742917.2016.1252211

11. Новак В., Перфильева И.Г., Мочкорж И. Математические принципы нечеткой логики. – М.: Физматлит, 2006. - 352 с. ISBN: 5-9221-0399-7

12. Абалдова С.Ю., Волынский В.Ю. Разработка системы нечеткого вывода оценки результативности системы менеджмента качества предприятия на основе алгоритма Мамдани // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством.- 2011. - №1.- С.86-93.

13. Голосовский М.С., Богомолов А.В., Теребов Д.С. и др. Алгоритм настройки системы нечёткого логического вывода типа Мамдани // Вестник Южно-Уральского государственного университета. - 2018. - № 3. - С. 19-29. DOI 10.14529/mmph180303

14. Горбачев С.В. Фаззификация экспертных лингвистических данных, заданных в порядковой шкале // Матер. докл. 4-й междунар. заочн. Науч.-практ. конф. «Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы (ИИС-2016). - Курск, 2017.- С. 47-49.

15. Belarbi K. Design of Mamdani fuzzy logic controllers with rule base minimisation using genetic algorithm // Engineering applications of artificial intelligence. - 2005.-Vol.18(7). - P. 875-880. DOI 10.1016/j.engappai.2005.03.003

16. Амирова А.С., Тохметов А.Т., Жанасбаева А.С. Основные проблемы безопасности в промышленном интернете вещей // Вестник Восточно-Казахстанского технического университета им. Д.Серикбаева. - 2021.- №1(91). -С. 82-91. DOI 10.51885/1561-4212_2021_1_82

17. Грибин М.А. Применение алгоритма Мамдани в системах автоматического управления // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты. -2019.- № 22. - С. 16-19.

18. ISO/IEC 27001:2022. Информационная безопасность, кибербезопасность и защита персональных данных. URL: https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-mek-27001-2022.pdf. Дата обращения: 14.12.2024.

19. ISO/IEC 27005:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection. URL: https://www.iso.org/standard/80585. Date of address: 14.12.2024.

20. NIST SP 800-39. Managing Information Security Risk. URL: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication. Date of address: 14.12.2024.

21. Методология FAIR (Factor Analysis of Information Risk). URL: https://www.risklens.com/hubfs/uploads/2019/04/An_Adoption_Guide. Date of address: 14.12.2022.

22. Методология OCTAVE для оценки информационных рисков. URL: http://www.risk24.ru/octave.htm. Дата обращения:14.12.2022.

23. Amirova A., Tokhmetov A. A model for risk analysis in the industrial internet of things // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. -2021.- Vol.99(14). - P. 3449-3459.

24. Kerimkhulle S., Dildebayeva Zh., Tokhmetov A., Amirova A., Tussupov J., Makhazhanova U., Adalbek A., Taberkhan R., Zakirova A., Salykbayeva A. Fuzzy Logic and Its Application in the Assessment of Information Security Risk of Industrial Internet of Things // Symmetry. – 2023. –Vol.15(10) - P. 1-29. DOI10.3390/sym15101958

## References

1. Hofer F. Architecture, technologies and challenges for cyber-physical systems in industry 4.0: A systematic mapping study // 12th ACM/IEEE internat. symp. Empirical Softw. Eng. Meas. – NY., 2018. – P. 1-10. DOI 10.1145/3239235.3239242

2. Sisinni E., Saifullah A., Han S. Industrial Internet of Things: Challenges, opportunities, and directions // IEEE Trans. Ind. Informat.- 2018.-Vol.14(1) - P.4724-4734. DOI 10.1109/TII.2018.2852491

3. Tange K., De Donno M., Fafoutis X. et al. Systematic Survey of Industrial Internet of Things Security: Requirements and Fog Computing Opportunities // IEEE Communications Surveys & Tutorials.- 2020.- Vol. 22(1). - P.2489-2520. DOI 10.1109/COMST.2020.3011208

4. Yu X., Guo H. A Survey on IIoT Security // Procced. IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications sympos//Singaporeю- 2019. -P.1-5 DOI 10.1109/VTS-APWCS.2019.8851679

5. Panchal A., Khadse V., Mahalle P. Security Issues in IIoT: A Comprehensive Survey of Attacks on IIoT and Its Countermeasures // Procced. 2018 IEEE Global conf. on Wireless Computing and Networking (GCWCN).- Lonavala.- 2018.-P.124-130 DOI 10.1109/GCWCN.2018.8668630

6. Shah Y., Sengupta S. A survey on Classification of Cyber-attacks on IoT and IIoT devices // Procced. 2020 11th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication conf. (UEMCON).- NY.- 2020. - P. 406-413.DOI 10.1109/UEMCON5185.2020.9298138

7. Hassani H. Vulnerability and security risk assessment in a IIoT environment in compliance with standard IEC 62443 // Procedia Comput. Sci.-2021.-№191.-P. 33-40. DOI 10.1016/j.procs.2021.07.008

8. Saaty T. What is the Analytic Hierarchy Process? // Mathematical Models for Decision Support. -1988.- Vol.48. - P. 109-121. DOI 10.1007/978-3-642-83555-1_5

9. Kurejchik V.M. Osobennosti postroenija sistem podderzhki prinjatija reshenij // Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki.- 2012. -№7(132). - S. 92-98.[in Russian]

10. Ani U., Tiwari A. Review of cybersecurity issues in industrial critical infrastructure: manufacturing in perspective // Journal of Cyber Security Technology.-2017.-Vol.1(1).- P. 32-74. DOI 10.1080/23742917.2016.1252211

11. Novak V., Perfil' eva I.G., Mochkorzh I. Matematicheskie principy nechetkoj logiki. – M.: Fizmatlit, 2006. - 352 s. ISBN: 5-9221-0399-7.[in Russian]

12. Abaldova S.Ju., Volynskij V.Ju. Razrabotka sistemy nechetkogo vyvoda ocenki rezul' tativnosti sistemy menedzhmenta kachestva predprijatija na osnove algoritma Mamdani // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Serija: Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom.- 2011. - №1.- S.86-93. [in Russian]

13. Golosovskij M.S., Bogomolov A.V., Terebov D.S. i dr. Algoritm nastrojki sistemy nechjotkogo logicheskogo vyvoda tipa Mamdani // Vestnik Juzhno-Ural' skogo gosudarstvennogo universiteta. - 2018. - № 3. - S. 19-29. DOI 10.14529/mmph180303.[in Russian]

14. Gorbachev S.V. Fazzifikacija jekspertnyh lingvisticheskih dannyh, zadannyh v porjadkovoj shkale // Mater. dokl. 4-j mezhdunar. zaochn. Nauch.-prakt. konf. «Intellektual' nye informacionnye sistemy: tendencii, problemy, perspektivy (IIS-2016). - Kursk, 2017.- S. 47-49. [in Russian]

15. Belarbi K. Design of Mamdani fuzzy logic controllers with rule base minimisation using genetic algorithm // Engineering applications of artificial intelligence. - 2005.-Vol.18(7). - P. 875-880. DOI 10.1016/j.engappai.2005.03.003

16. Amirova A.S., Tohmetov A.T., Zhanasbaeva A.S. Osnovnye problemy bezopasnosti v promyshlennom internete veshhej // Vestnik Vostochno-Kazahstanskogo tehnicheskogo universiteta im. D.Serikbaeva. - 2021.- №1(91). -S. 82-91. [in Russian] DOI 10.51885/1561-4212_2021_1_82

17. Gribin M.A. Primenenie algoritma Mamdani v sistemah avtomaticheskogo upravlenija // Razvitie sovremennoj nauki: teoreticheskie i prikladnye aspekty. -2019.- № 22. - S. 16-19. [in Russian]

18. ISO/IEC 27001:2022. Informacionnaja bezopasnost', kiberbezopasnost' i zashhita personal' nyh dannyh. URL: https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-mek-27001-2022.pdf. Data

obrashhenija: 14.12.2024. [in Russian]

19. ISO/IEC 27005:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection. URL: https://www.iso.org/standard/80585. Date of address: 14.12.2024.

20. NIST SP 800-39. Managing Information Security Risk. URL: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication. Date of address: 14.12.2024.

21. Metodologija FAIR (Factor Analysis of Information Risk). URL: https://www.risklens.com/hubfs/uploads/2019/04/An_Adoption_Guide. Date of address: 14.12.2022. [in Russian]

22. Metodologija OCTAVE dlja ocenki informacionnyh riskov. URL: http://www.risk24.ru/octave.htm. Data obrashhenija:14.12.2022. [in Russian]

23. Amirova A., Tokhmetov A. A model for risk analysis in the industrial internet of things // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. -2021.- Vol.99(14). - P. 3449-3459.

24. Kerimkhulle S., Dildebayeva Zh., Tokhmetov A., Amirova A., Tussupov J., Makhazhanova U., Adalbek A., Taberkhan R., Zakirova A., Salykbayeva A. Fuzzy Logic and Its Application in the Assessment of Information Security Risk of Industrial Internet of Things // Symmetry. – 2023. –Vol.15(10) - P. 1-29. DOI10.3390/sym15101958

***Сведения об авторах***

Амирова А.С. - PhD, ассистент профессор, Astana IT University, Астана, Казахстан, e-mail: akzhibek.amirova@astanait.edu.kz;

Құттыбек А.А. – сеньор-лектор, Astana IT University, Астана, Казахстан, e-mail: azhar.kuttybek@astanait.edu.kz;

Есмагамбетова М.М.- PhD, доцент - Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан e-mail: marzhan1983@mail.ru;

Есмагамбетов Т.У.- магистр, старший преподаватель - Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан e-mail: Timur198300@mail.ru;

***Information about the authors***

Amirova A.S. - PhD, assistant professor, Astana IT University, Astana, Kazakhstan, e-mail: akzhibek.amirova@astanait.edu.kz;

Kuttybek A.A. – senior lecturer, Astana IT University, Astana, Kazakhstan, e-mail: azhar.kuttybek@astanait.edu.kz;

Yesmagambetova M.M.- PhD, assistant professor, Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, Kazakhstan e-mail: marzhan1983@mail.ru;

Yesmagambetov T.U.- master, senior lecturer, Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, Kazakhstan e-mail: Timur198300@mail.ru;

IRSTI 28.23.15 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-647**

# RECOGNITION OF PLANT DISEASES FROM LEAF IMAGES USING MACHINE LEARNING TECHNOLOGY

**[1]N. Zhumatay, [2]Sh. Akhmetzhanova, [2]A. Abduvalova, [3]K. Beisenbayeva, [3]A. Zhanarbekuly**

*[1]K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*[2]Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan,*
*[3]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*Correspondent-author: yaphets9705@gmail.com*

This article presents a Python-oriented solution for automatic classification of plants based on image analysis, applicable in agriculture, ecology and botany. Traditional plant identification methods, which require expert analysis, are often time-consuming and error-prone. The developed application uses convolutional neural networks (CNN) implemented on the basis of TensorFlow to recognize plants by their visual characteristics, which allows you to accurately and quickly classify species. An important role is played by the OpenCV library, which is used for image preprocessing, including resizing, color normalization and noise filtering, which improves classification accuracy. The model achieves an accuracy of 86.97%, which confirms its effectiveness and suitability for practical use. The system is equipped with an intuitive interface, which makes it accessible to users of different levels of training. In the future, it is planned to expand the functionality by increasing the database and introducing transfer learning methods to improve accuracy.

**Keywords:** plant classification, Python, TensorFlow, CNN, OpenCV, machine learning, image processing.

# РАСПОЗНАВАНИЕ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ ЛИСТЬЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**[1]Н.Э. Жұматай, [2]Ш.Е. Ахметжанова, [2]А.Д. Абдувалова, [3]К.Ш. Бейсенбаева, [3]А. Жанарбекұлы**

*[1]Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*[2]Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати, Тараз, Казахстан,*
*[3]Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан,*
*e-mail:yaphets9705@gmail.com*

Данная статья представляет Python-ориентированное решение для автоматической классификации растений на основе анализа изображений, применимое в сельском хозяйстве, экологии и ботанике. Традиционные методы идентификации растений, требующие экспертного анализа, часто отнимают много времени и подвержены ошибкам. Разработанное приложение использует свёрточные нейронные сети (CNN), реализованные на базе TensorFlow, для распознавания растений по их визуальным признакам, что позволяет точно и быстро классифицировать виды. Важную роль играет библиотека OpenCV, используемая для предварительной обработки изображений, включающей изменение размеров, нормализацию цвета и фильтрацию шумов, что повышает точность классификации. Модель достигает точности 86.97%, что подтверждает её эффективность и пригодность для практического применения. Система оснащена интуитивно понятным интерфейсом, что делает её доступной для пользователей разного уровня подготовки. В будущем планируется расширение функционала за счёт увеличения базы данных и внедрения методов трансферного обучения для улучшения точности.

**Ключевые слова:** классификация растений, Python, TensorFlow, CNN, OpenCV, машинное обучение, обработка изображений.

# МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЖАПЫРАҚ КЕСКІНДЕРІ АРҚЫЛЫ ӨСІМДІК АУРУЛАРЫН ТАНУ

**[1]Н.Э. Жұматай, [2]Ш.Е. Ахметжанова, [2]А.Д. Абдувалова, [3]К.Ш. Бейсенбаева, [3]А. Жанарбекұлы**

*[1]Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана қ., Қазақстан,*
*[2]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан,*
*[3]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан,*
*e-mail:yaphets9705@gmail.com*

Бұл мақала ауыл шаруашылығында, экологияда және ботаникада қолданылатын кескінді талдау негізінде өсімдіктерді автоматты түрде жіктеуге арналған Python-бағытталған шешімді ұсынады. Сараптамалық талдауды қажет ететін өсімдіктерді анықтаудың дәстүрлі әдістері көбінесе көп уақытты қажет етеді және қателіктерге бейім. Әзірленген қолданба өсімдіктерді визуалды белгілері бойынша тану үшін TensorFlow негізіндегі конволюциялық нейрондық желілерді (CNN) пайдаланады, бұл түрлерді дәл және жылдам жіктеуге мүмкіндік береді. Өлшемін Өзгертуді, түсін қалыпқа келтіруді және шуды сүзуді қамтитын кескіндерді алдын ала өңдеу үшін пайдаланылатын OpenCV кітапханасы маңызды рөл атқарады, бұл жіктеу дәлдігін арттырады. Модель 86.97% дәлдікке жетеді, бұл оның тиімділігі мен практикалық қолдануға жарамдылығын растайды. Жүйе интуитивті интерфейспен жабдықталған, бұл оны әртүрлі деңгейдегі пайдаланушылар үшін қол жетімді етеді. Болашақта деректер базасын ұлғайту және дәлдікті жақсарту үшін трансферлік оқыту әдістерін енгізу есебінен функционалдылықты кеңейту жоспарлануда.

**Түйін сөздер:** өсімдіктерді жіктеу, Python, TensorFlow, CNN, OpenCV, Машиналық оқыту, кескінді өңдеу.

**Introduction.** The rapid advancement of image recognition technology has paved the way for innovative applications across various fields, including agriculture, ecology, and environmental sciences. Accurate identification of plant species is a fundamental task in these fields, aiding in biodiversity studies, conservation efforts, and pest management. Traditional plant identification methods, relying on manual classification by experts, are often time-consuming and prone to human error. Automated plant identification systems, leveraging machine learning and computer vision, provide a scalable and efficient alternative to these traditional approaches.

This paper presents a Python-based application designed to classify plant species from user-inputted images. Utilizing convolutional neural networks (CNNs) for feature extraction and classification, the model demonstrates an effective approach to recognizing plants based on visual characteristics. The application is equipped with a user-friendly interface, allowing users to submit an image for analysis, with the model subsequently returning a probable plant species as output.

The objectives of this study include developing a robust preprocessing pipeline to optimize image quality, selecting an appropriate model architecture for high classification accuracy, and evaluating the model' s performance against existing plant databases. By leveraging modern machine learning frameworks and image processing techniques, this research seeks to contribute a practical tool for botanists, researchers, and agriculturalists in the pursuit of reliable and scalable plant identification solutions.

**Materials and methods.** ***Overview of Python and Libraries for Image Processing and Machine Learning***

Python is widely recognized for its versatility and ease of use, making it the preferred language for scientific and machine learning applications. Its expansive ecosystem includes numerous libraries that support high-performance computing, data analysis, and machine learning, which are essential in building efficient applications for image recognition tasks. In the domain of plant identification, Python enables complex neural network architectures and image preprocessing capabilities, which are fundamental to accurately distinguishing between species based on visual data [1].

TensorFlow, an open-source machine learning library developed by Google, is instrumental in building and deploying machine learning models. Its flexible architecture allows for the deployment of

models across multiple CPUs and GPUs, making it highly efficient for training large datasets [2]. TensorFlow's Keras API is particularly useful for developing deep learning models like Convolutional Neural Networks (CNNs). CNNs are known for their ability to process and learn from images by identifying spatial hierarchies of features, such as shapes, textures, and edges, which are critical for distinguishing between different plant species. CNNs achieve this by progressively extracting feature maps from images, making them ideal for tasks that require detailed visual analysis, such as plant disease classification [3].

The use of TensorFlow also allows for implementing transfer learning, where pre-trained models (such as InceptionV3, ResNet, or VGG16) are fine-tuned on a specific dataset. Transfer learning greatly reduces training time and improves model accuracy by leveraging patterns learned from vast image datasets, which are applicable across various domains [4]. This capability makes TensorFlow a powerful tool in developing reliable models for plant identification.

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) is an open-source library designed to support real-time computer vision and image processing tasks. OpenCV offers a wide array of tools for manipulating images, such as resizing, filtering, and color adjustments, which are crucial steps in preparing images for machine learning models [5]. For example, resizing images to a standard input size improves consistency in model training, while color normalization adjusts variations in lighting conditions, reducing the influence of environmental factors on classification accuracy [6].

Additionally, OpenCV includes advanced filtering and edge-detection techniques such as GaussianBlur, Canny Edge Detection, and Morphological Transformations, which enhance features and reduce noise in images. These techniques are particularly beneficial in plant identification, where clarity of leaf texture, edges, and shape are essential for accurate classification [7].

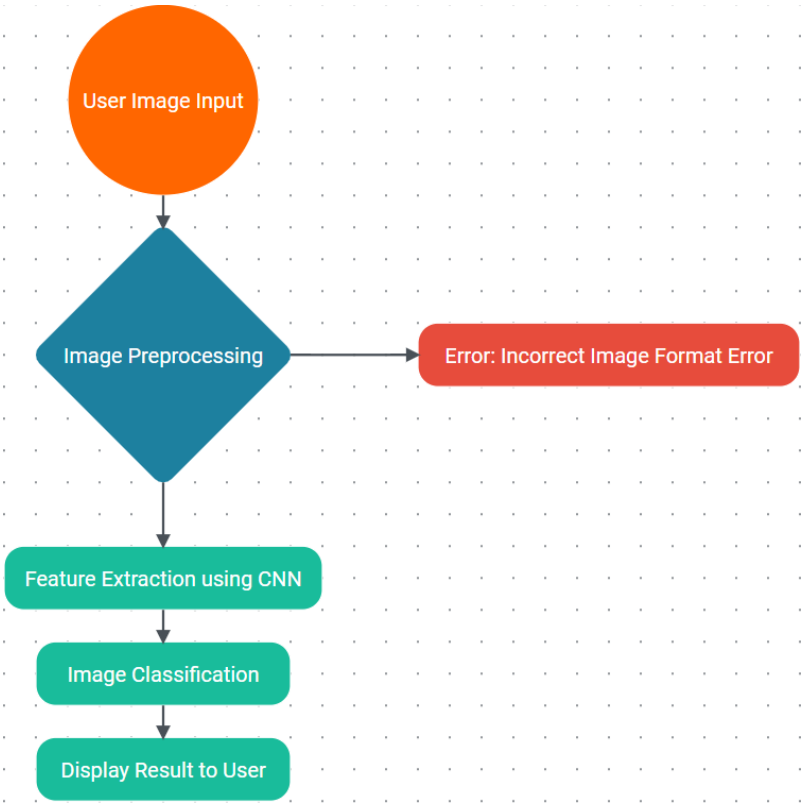



**Fig. 1 - Workflow of the plant identification program**

By leveraging both TensorFlow and OpenCV, Python provides a cohesive platform to manage the entire image classification pipeline, from data preprocessing to model training and deployment. The use of these libraries enables the creation of highly accurate plant identification systems that can efficiently handle real-world variations in plant appearance. The synergy between machine learning and image processing in Python not only increases the model's accuracy but also optimizes computational resources, making Python an ideal choice for plant recognition tasks [8].

Python's supportive community and comprehensive documentation for libraries such as TensorFlow and OpenCV make it accessible even for researchers with limited programming backgrounds. This accessibility, coupled with the flexibility of Python' s ecosystem, continues to drive its popularity in the scientific and machine learning communities.

***Process Flow Diagram Description.*** The following diagram illustrates the workflow of the plant identification program, detailing each step from user input to the final result display.

This structured approach ensures accurate classification of the plant species based on the input image (Figure - 1).

The process of plant identification begins with the user uploading an image of a plant. This image can depict various parts of the plant, including leaves, flowers, or the entire plant itself. It serves as the primary input data for the program. For accurate processing, it is crucial that the uploaded image conforms to specific requirements in terms of format and resolution. Common formats accepted by the program typically include JPEG, PNG, and BMP. The resolution of the image should be sufficient to capture the details necessary for effective analysis—ideally, the dimensions should not be less than 224x224 pixels to ensure clarity during feature extraction.

Upon receiving the image, the program utilizes the OpenCV library, a powerful tool for image processing and computer vision tasks. The preprocessing phase is critical, as it enhances the image quality and optimizes the performance of the machine learning model.

During this stage, the program first checks the uploaded image for correctness in format. If the image format does not meet the accepted criteria, an error message—"Incorrect Image Format Error"—is displayed. This prompt guides the user to upload a compatible file, ensuring that the input data is valid before proceeding further.

Resizing: The image is resized to specified dimensions (commonly 224x224 pixels). This standardization is crucial to maintain consistency across all inputs, which helps to avoid potential scaling issues that could adversely affect classification accuracy.

Color Normalization: This step adjusts the image for variations in lighting and shadows. Color normalization helps mitigate the influence of external factors, such as differences in illumination or background scenery, thereby creating a more uniform basis for analysis.

Noise Filtering: Noise can often obscure important features in an image, so filtering techniques are applied to eliminate artifacts. Methods such as Gaussian blur or median filtering are employed to smooth the image, which enhances the model' s ability to detect relevant features accurately.

Once the image preprocessing is complete, the preprocessed image is passed to a Convolutional Neural Network (CNN) model, which is implemented using TensorFlow. The CNN is designed to automatically extract hierarchical features from the image. These features include shapes, textures, and edges that are characteristic of different plant species.

This feature extraction process is fundamental for the subsequent classification task. By identifying and isolating unique features, the CNN enables the model to differentiate between various species of plants. Each layer of the CNN extracts increasingly complex features, allowing for a deep understanding of the visual data presented in the image.

After feature extraction, the CNN analyzes the gathered features and classifies the image based on their correlations with specific plant types. The

model calculates probabilities for each potential class (plant species) and selects the class with the highest probability as the final classification result.

For instance, if the model analyzes an image of a plant and identifies key features indicative of lavender, it may conclude that the image corresponds to the “Lavender” class with a confidence level of 90%. This confidence score reflects the model’s certainty about its classification, which is critical for user trust and usability.

Once the classification is complete, the program displays the results to the user. This output includes the name of the identified plant and may also provide additional information, such as its scientific name, common characteristics, or a brief description of its ecological significance.

In cases where the model’ s confidence level is low-indicating uncertainty about the classification-the program offers additional guidance. The user might receive suggestions to upload a clearer image or to try a different angle that better captures the plant’ s distinguishing features. This interactive element not only improves the user experience but also enhances the likelihood of obtaining accurate results in subsequent attempts.

***Image Preprocessing.*** Resizing is a fundamental preprocessing step in image analysis, particularly for machine learning applications. The process involves changing the dimensions of an image to a standard size that is compatible with the model’ s input requirements. For example, many deep learning models, including Convolutional Neural Networks (CNNs), often expect input images to be of specific dimensions-commonly 224x224 pixels.

The importance of resizing lies in its ability to maintain consistency across all images fed into the model. When images of varying sizes are used, it can lead to discrepancies during feature extraction, making it challenging for the model to learn effectively. Uniformity in size helps in stabilizing the learning process, enabling the model to focus on the actual features rather than adjusting to differences in image dimensions. Additionally, resizing reduces the computational load, allowing for faster processing and improved efficiency during training and inference stages [9].

Filtering techniques are employed to enhance image quality by reducing noise and artifacts that can obscure significant features. Common filtering methods include:

1. Gaussian Blur: This technique smooths the image by averaging pixel values in a neighborhood defined by a Gaussian function. It helps in eliminating high-frequency noise and reduces detail in the image, which can otherwise interfere with the learning process. By suppressing noise, the model can better identify critical features that contribute to accurate classification [10].

2. Median Filtering: Unlike Gaussian blur, median filtering replaces each pixel value with the median of the neighboring pixels. This method is particularly effective at removing salt-and-pepper noise while preserving edges, which are essential for accurate feature extraction. The preservation of edges aids the model in recognizing the contours and shapes that are characteristic of different plant species [11].

By applying these filtering techniques, the preprocessing stage enhances the clarity of the images, allowing the model to learn from more representative data. A cleaner input leads to more reliable feature extraction and ultimately contributes to improved classification accuracy.

Normalization is a process that adjusts the pixel values of an image to ensure consistent representation across different lighting conditions and backgrounds. This method is crucial for reducing the impact of variability in image acquisition, which can arise from different sources of illumination or environmental conditions.

Color normalization techniques may involve transforming the image’ s color space (e.g., converting from RGB to HSV) or adjusting pixel intensities to fit a specified range. This process helps in balancing the overall brightness and contrast of the image, enabling the model to focus on intrinsic features rather than extraneous visual noise[12].

Normalization plays a pivotal role in enhancing model accuracy by ensuring that the neural network receives input data that is representative of the

actual features it needs to learn. By mitigating the effects of inconsistent lighting and color variations, normalization allows the model to generalize better from training data to unseen instances, thereby improving its performance in real-world applications.

In summary, the preprocessing of images through resizing, filtering, and normalization is critical for enhancing the accuracy of machine learning models, especially in the context of plant identification. Each of these techniques contributes to creating a more uniform and representative dataset, which in turn enables the model to extract meaningful features and make accurate classifications. The importance of these preprocessing methods cannot be overstated, as they lay the groundwork for effective learning and reliable performance in image classification tasks.

**Results and discussion.** ***Machine learning model for plant disease classification***

In the realm of agricultural technology, the ability to accurately diagnose plant diseases is crucial for maintaining healthy crops and ensuring food security. To achieve this, we developed a machine learning model based on a Convolutional Neural Network (CNN) architecture, specifically saved as cnn_plant_disease_model.keras. CNNs are particularly well-suited for image recognition tasks due to their ability to automatically extract and learn features from images.

The CNN architecture utilized in this study comprises several convolutional layers, each followed by activation functions and pooling layers. This structure allows the model to learn hierarchical representations of the input data, enabling it to capture intricate details in plant images. By employing multiple layers, the CNN can detect features ranging from simple edges and textures in the early layers to complex patterns in the deeper layers.

For effective model training, a comprehensive dataset was essential. The dataset consisted of thousands of images of various plant species, each labeled with the corresponding disease status. The images were collected from diverse sources to ensure variability in conditions, such as lighting and angles, thus enhancing the model' s robustness.

To further improve the model' s performance, data augmentation techniques were applied. These techniques included random rotations, zooming, flipping, and brightness adjustments. By artificially increasing the diversity of the training dataset, we aimed to help the model generalize better to unseen data, thereby reducing the risk of overfitting.

Prior to training, all images underwent preprocessing to optimize them for input into the CNN. The preprocessing steps included resizing images to a standard dimension of 224x224 pixels and normalizing pixel values to a range between 0 and 1. This standardization is vital for improving the model' s convergence speed during training.

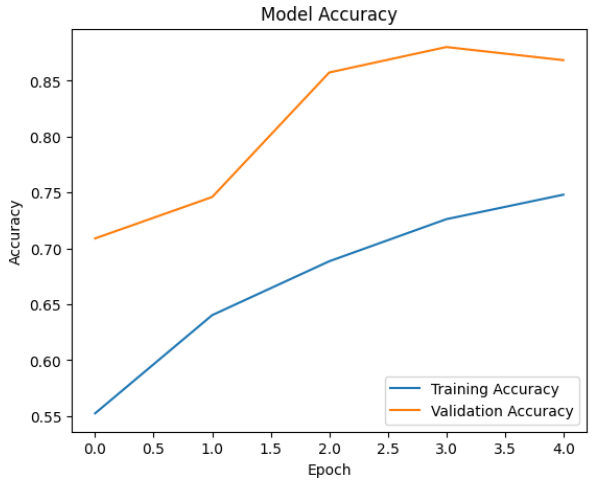



**Fig. 2 - Training and validation accuracy over epochs**

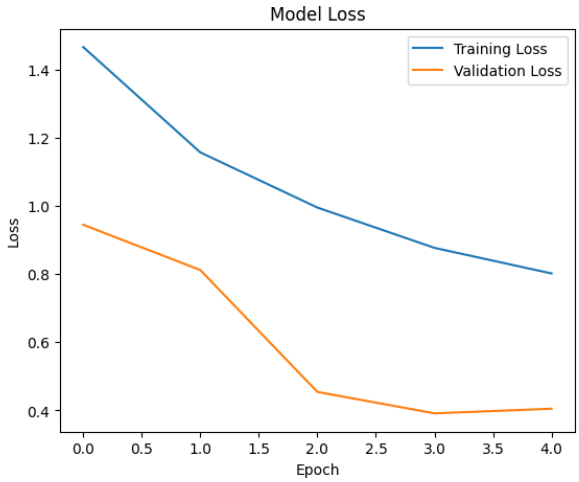



**Fig.3 - Training and validation loss over epochs**

The model was trained using a robust dataset split into training and validation sets, with 80% of the data allocated for training and 20% for validation. The training process involved multiple epochs, with a batch size of 32. This configuration allowed the model to learn from a sufficient number of samples in each iteration while maintaining efficient computational performance.

We employed the Adam optimizer, a popular choice in deep learning for its adaptive learning rate capabilities. The loss function used was categorical cross-entropy, suitable for multi-class classification tasks. This combination of optimizer and loss function facilitated efficient training and convergence of the model.

The ”Training and validation accuracy over epochs” graph illustrates the model’ s performance in terms of accuracy throughout the training process. On the X-axis, we have the number of Epochs, while the Y-axis represents the Training Accuracy and Validation Accuracy Figure - 2).

As the training progresses through the epochs, we observe a significant increase in both training and validation accuracy. Initially, the model demonstrates relatively low accuracy, which gradually improves as it learns from the training dataset. By the end of the training, the model achieves an accuracy of 86.97% (or 0.8697), indicating that it can correctly classify the majority of plant images in the validation dataset. This high accuracy reflects the model’s effectiveness in capturing the relevant features necessary for plant disease classification.

The gap between training accuracy and validation accuracy should be monitored closely. If the training accuracy is significantly higher than the validation accuracy, it may indicate overfitting. However, in this case, the model appears to maintain a good balance between the two, suggesting effective generalization to unseen data.

The ”Training and validation loss over epochs” graph presents the loss values recorded throughout the training process. The X-axis represents the number of Epochs, while the Y-axis displays the Training Loss and Validation Loss (Figure - 3).

Initially, both training and validation loss values are high, indicating that the model’ s predictions deviate significantly from the actual labels. However, as training progresses, both loss values decrease steadily. The Training Loss reaches a value of 0.4000, demonstrating that the model’ s predictions increasingly align with the actual data as it learns. A lower loss value indicates a better performance in classification tasks, suggesting that the model has effectively minimized the error in its predictions.

The convergence of training and validation loss towards the end of the training process further supports the model’ s stability and its capability to generalize well. If the validation loss starts to increase while training loss continues to decrease, it would be a sign of overfitting; however, this scenario is not observed in our results.

To illustrate the model’ s performance, we generated accuracy and loss curves during the training process. [Insert the accuracy and loss graph here.] These visualizations depict the model’ s learning trajectory, showcasing how accuracy improved and loss decreased over epochs. Observing these trends allows us to assess the effectiveness of the training regimen.

The developed CNN model, cnn_plant_disease_model.keras, holds significant promise for practical applications in agriculture. By enabling quick and accurate identification of plant diseases, this model can assist farmers and agricultural specialists in making timely decisions to manage crop health. This capability can ultimately lead to improved yield and reduced economic losses due to disease outbreaks.

While the current model demonstrates commendable performance, several avenues for future research exist. Exploring more advanced architectures, such as deeper CNNs or transfer learning with pre-trained models, could yield further improvements in accuracy. Additionally, expanding the dataset to include more diverse plant species and diseases would enhance the model’ s applicability across different agricultural contexts.

In summary, the CNN model developed

for plant disease classification, saved as cnn_plant_disease_model.keras, achieved an impressive accuracy of 86.97% with a loss of 0.4000. This indicates a well-optimized model capable of effectively identifying plant diseases from images. As agricultural challenges continue to evolve, the integration of machine learning technologies like this model offers promising solutions for sustainable farming practices.

***User interface and interaction in Plant disease classification application.*** The plant disease classification application is designed to provide a seamless user experience while allowing users to accurately identify various plant species and diagnose potential diseases.

The user interface (UI) is thoughtfully crafted to be intuitive, facilitating easy navigation for individuals with varying levels of technical expertise (Figure - 4).

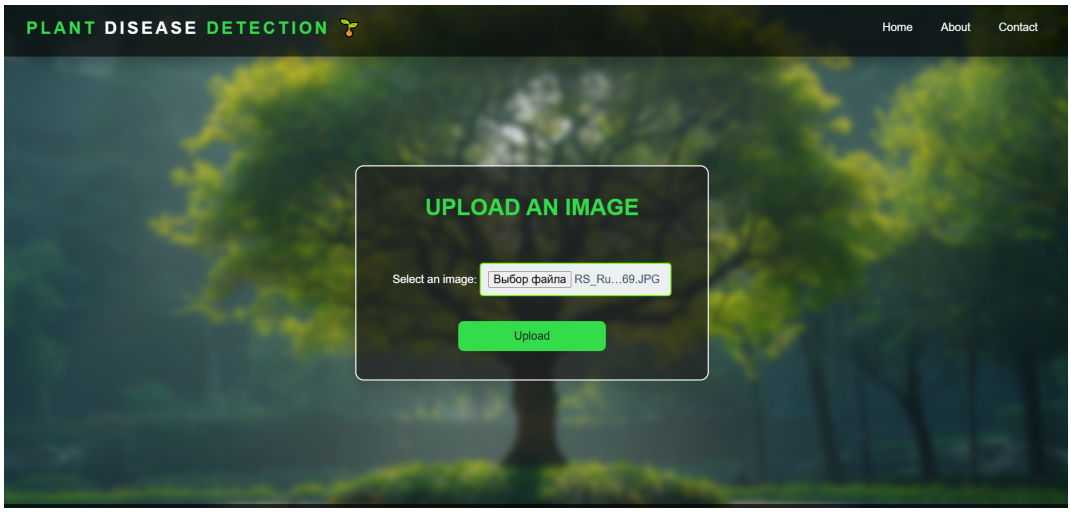



**Fig. 4 - Home page**

The application guides users through a straightforward process, beginning with the launch of the program on their device. Upon accessing the main screen, users encounter a prominent prompt to upload an image of a plant. This image can depict a leaf, flower, or the entire plant, serving as the crucial input data for the classification model.

Users can initiate the process by clicking the ”Upload Image” button, which opens a file dialog for selecting an image. The application supports multiple image formats, including JPEG, PNG, and BMP, ensuring compatibility with commonly used files. Once an image is selected, the program conducts a validation check to verify that the uploaded file adheres to the necessary format and resolution specifications. If the image format is deemed incorrect, the application promptly displays an ”Incorrect Image Format Error” message, guiding the user to upload a compatible file.

After confirming the validity of the uploaded image, the program utilizes the OpenCV library to preprocess the image. This stage includes resizing, color normalization, and noise filtering, enhancing the image quality for optimal performance of the model. A progress indicator may appear during this phase, reassuring users that the processing is underway. Upon completion of the image processing and classification, the application presents the results prominently on the screen. Users receive information about the identified plant species, including both common and scientific names. Additionally, the program may provide supplementary details, such as characteristics, potential diseases, and care instructions.

The model’ s confidence level in its classification is also communicated to the user. For example, if the program identifies a plant as “Lavender” with a confidence level of 90%, this information helps

users assess the reliability of the result. Users are encouraged to provide feedback on the classification results. If they believe the classification is incorrect, they can submit their observations, contributing to the model's continuous improvement.

To ensure a pleasant user experience, the interface incorporates several interactive features. Accessibility features are designed with inclusivity in mind, offering options such as screen reader compatibility, text-to-speech for results, and adjustable font sizes to cater to diverse user needs. A dedicated help section is available, providing comprehensive information on how to navigate the application, troubleshoot common issues, and interpret results. This resource is particularly beneficial for first-time users unfamiliar with the technology.

The option to create user profiles allows individuals to save uploaded images and classification results for future reference. This feature is advantageous for tracking the health of plants over time and comparing different outcomes. The accuracy and performance of the plant disease classification model are paramount to its usability. The model achieved an accuracy of 86.97% and a loss value of 0.4000 during training, reflecting its capability to reliably classify a wide range of plant species.

The accuracy of the model is determined by its ability to correctly classify instances from a validation dataset. An accuracy of 86.97% signifies that the model can accurately identify the majority of plant images, which is essential for practical applications in agriculture where timely and precise diagnosis of plant diseases can significantly impact crop management strategies. Beyond accuracy, additional performance metrics such as precision, recall, and F1-score can be computed to provide a more comprehensive understanding of the model's performance. These metrics are particularly useful in scenarios where class imbalances exist.

A confusion matrix can be generated to visualize the model' s classification performance across various plant species. This tool helps identify specific species that are frequently misclassified, enabling targeted improvements in model performance. The model has been trained to recognize a diverse array of plant species, each exhibiting unique characteristics. For example, it can identify Lavender (Lavandula angustifolia), known for its fragrant purple blooms, which is commonly used in aromatherapy and culinary applications. The model can accurately identify tomato plants (Solanum lycopersicum), a widely cultivated vegetable, by their characteristic green foliage and red fruits. It also recognizes roses (Rosa spp.), known for their beauty, and corn (Zea mays), a staple crop identifiable by its tall stalks and long, narrow leaves. Additionally, the model can recognize basil (Ocimum basilicum), a popular culinary herb identifiable by its broad, green leaves and aromatic scent.

These examples illustrate the practical applicability of the model in identifying common plant species, providing valuable insights for users interested in gardening, agriculture, or plant care.

**Conclusions.** In conclusion, the development of the plant disease classification model represents a significant advancement in the field of agricultural technology. By leveraging cutting-edge machine learning techniques, particularly Convolutional Neural Networks (CNNs), the model demonstrates a commendable accuracy of 86.97% and a loss of 0.4000.

These results highlight its potential as a reliable tool for identifying plant diseases, thereby assisting farmers and agricultural professionals in making informed decisions about crop management and disease mitigation.

However, as outlined in the discussion of limitations, several factors can affect the model' s performance in real-world applications. Variability in image quality, environmental conditions, and the limitations of the training dataset can lead to misclassifications. Recognizing these challenges is essential for driving further improvements to the model' s robustness and accuracy.

Future enhancements such as data augmentation, the incorporation of user feedback, and expanding the training dataset are crucial for refining the model. Furthermore, adopting a continuous learning

approach will ensure that the model remains relevant in a rapidly evolving agricultural landscape, adapting to new plant diseases and variations.

Overall, while the current model is a promising step forward, ongoing research and development are needed to unlock its full potential. By addressing the limitations and exploring innovative strategies for improvement, the plant disease classification model can play a vital role in promoting sustainable agricultural practices and enhancing food security worldwide.

## References

1. Oliphant, T. E. (2007). Python for scientific computing //Computing in Science & Engineeringю- 2007.- Vol. 9(3).- P.10-20.DOI 10.1109/MCSE.2007.58

2. Abadi, M., Barham, P., Chen, J., et al. (2016). TensorFlow: A system for large-scale machine learning. Proceedings of the 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation. - 2016.- Vol.1.-P.265-283. DOI 10.48550/arXiv.1605.08695

3. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks//Advances in Neural Information Processing Systems.-2017.-Vol. 60(6).- P.84-90. DOI 10.1145/3065386 .

4. Pan S. J., & Yang Q. A survey on transfer learning. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering.- 2010.-Vol 22(10) - P.1345-1359. DOI 10.1109/TKDE.2009.191

5. Bradski G. The OpenCV Library//Doctor Dobbs Journal.-2000.- Vol. 25(11)

https://www.researchgate.net

6. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer. 2006.- 776 p.- ISBN 978-0-387-31073-2. https://link.springer.com

7. Gonzalez R. C., Woods, R. E. Digital Image Processing (3rd Edition). Pearson.-2008.- 976 p.

ISBN 0-13-168728-x 978-0-13-168728-8

8. Zhang L., Zhang L.,Du B. Deep learning for remote sensing data: A technical tutorial on the state of the art. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine.-2016. Vol. 4(2). - P.22-40.

DOI 10.1109/MGRS.2016.2540798

9.A. Garg A Survey on Content Aware Image Resizing Methods. //KSII Transactions on Internet and Information Systems. - 2020.- Vol.14(7).- P.2997-3017.DOI 10.3837/tiis.2020.07.015

10. R.Gonzalez and R. Woods Digital Image Processing, 4th ed. Pearson.-2018.-1024 p.

ISBN 978-1-292-22304-9

11. John C. Russ, F. Brent Neal The Image Processing Handbook - 2017. -1056 p.

ISBN1138747491, 9781138747494

12. D.P Oppenheim and R. W. Schafer, Digital Signal Processing, 3rd ed. Prentice Hall.- 2009.-P.1108 ISBN-13: 978-0-13-198842-2

***Information about the author***

Zhumatayn N. - Master' s student, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: zhumatayn@gmail.com;

Akhmetzhanova Sh. - acting associate professor, Taraz regional university named after M. KH. Dulaty, Taraz, Kazakhstan, e-mail: she.akhmetzhanova@dulaty.kz;

Abduvalova A. - acting associate professor, Taraz regional university named after M. KH. Dulaty, Taraz, Kazakhstan, e-mail: abduvalova_ad@mail.ru;

Beisenbayeva K. - PhD, Senior lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: bei_kkulys@mail.ru

Zhanarbekuly A. - Teacher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: yaphets9705@gmail.com

***Сведения об авторах***

Жұматай Н. **-** магистрант, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті**,** Астана, Қазақстан, e-mail: zhumatayn@gmail.com;

Ахметжанова Ш. - к.т.н.,и.о.доцента, Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, Тараз, Казахстан, e-mail: she.akhmetzhanova@dulaty.kz ;

Абдувалова А**.**- к.т.н., и.о. доцента Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, Тараз, Казахстан, e-mail: abduvalova_ad@mail.ru

Бейсенбаева К. **-** PhD, Старший преподаватель кафедры криптологии, Евразийского национального университета им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: bei_kkulys@mail.ru

Жанарбекұлы А. - преподаватель, Евразийского национального университета им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: yaphets9705@gmail.com

МРНТИ 20.15.05 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-671**

# АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА БАЗЕ WORDPRESS С ПОМОЩЬЮ WPSCAN

**Г.Т. Даненова, А.Е. Манат, Т.Б. Ахметжанов, М.М. Коккоз, Ж. Сайлау кызы**
*Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, г.Караганда, Казахстан*
*Корреспондент-автор: guldan72@mail.ru*

Учитывая рост интернета, количество веб-приложений, пользователей и неопытных разработчиков, проблема безопасности веб-приложений остается актуальной на всех уровнях и требует комплексного подхода.

В данной работе исследован мощный инструмент сканирования веб-сервисов Wpscan. Для более детального осмысления потенциальных угроз были рассмотрены примеры реальных уязвимостей в плагинах и темах WordPress, что особенно важно для крупных веб-ресурсов, использующих множество внешних модулей. Данные примеры показывают, как важны регулярные обновления и мониторинг безопасности для предотвращения угроз.

В данной работе проведен полный обзор функциональности работы платформы по поиску уязвимостей внутри веб-сайтов, разработанных на базе ядра WordPress. Правильное использование системы защиты WPScan позволяет снизить риски атак на сайты WordPress и защитить их от наиболее распространенных угроз, обеспечивая безопасность данных и стабильность работы веб-ресурсов.

В ходе исследований был протестирован сайт Sprut.ru на безопасность. Также были разработаны рекомендации для улучшения безопасности сайта. В частности, необходимо обновить версию ядра, убрать или скрыть файл в корневом каталоге, регулярно проверять веб-ресурс на отсутствие эксплойтов.

Данные мероприятия приводят к выводу о необходимости создания полных комплексов поиска уязвимостей и нарушений безопасности.

**Ключевые слова:** Веб-приложения, уязвимости, информационная безопасность, защита данных, атака, сканирование, автоматизированные системы защиты.

# WORDPRESS НЕГІЗІНДЕГІ WEB-ҚОСЫМШАЛАРДЫҢ ОСАЛДЫҚТАРЫН WPSCAN АРҚЫЛЫ ТАЛДАУ

**Г.Т. Даненова, А.Е. Манат, Т.Б. Ахметжанов, М.М. Коккоз, Ж. Сайлау кызы**
*Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан,*
*e-mail: guldan72@mail.ru*

Интернеттің өсуін, веб-қосымшалардың, пайдаланушылардың және тәжірибесіз әзірлеушілердің санын ескере отырып, веб-қосымшалардың қауіпсіздігі мәселесі барлық деңгейлерде өзекті болып қала береді және кешенді тәсілді қажет етеді.

Бұл жұмыс Wpscan веб - қызметтерін сканерлеудің қуатты құралын зерттеді. Ықтимал қауіптерді егжей-тегжейлі түсіну үшін WordPress плагиндері мен тақырыптарындағы нақты осалдықтардың мысалдары қарастырылды, бұл көптеген сыртқы модульдерді қолданатын үлкен веб-ресурстар үшін өте маңызды. Бұл мысалдар қауіптердің алдын алу үшін тұрақты жаңартулар мен қауіпсіздік мониторингінің қаншалықты маңызды екенін көрсетеді.

Бұл жұмыста WordPress ядросы негізінде жасалған веб-сайттар ішіндегі осалдықтарды іздеу бойынша платформа жұмысының функционалдығына толық шолу жасалды. Wpscan қорғаныс жүйесін дұрыс пайдалану WordPress сайттарына шабуыл жасау қаупін азайтуға және оларды ең көп таралған қауіптерден қорғауға мүмкіндік береді, бұл деректердің қауіпсіздігі мен веб-ресурстардың тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Зерттеу барысында сайт сыналды Sprut.ru қауіпсіздік үшін. Сондай-ақ, сайттың қауіпсіздігін жақсарту бойынша ұсыныстар жасалды. Атап айтқанда, ядро нұсқасын жаңарту, файлды түбірлік каталогта жою немесе жасыру, веб-ресурсты эксплуатациялардың жоқтығына үнемі тексеріп отыру қажет.

Бұл іс-шаралар осалдықтар мен қауіпсіздікті бұзушылықтарды іздеудің толық кешендерін құру қажеттілігі туралы қорытындыға әкеледі.

**Түйін сөздер:** Веб-қосымшалар, осалдықтар, ақпараттық қауіпсіздік, деректерді қорғау, шабуыл, сканерлеу, автоматтандырылған қорғаныс жүйелері.

## VULNERABILITY ANALYSIS OF WORDPRESS-BASED WEB APPLICATIONS USING WPSCAN

**G.T. Danenova✉, A.E. Manat, T.B. Akhmetzhanov, M.M. Kokkoz, Zh. Sailau kyzy**

*Karaganda Technical University named by Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan,*
*e-mail: guldan72@mail.ru*

According to the growth of the Internet, the number of web applications, users and inexperienced developers, the problem of web application security remains relevant at all levels and requires a comprehensive approach.

In this article the powerful web service scanning tool Wpscan is investigated. Examples of real vulnerabilities in the WordPress plugins and themes were considered for a more detailed understanding of potential threats. The plugins and themes are especially important for large web resources using many external modules. These examples show how important regular security updates and monitoring are to prevent threats.

During the research the site Sprut.ru was investigated for safety. Recommendations have also been developed to improve the security of the site. In particular, it is necessary to update the kernel version, remove or hide the file in the root directory, and regularly check the web resource for exploits.

These measures lead to the conclusion that it is necessary to create complete complexes for searching for vulnerabilities and security breaches.

**Keywords:** Web Applications, Vulnerabilities, information security, data protection, attack, scanning, automated protection systems.

**Введение.** С развитием интернета веб-приложения стали неотъемлемой частью нашего повседневного взаимодействия с цифровыми технологиями. От интернет-магазинов до блогов и корпоративных сайтов — все эти платформы работают на веб-приложениях, многие из которых базируются на популярных системах управления контентом (CMS), таких как WordPress.

Однако вместе с ростом количества таких приложений увеличивается и число атак, направленных на эксплуатацию их уязвимостей [1-3]. Злоумышленники могут использовать бреши в безопасности для внедрения вредоносного кода, кражи данных или получения несанкционированного доступа к системе. Поэтому обеспечение безопасности веб-приложений становится одной из важнейших задач для разработчиков, владельцев сайтов и администраторов.

С ростом числа кибератак и сложностью современных угроз проблема защиты веб-сайтов становится особенно острой. По данным исследований в области кибербезопасности, количество инцидентов, связанных с утечкой данных, взломом аккаунтов и нарушением работы веб-ресурсов, продолжает увеличиваться с каждым годом [4-7]. Это обусловлено как увеличением числа подключенных к интернету устройств и пользователей, так и совершенствованием методов атак, использующих уязвимости в программном обеспечении.

Защита веб-сайтов является одной из ключе-

вых задач в условиях стремительного развития информационных технологий и широкого распространения интернета. Веб-ресурсы, особенно популярные платформы, такие как WordPress, часто становятся объектом атак злоумышленников, стремящихся использовать уязвимости для получения несанкционированного доступа к данным или компрометации систем. Обеспечение безопасности сайтов - это многоуровневый процесс, включающий в себя как организационные, так и технические меры защиты.

Одной из наиболее распространенных угроз для веб-сайтов является эксплуатация уязвимостей в коде сайта или его компонентов (плагинов, тем и модулей). Например, злоумышленники могут использовать SQL-инъекции, XSS-атаки (Cross-Site Scripting) или внедрение вредоносного кода с целью получения контроля над ресурсом или кражи конфиденциальной информации [8-9]. Также распространены атаки на брутфорс (подбор паролей), DDoS-атаки (Distributed Denial of Service), которые направлены на перегрузку сервера и вывод сайта из строя.

Современные методы защиты веб-сайтов включают в себя комплекс инструментов и технологий, обеспечивающих многоуровневую защиту. В первую очередь, это системы управления уязвимостями, которые автоматически выявляют и устраняют слабые места в коде сайта. Например, такие инструменты, как WPScan для WordPress, позволяют администраторам сайтов регулярно проводить аудит безопасности, выявлять устаревшие или уязвимые компоненты и оперативно их обновлять.

Автоматизированные системы защиты, такие как WPScan, стали неотъемлемой частью комплексного подхода к обеспечению безопасности веб-сайтов. Эти инструменты не только позволяют выявлять уязвимости, но и обеспечивают регулярный мониторинг систем, помогая администраторам вовремя реагировать на новые угрозы. WPScan, в частности, предоставляет возможность сканировать сайты на предмет известных уязвимостей в плагинах и темах WordPress, что особенно важно для крупных веб-ресурсов, использующих множество внешних модулей.

Защита веб-сайтов требует системного подхода, включающего как технические, так и организационные меры. В условиях постоянно растущих угроз администраторы должны регулярно обновлять свои ресурсы, проводить аудит безопасности и внедрять передовые методы защиты. Использование инструментов, таких как WPScan, помогает своевременно выявлять уязвимости и снижать риски, обеспечивая надежную защиту сайтов от атак и несанкционированного доступа

WPScan - это мощный инструмент для анализа безопасности веб-сайтов, работающих на платформе WordPress. Он был создан с целью выявления уязвимостей в ядре WordPress, а также в темах и плагинах, которые могут быть установлены на сайте. Этот инструмент активно поддерживается сообществом кибербезопасности и регулярно обновляется для включения в базу данных новых уязвимостей, что делает его актуальным и полезным для администраторов веб-сайтов, работающих на WordPress.

WPScan использует открытую базу данных уязвимостей WordPress — WPVulnDB, которая содержит информацию о всех известных слабых местах в темах и плагинах. Благодаря этому, WPScan помогает администраторам своевременно обнаруживать и устранять проблемы безопасности.

Основная цель данной работы - продемонстрировать, как WPScan можно использовать для проведения комплексного анализа веб-приложений, построенных на WordPress. Мы рассмотрим, как этот инструмент помогает выявлять критические уязвимости, такие как устаревшие или уязвимые плагины, темы и ошибки в конфигурации, и какие шаги необходимо предпринять для улучшения безопасности сайта. Также будет уделено внимание тому, как автоматизировать процессы сканирования, интегрировать WPScan в циклы разработки и администрирования, и использовать его в рамках общей стратегии обеспечения безопасности веб-приложений.

Материалы и методы. В данной работе проведен полный обзор функциональности работы

платформы по поиску уязвимостей внутри веб-сайтов, разработанных на базе ядра WordPress.

Правильное использование системы защиты WPScan позволяет снизить риски атак на сайты WordPress и защитить их от наиболее распространенных угроз, обеспечивая безопасность данных и стабильность работы веб-ресурсов.

WPScan обладает рядом значительных преимуществ, которые делают его эффективным инструментом для обеспечения безопасности сайтов на платформе WordPress. Во-первых, он позволяет своевременно выявлять уязвимости, обнаруживая устаревшие версии плагинов и тем, потенциально подверженные угрозам, и предоставляя рекомендации по их устранению. Во-вторых, автоматизация процесса проверки безопасности избавляет администраторов от необходимости ручного анализа, что значительно экономит время и ресурсы. Кроме того, WPScan разработан специально для WordPress, что позволяет учитывать специфические особенности данной CMS и обеспечивает высокую точность анализа. Еще одним важным достоинством является возможность сканирования учетных записей администраторов, что позволяет проверять надежность паролей и предотвращать атаки, связанные с их подбором. WPScan также уведомляет о необходимости обновления плагинов и тем, что позволяет поддерживать актуальность программного обеспечения и снижает риск эксплуатации уязвимостей. Использование обширной и актуальной базы данных уязвимостей WPVulnDB делает инструмент надежным средством для выявления новейших угроз. Кроме того, благодаря открытому исходному коду и бесплатному доступу, WPScan является универсальным решением, доступным как для небольших блогов, так и для крупных корпоративных ресурсов.

WPScan работает путем автоматизированного анализа безопасности сайтов на платформе WordPress. Его функционал включает определение версии WordPress, проверку установленных плагинов и тем на предмет известных уязвимостей, а также анализ безопасности учетных записей. Инструмент использует базу данных WPVulnDB для выявления уязвимостей в установленных компонентах и предупреждает администратора о необходимости обновлений. Дополнительно WPScan проверяет конфигурацию сайта на наличие слабых мест в настройках и генерирует отчеты с рекомендациями по улучшению безопасности.

Одним из ключевых шагов в обеспечении безопасности веб-сайтов на платформе WordPress является определение версии его ядра. WPScan предоставляет автоматический механизм для выявления версии WordPress на целевом ресурсе, анализируя общедоступную информацию, которая может быть случайно раскрыта сайтом. Основные источники такой информации включают файлы, как readme.html, мета-теги и заголовки HTML-страниц, которые часто содержат данные о версии системы. Даже если эта информация была намеренно скрыта администраторами сайта для повышения уровня безопасности, WPScan может использовать анализ шаблонов ссылок на скрипты и стили, характерных для конкретных версий WordPress, что позволяет обойти подобные ограничения.

Некоторые администраторы, пытаясь усилить защиту своего сайта, скрывают или удаляют данные о версии WordPress, чтобы затруднить работу злоумышленникам. Однако WPScan способен идентифицировать версию ядра, анализируя изменения в функциональности, исходный код и структуру файлов системы, сопоставляя их с известными обновлениями. Даже если стандартные методы определения версии заблокированы, инструмент может использовать косвенные признаки для получения точной информации.

После успешного определения версии WPScan запускает анализ на предмет известных уязвимостей. Он подключается к своей базе данных, содержащей актуальные сведения о выявленных уязвимостях для различных версий WordPress, таких как публичные CVE (Common Vulnerabilities and Exposures), а также предоставляет рекомендации по их устранению.

Каждая версия WordPress может иметь специфические уязвимости, которые касаются различных аспектов функционирования сайта, включая

обработку данных, взаимодействие с плагинами и темами оформления. WPScan проводит проверку на наличие таких уязвимостей, как XSS (кросс-сайтовый скриптинг), SQL-инъекции, обход аутентификации и удаленное выполнение кода. Эти уязвимости особенно опасны, если сайт работает на устаревших версиях WordPress с известными критическими проблемами.

WPScan не только выявляет уязвимости, но и предоставляет детализированные сведения о каждой из них, включая рекомендации по исправлению и ссылки на необходимые патчи или обновления. К примеру, если обнаружена SQL-инъекция в старой версии WordPress, WPScan предоставит информацию о способах устранения данной проблемы посредством обновления системы или установки соответствующих исправлений.

Результаты и обсуждения. Для более детального осмысления потенциальных угроз рассмотрим несколько примеров реальных уязвимостей в ядре WordPress, которые были выявлены и устранены в последние годы. Эти случаи иллюстрируют широкий спектр рисков, связанных с эксплуатацией недостатков системы, и подчёркивают важность своевременного обновления и защиты веб-ресурсов.

*1. Уязвимость REST API (WordPress 4.7.0 и 4.7.1)*

Одна из наиболее известных уязвимостей была обнаружена в REST API, введенной в WordPress 4.7.0. Эта уязвимость позволяла злоумышленникам несанкционированно изменять контент на уязвимых сайтах. Проблема заключалась в отсутствии достаточной проверки полномочий при выполнении запросов к API, что позволило злоумышленникам редактировать записи без авторизации. Уязвимость была устранена в версии 4.7.2, однако многие сайты, не обновившие вовремя свою систему, оказались под угрозой.

*2. XSS-уязвимость в комментариях (WordPress 5.1)*

Еще один пример - уязвимость, связанная с XSS (кросс-сайтовым скриптингом) в системе комментариев WordPress. Проблема заключалась в том, что злоумышленники могли внедрить вредоносный код через комментарии, которые впоследствии могли быть выполнены, когда администратор просматривал или модифицировал их через панель управления. Это позволяло выполнять произвольные действия от имени администратора сайта. Уязвимость была исправлена в WordPress 5.1, когда были усилены механизмы фильтрации входных данных.

*3. Уязвимость десериализации объектов (WordPress 4.6)*

Уязвимость десериализации, выявленная в WordPress 4.6, позволяла злоумышленникам удаленно выполнить произвольный код на сервере. Проблема возникла из-за неправильной обработки входных данных, которые могли быть преобразованы в опасные объекты, и это открывало злоумышленникам возможность для удаленной атаки. В результате уязвимость была устранена путем усиления механизма обработки данных в последующих версиях.

*4. SQL-инъекция в WordPress (до версии 4.8.3)*

До версии 4.8.3 WordPress содержал уязвимость SQL-инъекции, которая позволяла злоумышленникам манипулировать запросами к базе данных. Эта уязвимость могла быть использована для получения доступа к конфиденциальной информации или изменения данных в базе. В версии 4.8.3 разработчики WordPress реализовали дополнительные меры безопасности для защиты от таких атак, что позволило предотвратить дальнейшее использование данной уязвимости.

*5. CSRF-уязвимость в WordPress Customizer (до версии 4.9.6)*

Еще один важный пример — CSRF (Cross-Site Request Forgery) в интерфейсе WordPress Customizer. Эта уязвимость позволяла злоумышленникам обманом заставить администратора выполнить нежелательные действия, например, изменить настройки сайта. Поскольку злоумышленник мог отправить вредоносный запрос от имени администратора, это представляло значительную угрозу для безопасности ресурса. Уязвимость была исправлена в версии 4.9.6, где были усилены механизмы защиты от подделки

запросов.

Эти примеры показывают, как важны регулярные обновления и мониторинг безопасности для предотвращения угроз. Уязвимости могут появляться даже в ядре такой популярной платформы, как WordPress, и их эксплуатация может привести к серьезным последствиям - от изменения контента до полного контроля над сайтом. Использование инструментов вроде WPScan и своевременные обновления обеспечивают защиту от подобных атак, снижая риск компрометации.

Во всемирной паутине как мы знаем из 100% веб-сайтов 40% сделаны на ядре WordPress. Начнем с анализа самого сайта. Был выбран сайт Sprut.ru для проведения исследований на уязвимости (рисунок 1).

Общее сканирование веб-платформы позволила больше узнать о самой системы, а также версии ядра, используемые темы, плагины, встроенные в систему. Откуда было взято и когда было последнее обновления ядра (рисунок 2).

Анализ показал то, что используется версия WordPress 6.2.2 и благодаря этому вычисляем уязвимости в этом ядре. Версия выпуска этой версии 2023 год. Значит, ищем эксплойты, привязанные к этой версии (рисунок 3).

**Рис. 1 - Общее сканирования веб-сервиса**

```
[+] WordPress version 6.2.2 identified (Insecure, released on 2023-05-20).
 | Found By: Rss Generator (Passive Detection)
 |  - https://spryt.ru/feed/, <generator>https://wordpress.org/?v=6.2.2</generator>
 | Confirmed By: Emoji Settings (Passive Detection)
 |  - https://spryt.ru/, Match: 'wp-includes\/js\/wp-emoji-release.min.js?ver=6.2.2'
```

**Рис. 2 - Идентифицированная версия WordPress**

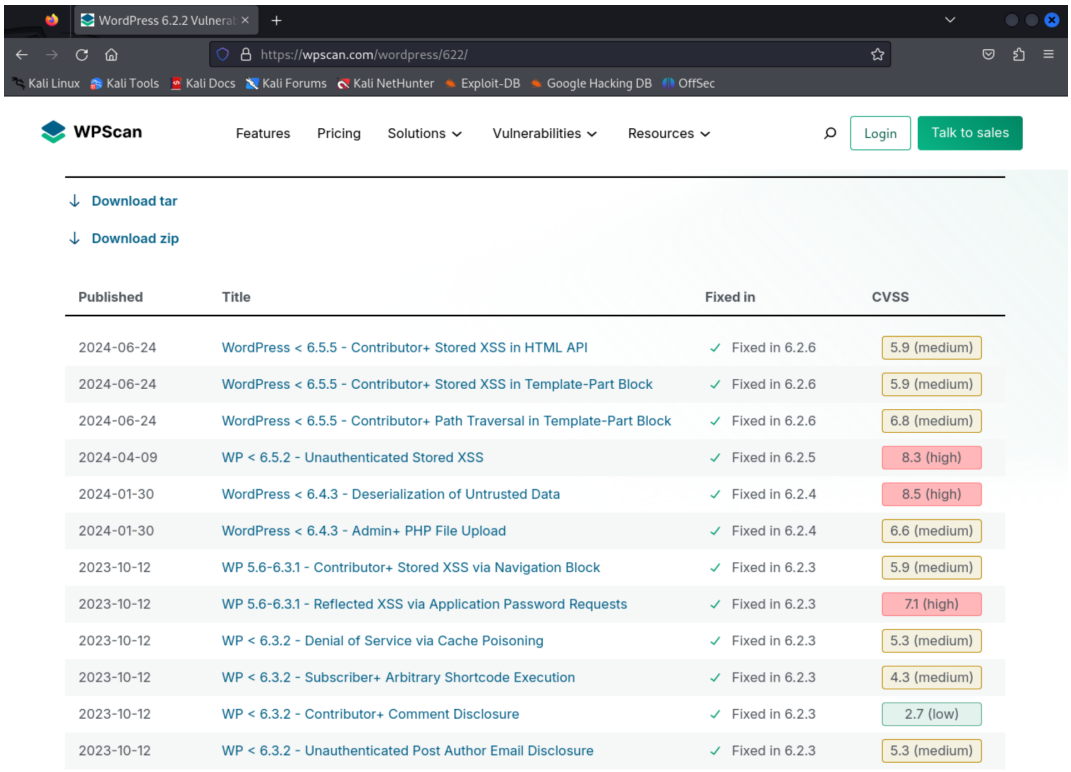



**Рис. 3 - Список эксплойтов**

Как видим из этого списка с самого сайта инструмента (рисунок 4), уже есть уязвимости версий 6.2.2 и выше, которые можно использовать в своих целях. Данный список предоставляет все уязвимости и уровень их опасности внутри самого веб-сайта. В дальнейшем можно использовать эксплойт XSS уязвимостей для получения доступа в саму эко систему веб-сайта.

```
[+] robots.txt found: https://spryt.ru/robots.txt
 | Found By: Robots Txt (Aggressive Detection)
 | Confidence: 100%
```

**Рис. 4 - Корневой файл системы**

Для безопасности сайта лучше скрыть или удалить robots.txt, так как он содержит данные, которые сможет использовать в своих целях злоумышленник (рисунок 5).

```
data = {
        "tcp_new_user_name" : "admin_02",
        "tcp_new_user_pass" : "admin1234",
        "tcp_repeat_user_pass" : "admin1234",
        "tcp_new_user_email" : "test@test.com",
        "tcp_role" : "administrator"
}
```

**Рис. 5 - Содержание файла robots.txt**

Рассмотрим наиболее уязвимости в плагинах и темах веб-сайта (рисунок 6).

```
+] This site has 'Must Use Plugins': https://spryt.ru/wp-content/mu-plugins/
| Found By: Direct Access (Aggressive Detection)
| Confidence: 80%
| Reference: http://codex.wordpress.org/Must_Use_Plugins

+] The external WP-Cron seems to be enabled: https://spryt.ru/wp-cron.php
| Found By: Direct Access (Aggressive Detection)
| Confidence: 60%
| References:
|  - https://www.iplocation.net/defend-wordpress-from-ddos
|  - https://github.com/wpscanteam/wpscan/issues/1299
```

**Рис. 6 - Обнаружение используемого плагина на этом веб-сервисе**

Используемый данный плагин Must_use_plugin не содержит уязвимости, и он поддерживается самой команды Wpsscan для обеспечения общей безопасности. В данной работе был преодолён путь с самого верхнего слоя уязвимостей сайтов до самых нижних, которые могут использовать злоумышленники.

**Выводы.** Учитывая рост интернета, количество веб-приложений, пользователей и неопытных разработчиков, проблема безопасности веб-приложений остается актуальной на всех уровнях и требует комплексного подхода.

В процессе научных исследований проанализирован мощный инструмент сканирования веб-сервисов Wpscan. Используя его, и благодаря данной методике анализа уязвимостей администраторы могут вовремя обнаружить и устранить слабые места в системе безопасности, что позволяет защитить сайты от распространенных угроз, таких как атаки на устаревшие плагины или попытки брутфорс.

Были рассмотрены примеры реальных уязвимостей в плагинах и темах WordPress, что особенно важно для крупных веб-ресурсов, использующих множество внешних модулей. Данные примеры показывают, как важны регулярные обновления и мониторинг безопасности для предотвращения угроз.

В данной работе был исследован сайт Sprut.ru на безопасность. Также были разработаны рекомендации для улучшения безопасности сайта. В частности, необходимо обновить версию ядра, убрать или скрыть файл в корневом каталоге, регулярно проверять веб-ресурс на отсутствие эксплойтов.

Данные мероприятия приводят к выводу о необходимости создания полных комплексов поиска уязвимостей и нарушений безопасности.

**Литература**

1. Mouratidis, H., Jürjens, J. and Fox, J. Towards a Comprehensive Framework for Secure Systems Development //Advanced Information Systems Engineering. Springer, Berlin Heidelberg.- 2006.- P. 48-62. DOI 10.1007/11767138_5

2. Кибератаки// https://www.tadviser.ru Дата обращения: 03.11.2024г.

3. Семенов Ю.А. Обзор уязвимостей, некоторых видов атак и средств защиты [Электронный ресурс]: // http://book.itep.ru.- Дата обращения: 10.11.2024г.

4. Сюткина В. Промышленные предприятия уязвимы для атак, 2018 // https://www.comnews.ru. Дата обращения: 19.10.2024г.

5. Zhen Ling, Junzhou Luo, Yiling Xu, Chao Gao, Kui Wu, and Xinwen Fu. Security Vulnerabilities of Internet of Things: A Case Study of the Smart Plug System. IEEE Internet of Things Journal.- 2017. -Vol. 4(6) – P.1899-1909. DOI 10.1109/JIOT.2017.2707465

6. Уязвимости корпоративных информационных систем, 2019 /0 https://www.ptsecurity.com Дата обращения:16.10.2024г.

7. Актуальные киберугрозы: III квартал 2023 года //https://www.ptsecurity.com. Дата обращения: 19.10.2024г.

8. Chaudhry N., Yousaf M.M., Khan M.T. Security assessment of data management systems for cyber physical system applications //J. Softw Evol Proc.- 2020.-Vol.32. - P.e2241-1-e2241-9.
DOI 10.1002/smr.2241

9. Fink G.A., Edgar T.W., Rice T.R. et al. Overview of Security and Privacy in Cyber-Physical Systems // In book: Security and Privacy in Cyber-Physical Systems. - Makkah, KSA, 2017. - P. 327-351

## References

1. Mouratidis, H., Jürjens, J. and Fox, J. Towards a Comprehensive Framework for Secure Systems Development //Advanced Information Systems Engineering. Springer, Berlin Heidelberg.- 2006.- pp. 48-62. DOI 10.1007/11767138_5

2. Kiberataki//https://www.tadviser.ru.Data obrashhenija:

03.11.2024g.[in Russian]

3. Semenov Ju.A. Obzor ujazvimostej, nekotoryh vidov atak i sredstv zashhity [Jelektronnyj resurs]: // http://book.itep.ru/6/intrusion.htm.- Data obrashhenija: 10.11.2024g. .[in Russian]

4. Sjutkina V. Promyshlennye predprijatija ujazvimy dlja atak, 2018 // https://www.comnews.ru. Data obrashhenija: - 19.10.2024g. [in Russian]

5. Zhen Ling, Junzhou Luo, Yiling Xu, Chao Gao, Kui Wu, and Xinwen Fu. Security Vulnerabilities of Internet of Things: A Case Study of the Smart Plug System. IEEE Internet of Things Journal.- 2017. -Vol. 4(6) -P.1899-1909. DOI 10.1109/JIOT.2017.2707465

6. Ujazvimosti korporativnyh informacionnyh sistem, 2019 /0 https://www.ptsecurity.com Data obrashhenija: 16.10.2024g.[in Russian]

7. Aktual’ nye kiberugrozy: III kvartal 2023 goda //https://www.ptsecurity.com/. Data obrashhenija: 19.10.2024g.[in Russian]

8. Chaudhry N., Yousaf M.M., Khan M.T. Security assessment of data management systems for cyber physical system applications //J. Softw Evol Proc.- 2020.-Vol.32. - P.e2241-1-e2241-9.
DOI 10.1002/smr.2241

9. Fink G.A., Edgar T.W., Rice T.R. et al. Overview of Security and Privacy in Cyber-Physical Systems // In book: Security and Privacy in Cyber-Physical Systems. - Makkah, KSA, 2017. - P. 327-351

***Сведения об авторах***

Даненова Г.Т. - кандидат технических наук, доцент, Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан, e-mail: guldan72@mail.ru;

Манат А.Е.- магистрант, Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан, e-mail: azamatm133@gmail.com;

Ахметжанов Т.Б.- кандидат технических наук, доцент, Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан, e-mail: akhmetzhantalgat@gmail.com;

Коккоз М.М. - кандидат педагогических наук, доцент, Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан, e-mail: makhabbat_k@bk.ru;

Сайлау қызы Ж. - доктор PhD, Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, г.Караганда, Казахстан, e-mail: s_k_zhuldiz@mail.ru

***Information about the authors***

Danenova G.T. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Karaganda Technical University named by Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: guldan72@mail.ru;

Manat A.E. - grad student, Karaganda Technical University named by Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: azamatm133@gmail.com;

Akhmetzhanov T.B. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Karaganda Technical University named by Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: akhmetzhantalgat@gmail.com;

Kokkoz M.M. - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Karaganda Technical University named by Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: makhabbat_k@bk.ru;

Sailau kyzy Zh. - Doctor PhD, Associate Professor, Karaganda Technical University named by Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: s_k_zhuldiz@mail.ru

ҒТАМР 27.35.33, 76.29.30 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-760**

## ЭКГ СИГНАЛЫНЫҢ ҚАРАПАЙЫМ МОДЕЛІ

**[1]Н.П. Сапарходжаев, [2]А.А. Умарова, [3]К. Йылмаз, [1]А.А. Умаров, [4]П.И. Сапарходжаев**

*[1]Рудный индустриярық университеті, Рудный қ., Қазақстан,*
*[2]7-ші қалалық клиникалық аурухана, Алматы қ., Қазақстан,*
*[3]Аднан Мендерес университеті, Айдын қ., Түркия,*
*[4] Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан,*
*Корреспондент-автор: e-mail: uaa_77@mail.ru*

Әлемнің бес континентіндегі 21 елде жүргізілген зерттеулерге сәйкес, жүрек (жүрек-қан тамырлары) аурулары бүкіл әлемде өлімнің ең көп тараған себебі болып табылады. Осы себепті жүректі үнемі бақылау және ықтимал проблемаларды ерте анықтау адам денсаулығы үшін өте маңызды.

Бұл жұмыста қарапайым ЭКГ сигналын модельдеу әдісі ұсынылған.

Жүректің дұрыс жұмыс істеуін анықтау үшін бүкіл әлемде кеңінен қолданылатын диагностиканың негізгі әдісі - электркардиограмма сигналын (ЭКГ) өңдеу. Ұсынылған модель пациенттің ЭКГ сигналының маңызды сегменттерімен жақсы үйлеседі. Бұл жағдайды жүрек проблемаларын оңай диагностикалау үшін қолдануға болады.

Жұмыстың маңыздылығы - ұсынылған модель PhysioNet дерекқорынан алынған нақты ЭКГ сигналдарымен салыстырмалы талдау жасау және талдау. Модельдеу процесінде туындайтын қиындықтар - модель параметрлері әр адам үшін әр түрлі болады, сонымен бірге олар жасына байланысты бір адам үшін әр түрлі болады. Нәтижесінде, 20 түрлі ЭКГ жазбалары үшін барлық сигналдардың алғашқы сегменттері бір - біріне өте жақсы сәйкес келді, ал қалған бөліктері олардың кезеңдеріндегі айырмашылыққа байланысты сәйкес келмеді. Сондықтан әр пациентке ЭКГ параметрлерін жеке реттеу қажет. Орын алған жағдай ЭКГ сигналының бейсызықтығына, жартылай периодты сипатына байланысты. Бұл мәселені шешу үшін неғұрлым күрделі әдістерді қолдану қажет.

Дегенмен, ұсынылған модельдің қарапайымдылығы оның қолдану аясын кеңейтеді және графикалық интерпретацияны жеңілдетеді. Модельді медициналық мамандықтардың оқу процесінде де қолдануға болады.

**Түйін сөздер**: жүрек, сигнал, электркардиограмма (ЭКГ), математикалық модель, Гаусс функциясы, PhysioNet.

## ПРОСТАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА ЭКГ

**[1]Н.П. Сапарходжаев, [2]А.А. Умарова, [3]К. Йылмаз, [1]А.А. Умаров, [4]П.И. Сапарходжаев**

*[1]Рудненский индустриальный университет, г. Рудный, Казахстан,*
*[2]7-ая городская клиническая больница, г. Алматы, Казахстан,*
*[3]Университет Аднана Мендереса, г. Айдын, Турция,*
*[4]Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан,*
*e-mail: uaa_77@mail.ru*

Согласно исследованиям, проведенным в 21 стране на пяти континентах мира, сердечные (сердечно-сосудистые) заболевания являются наиболее частой причиной смерти во всем мире. По этой причине регулярный мониторинг сердца и раннее выявление потенциальных проблем имеют решающее значение для здоровья человека.

Цель работы заключается в предложенном простом методе моделирования сигнала ЭКГ.

Основным методом диагностики, широко используемым во всем мире для определения правильного функционирования сердца, является обработка сигнала электрокардиограммы (ЭКГ). Представленная модель хорошо сочетается с важными сегментами сигнала ЭКГ пациента в спокойном состояний. Это состояние можно использовать для легкой диагностики проблем с сердцем.

Важность работы состоит в том, что представленная модель сравнивается и анализируется с реальными сигналами ЭКГ, полученными из базы данных PhysioNet. Трудности, возникающие в процессе моделирования, заключаются в том, что параметры модели будут отличными для каждого человека, и в то же время, они в зависимости от возраста будут различными для одного и того же человека. В результате для 20 различных записей ЭКГ первые сегменты всех сигналов идеально совпадали друг с другом, а остальные части не совпадали друг с другом из-за разницы в их периодах. Поэтому каждому пациенту требуется индивидуальная настройка параметров ЭКГ. Такая ситуация обусловлена нелинейностью - то есть полупериодным характером сигнала ЭКГ. Для решения этой проблемы необходимо использовать более сложные методы.

Однако простота предлагаемой модели расширяет область ее применения и упрощает графическую интерпретацию. Модель может быть также использована в учебном процессе медицинских специальностей.

**Ключевые слова:** сердце, сигнал, электрокардиограмма (ЭКГ), математическая модель, Функция Гаусса, PhysioNet.

## SIMPLE ECG SIGNAL MODEL

**[1]N.P. Saparkhojayev, [2]A.A. Umarova, [3]K. Yilmaz, [1]A.A. Umarov✉, [4]P.I. Saparkhojayev**

*[1]Rudny industrial university, Rudny, Kazakhstan,*
*[2]7th City Clinical Hospital, Almaty, Kazakhstan,*
*[3]Adnan Menderes University, Aydin, Turkey,*
*[4] Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*
*e-mail: uaa_77@mail.ru*

According to studies conducted in 21 countries on five continents of the world, heart (cardiovascular) diseases are the most common cause of death worldwide. For this reason, regular heart monitoring and early detection of potential problems are crucial for human health.

The purpose of the work is to propose a simple method for modeling the ECG signal.

The main diagnostic method widely used worldwide to determine the proper functioning of the heart is electrocardiogram (ECG) signal processing. The presented model fits well with important segments of the patient' s ECG signal in a calm state. This condition can be used to easily diagnose heart problems.

The importance of the work lies in the fact that the presented model is compared and analyzed with real ECG signals obtained from the PhysioNet database. The difficulties that arise in the modeling process are that the model parameters will be different for each person, and at the same time, they will be different for the same person depending on age. As a result, for 20 different ECG recordings, the first segments of all the signals perfectly matched each other, and the remaining parts did not match each other due to the difference in their periods. Therefore, each patient needs to individually adjust the ECG parameters. This situation is due to non-linearity - that is, the semi-periodic nature of the ECG signal. To solve this problem, it is necessary to use more sophisticated methods.

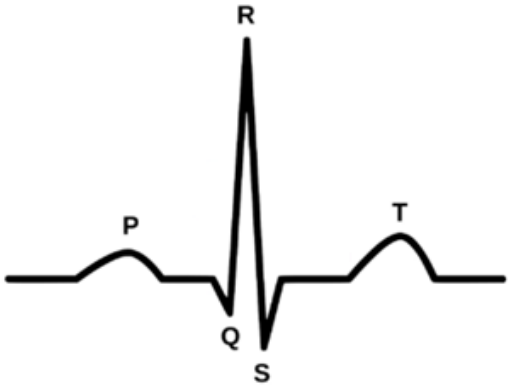
However, the simplicity of the proposed model expands the scope of its application and simplifies graphical interpretation. The model can also be used in the educational process of medical specialties.

**Keywords:** heart, signal, electrocardiogram (ECG), mathematical model, Gauss function, PhysioNet.

**Кіріспе.** Жүрек - барлық тіршілік иелері үшін өмірлік маңызы бар ағза мүшесі. Егер жүрек дұрыс жұмыс істемесе, ол денсаулыққа елеулі проблемаларды тудырады, тіпті өлімге әкелуі мүмкін. Бес континенттің 21 елінде жүргізілген зерттеулерге сәйкес [1], жүрекке байланысты (жүрек-қан тамырлары) аурулар дүние жүзінде өлімнің ең көп тараған себебі болып табылады. Осы себепті жүректі үнемі бақылау және ықтимал проблемаларды ерте анықтау адам денсаулы-

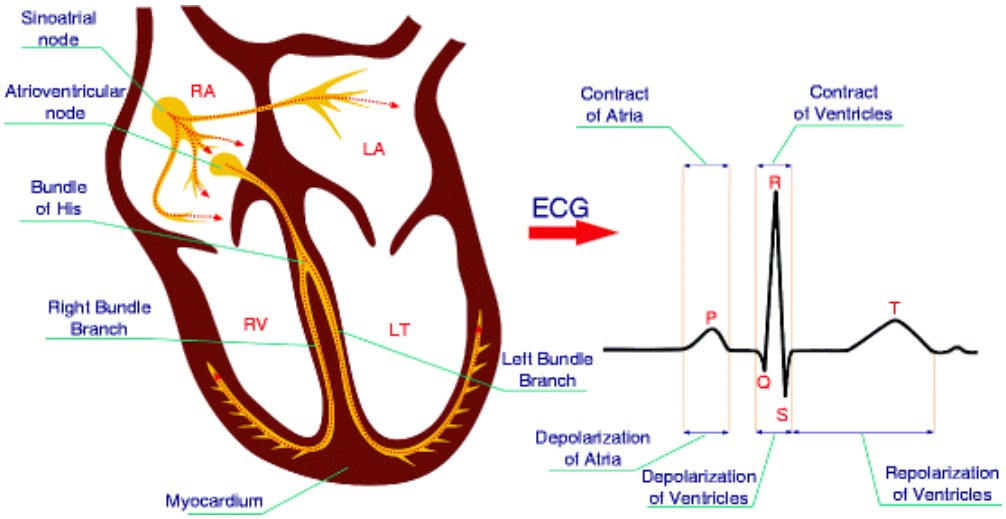
ғы үшін өте маңызды.

Жүректің дұрыс жұмыс істеп тұрғанын анықтау үшін бүкіл әлемде кеңінен қолданылатын ең негізгі сигнал – электркардиограмма (ЭКГ) сигналы. Бұл сигналдар біздің әлемдегі ең танымал электрлік сигналдардың бірі болып табылады. Көптеген адамдар бұл сигналдардың жүрекпен және біздің денсаулығымызбен тығыз байланысты екенін біледі, алайда бұл сигналдың пішінін дұрыс елестете алмайды. ЭКГ сигналдары негізінен жүректің электрлік белсенділігін білдіреді және олар 1-суретте көрсетілгендей типтік формаға ие.




**1 - сурет. ЭКГ сигналының пішіні [2]**

ЭКГ сигналы жүректің электрлік белсенділігінің нәтижесі болып табылады және әрбір сау адамда ұқсас болады. Бұл сигнал формасындағы әдеттен тыс ауытқулар (бұрмалану) жүректегі ықтимал проблемаларды көрсетеді. Дәрігерлер 70 жылдан астам уақыт бойы аритмия және миокард инфарктісі сияқты жүрек ауруларын анықтау үшін ЭКГ сигналдарын қолданып келеді. Әдеттегі ЭКГ сигналы 1-суретте көрсетілгендей P, Q, R, S және T толқындарынан тұрады [2]. Жүрек ауруларын диагностикалау үшін әр бөліктің пішіні мен уақыт аралықтары және әр түрлі тістер арасындағы қашықтық қолданылады [2]. Жүректің және сәйкес ЭКГ сигналының байланысы 2-суретте көрсетілген [3].



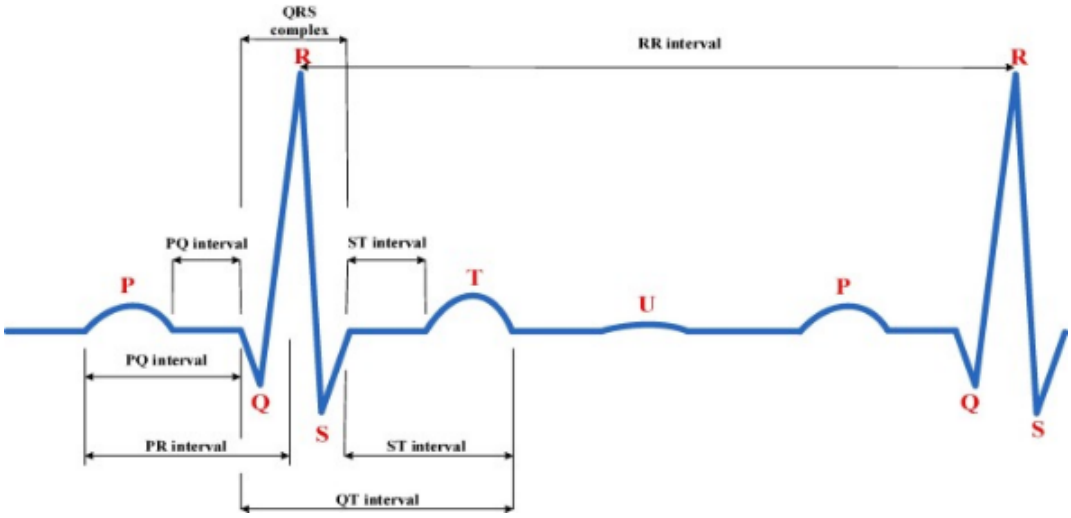

**2 - сурет. Жүрек және ЭКГ сигнал арасындағы байланыс**

ЭКГ сигналын түсіру құрылғылары өте қарапайым, арзан және қауіпсіз жүйелер, сондықтан олар бүкіл әлемде кеңінен қолданылады. Дегенмен, артефактілер (байқаусыз қимылдар) мен шу деп аталатын көптеген факторлар ЭКГ сигналдарының кездейсоқ секірулерін тудыруы мүмкін. Бұл артефактілер пациенттердің қозғалысы, науқасқа электродтың қозғалысы және электромагниттік кедергілер болуы мүмкін. Сондықтан таза және тұрақты ЭКГ сигналын алу үшін осы артефактілер мен шуды ЭКГ сигналдарынан алып тастау керек. ЭКГ сигналдарын жақсарту үшін толқын пішінін түрлендіру сияқты әртүрлі әдістер қолданылады. Толығырақ ақпаратты [4-9] сайтынан табуға болады.

ЭКГ сигналдарын талдаудан басқа, осы сигналдарды модельдеу бойынша зерттеулер әдебиеттерде де кең орын алады [10-18]. ЭКГ сигналдарын модельдеу арқылы жүректі электрлік түсіну және мүмкін болатын жүрек ауруларын анықтау әлдеқайда жеңіл және жылдамырақ болуы мүмкін. Бұл мақалада ЭКГ сигналдары Гаусс тәрізді сигналдардың комбинациясы арқылы қарапайым түрде модельденетін болады.

Біздің ұсынылып отырған модель 1-суреттегі ЭКГ сигналының типтік моделіне негізделген және нақты ЭКГ сигналдары ”PhysioNet” сайтынан алынып, пайдаланылады [19,20].

**Материалдар мен әдістер.** *ЭКГ сигналдары.* Әдеттегі ЭКГ сигналы 1-суретте көрсетілгендей белгілі пішінге ие. Осы суреттен көріп отырғанымыздай, әдеттегі ЭКГ сигналында 3 негізгі компонент бар. Олар “тістер” деп те аталады. Бұл P толқыны, QRS күрделі толқыны және T толқыны деп аталады. U толқыны деп аталатын төртінші компонент ЭКГ сигналына енгізілгенімен, көптеген модельдерде бұл компонент еленбейді. ЭКГ сигналының типтік моделін, оның ішінде U толқынын 3-суреттен көруге болады.




**3 - сурет. U толқынын қосықандағы ЭКГ моделі**

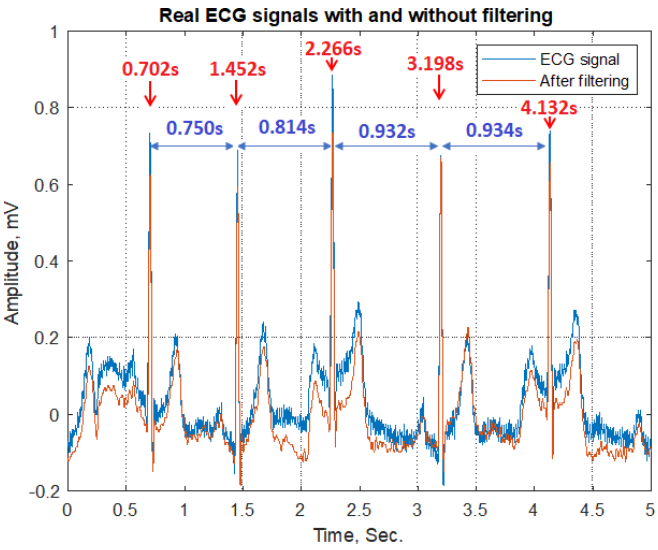
U толқындары ЭКГ сигналдарында жиі байқалмайды. Екінші жағынан, әдеттегі ЭКГ сигналына P, Q, R, S және T бөліктері кіреді. Сондықтан бұл зерттеуде U толқыны қарастырылмады және жұмыстың негізінде 1-суретте келтірілген ЭКГ сигналы алынды.

Кез-келген адамның әдеттегі ЭКГ сигналы – 1-суретте берілген сигналдың мерзімді кеңеюі болып табылып, 3-суретті береді. Сондықтан бұл сигналдың периодын анықтау оны модельдеу үшін өте маңызды. Сол сияқты, әрбір толқынның (P, QRS және T) орналасуы, сондай-ақ олардың ені мен амплитудасы да маңызды болады. Тағы бір маңыздысы, бұл параметрлер адамнан адамға және мезгіл-мезгіл бір адам үшін де өзгеріп отырады. Бұл жағдай Physionet дерекқорынан алынған нақты ЭКГ сигналының көмегімен түсін-

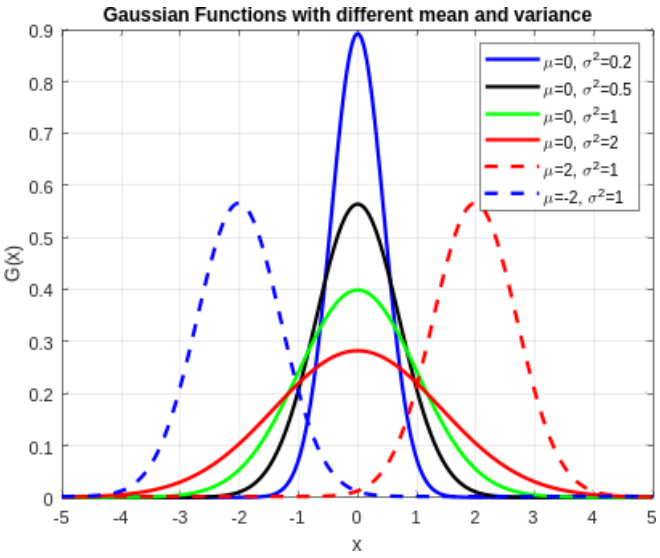
діріледі [18-20].

4-суретте [20] ЭКГ сигналын көруге болады. Осы мәліметтер базасының және жазылған ЭКГ сигналдарының егжей-тегжейлері келесі бөлімде айтылады.

Зерттеуде ерекшелігі - ЭКГ сигналының жиілігі тұрақты емес болғаны. ЭКГ сигналы периодты деп есептелсе де, ол периодты емес, өйткені тізбекті Q шыңдар арасындағы қашықтық тұрақты емес. 4-суретте. 4, тізбекті r шыңдарының арақашықтықтары сәйкесінше 0.750 с, 0.814 с, 0.932 с және 0.934 с құрайды. Сол сияқты, әрбір r шыңының шамасы әр PQRST интервалында әр түрлі болады. Демек, ЭКГ сигналын периодты емес, жартылай периодты деп санауға болады. Нәтижесінде бір PQRST интервалындағы ЭКГ сигналын модельдеу бірінші PQRST толқынымен сәйкес келеді, бірақ оның жартылай периодтық сипатына байланысты басқа PQRST толқындарымен кейбір қателер болады.




**4 - сурет. Physionet дерекқорынан алынған ЭКГ**



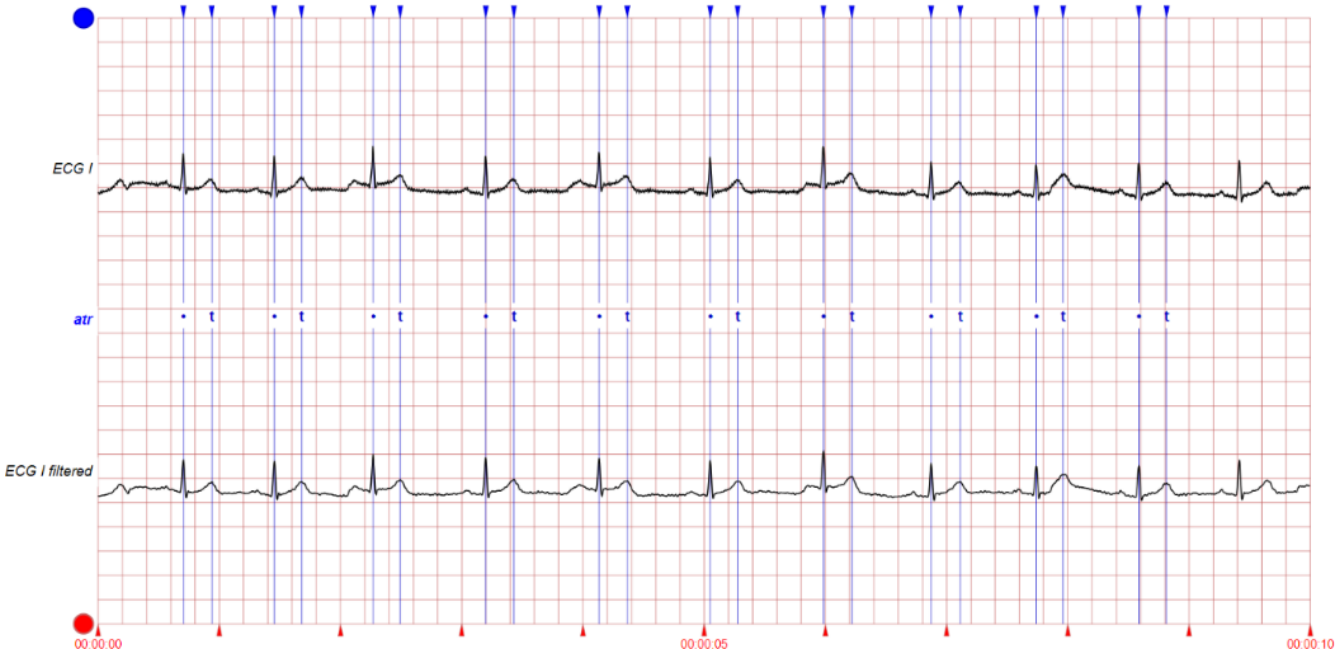

**5 - сурет. Гаусс функциялары және әртүрлі дисперсия мәндері**

$$G(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

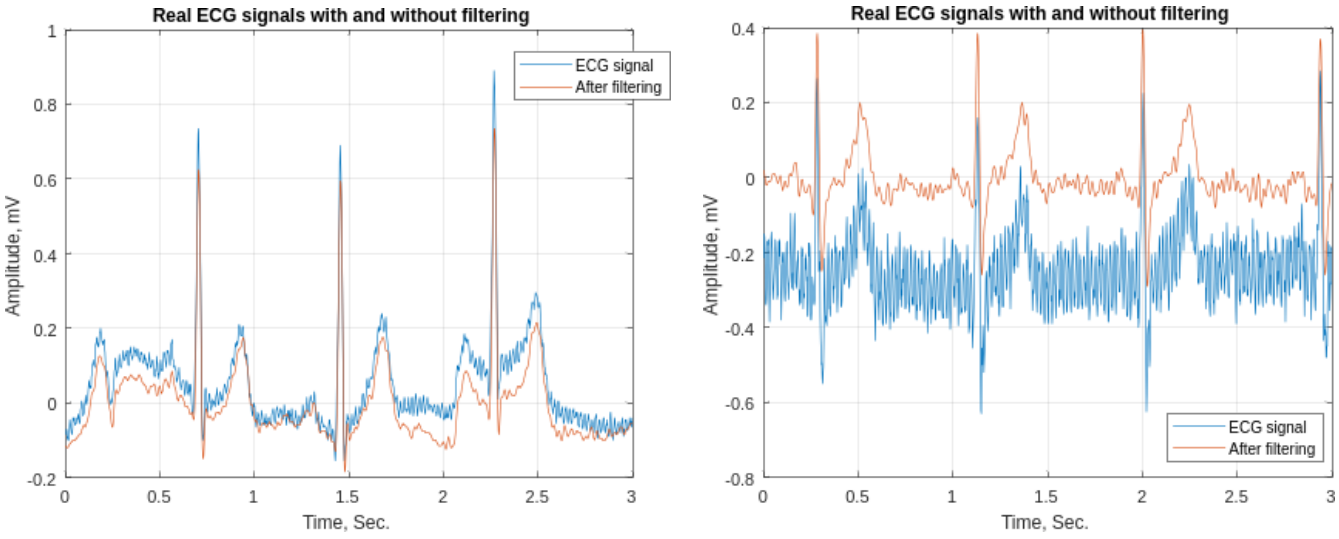
ЭКГ сигналын модельдеудің ең оңай жолы - P, QRS тістерін және T толқындарына бөлек сәйкес келетін симметриялы "қоңырау қисығы" сипаттамалары берілген Гаусс функциясы ретінде пайдалану. Гаусс функциялары ықтималдық тығыздығы функциясын қалыпты түрде бөлінген кездейсоқ айнымалы (x) функциясын μ математикалық күтім (немесе орташа), σ дисперсия және A амплитуда мәнімен өрнектеледі [19].

*Гаусс функциясы арқылы ЭКГ сигналын модельдеу.* 1-суретте көрсетілгендей, әдеттегі ЭКГ сигналына Гаусс функцияларына ұқсас P, R және T шыңдары кіреді. Демек, ЭКГ сигналдарын Гаусс функцияларымен моделдеу орынды. PhysioNet сайтынан Гаусс функциялары үшін қажетті параметрлерді алуға болады.

MIT Есептеу Физиологиясы Зертханасының мүшелері басқаратын PhysioNet физиологиялық және клиникалық деректердің үлкен жинақтарына және соған байланысты ашық бастапқы бағдарламалық жасақтамаға тегін қол жеткізуді қамтамасыз етеді [19, 20]. Бұл платформада көптеген биомедициналық сигналдарды алуға және қолдануға болады.




**6 - сурет. PhysioNet дерекқорынан (Person_01/rec_1) түрінде алынған ЭКГ сигналдардың пішіні**




**Person_01/rec_1** **Person_02/rec_1**

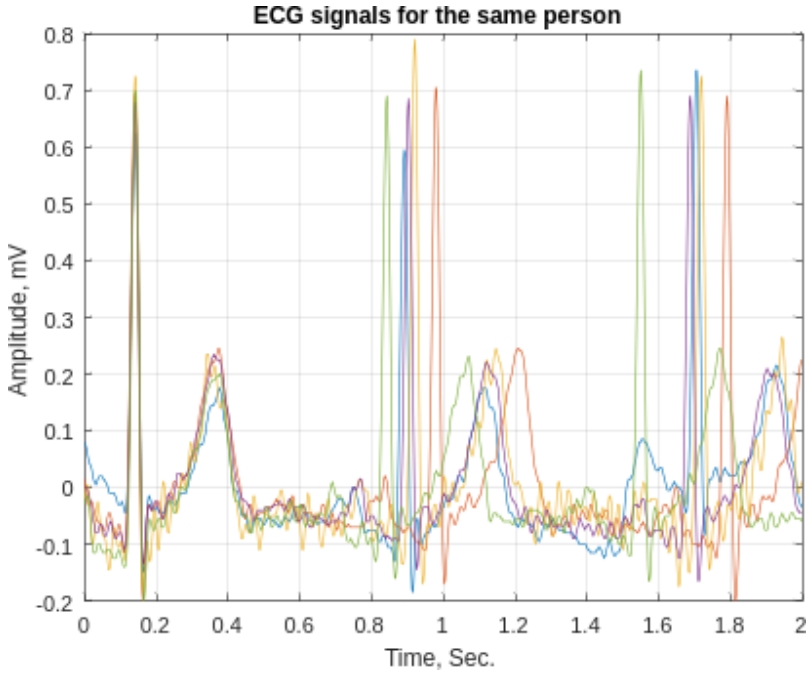
**7 - сурет. PhysioNet сайтынан 2 түрлі адам үшін алынған ЭКГ сигналды MATLAB ортасында қайта түрлендіру**

Осы мақалада ECG-ID дерекқоры қолданылады. ECG-ID дерекқоры - Татьяна Луговая өз магистрлік диссертациясында жинап қолданған және Физиобанк үшін құрбан еткен 90 еріктілердің (волонтер) 310 ЭКГ жиынтығы [20]. ЭКГ сигналдары 20 секунд ішінде жазылады, 12 битпен 500 Гц жиілікте цифрланады. Жазбалар еріктілерден алынды (автордың студенттері, әріптестері және достары болған 13 пен 75 жас аралығындағы 44 ер адам мен 46 әйел). Әр адамға арналған жазбалар саны 2-ден (бір күн ішінде жиналған) 20-ға дейін (6 ай ішінде мезгіл-мезгіл жиналған) өзгереді. Өңделмеген шикі ЭКГ сигналдары өте шулы және жоғары және төмен жиілікті шуды қамтиды. Әрбір жазба шикі және сүзілген сигналдарды қамтиды. Жазы-

лған ЭКГ сигналдарын PhysioNet платформасының “Visualize waveforms” құралының көмегімен 6-суреттегідей көруге болады. Біздің еңбекте осы деректер MATLAB ортасында өңделіп, пайдаланылады (7-сурет).

*ЭКГ сигналының моделі.* Ұсынылған әдісте ЭКГ сигналының P, Q, R, S және T сегменттері Гаусс функцияларын қолдана отырып жеке-жеке модельденеді. Сондықтан әрбір бөліктің орташасын және дисперсиясын анықтау керек. Сонымен қатар, әрбір сегменттің шамалары мен ЭКГ сигналының периоды да анықталуы керек. 4-суретте көрсетілгендей, PQRST толқыны жартылай периодты сипатта болады. 4-суретте адамның ЭКГ сигналы көрсетілген, сол сияқты әр түрлі адам үшін әр түрлі жиіліктегі ЭКГ сигналдары болуы тиіс. Бұл жағдайды 8-суреттен анық көруге болады - әртүрлі адамдардың ЭКГ сигналдары әртүрлі. Барлық сигналдар бірінші P сегменттері қабаттасатын етіп ауыстырылады. Алғашқы P сегменттері қабаттасқанымен, келесі P сегменттері әр түрлі уақытта жүреді, бұл әрбір жазыған ЭКГ сигналының әр түрлі кезеңдері бар екенін көрсетеді. Мұнда Person_01 (Person_01/rec_1, rec_2, rec_3, rec_4, rec_5) 5 жазбасы қолданылады [19].

4,7 және 8-суреттерден көріп отырғанымыздай, ЭКГ сигналдарының сипаттамалары ұқсас, алайда, қайта сканерленген соң шамалы айырмашылықтары бар екені айқын. Сондықтан олардың кез келгенін анықтамалық сигнал ретінде таңдау керек.

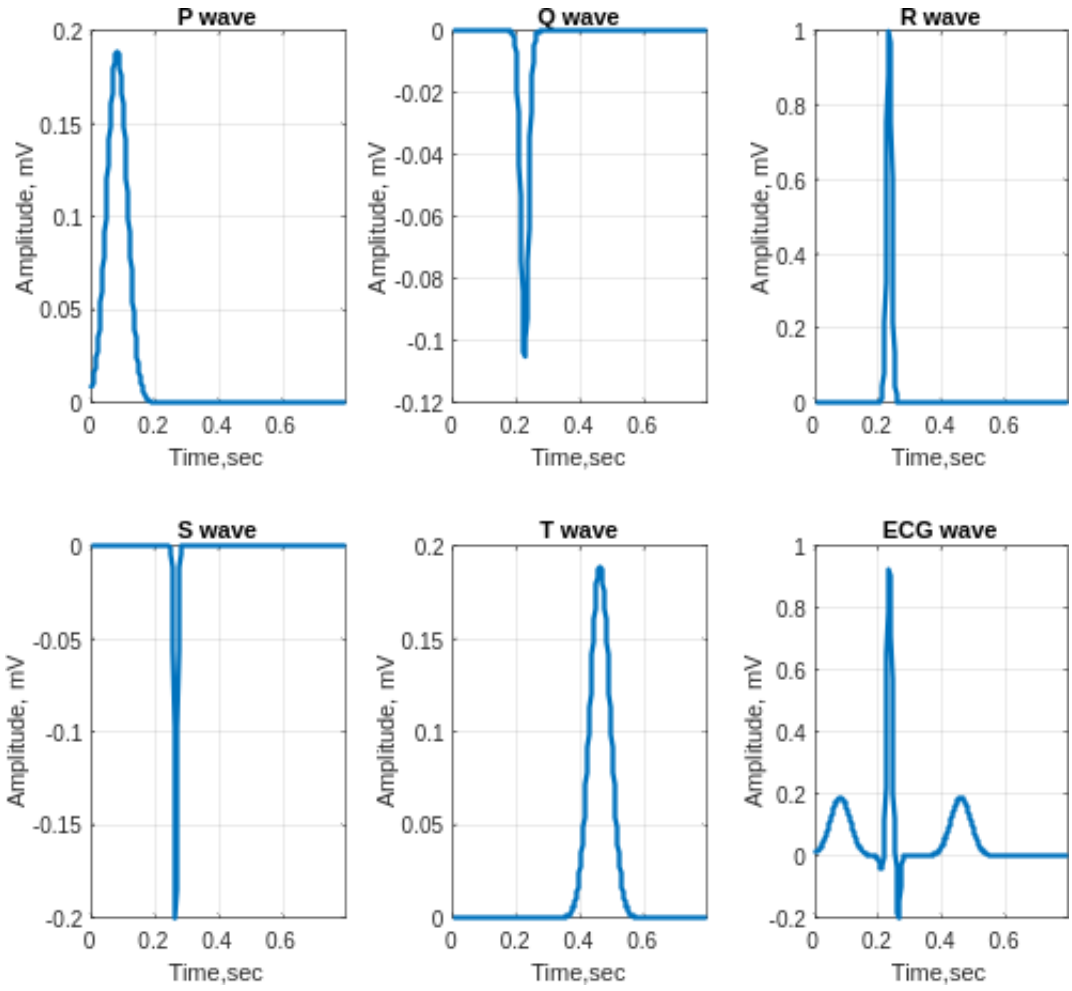



**8-сурет. Бір адамның әр түрлі мезгілдегі сүзгіленген ЭКГ (Person_01/rec_1, rec_2, rec_3, rec_4, rec_5 data))**

P, Q, R, S және T сегменттері (1) көмегімен 1-кестедегі параметрлері арқылы модельденеді. PhysioNet жазбаларында ЭКГ сигналдары 500 Гц жиілікте цифрланған 20 секунд ішінде жазылады, яғни әрбір ЭКГ деректері секундына 500 үлгіні қамтиды. Ұсынылған модельде сигнал аралығы 2 секунд болып таңдалады. Сөйтіп, барлығы 1000 үлгіні құрайды. Осы 1000 үлгі (2 секунд) ЭКГ сигналының бір кезеңіне сәйкес келеді. Жоғарыда айтылғандай, ЭКГ сигналдарының периоды тұрақты емес. ЭКГ сигналдарын талдау арқылы сигналдың периоды эксперименталды түрде 800 мс болып таңдалады, бұл 400 үлгіге сәйкес келеді. Яғни, 1000 үлгідегі ЭКГ моделі 400 үлгіні түрлендірді. 9-суретте алынған p, Q, R, S, T сегменттерін және жалпы ЭКГ сигналын көруге болады.

**1-кесте. Ұсынылған модельдегі Гаусс функция параметрлері**

| Модель параметрлері | P | Q | R | S | T |
|---|---|---|---|---|---|
| **μ** | 0.08 | 0.224 | 0.234 | 0.264 | 0.460 |
| $\sigma^2$ | 0.001 | 0.012 | 0.008 | 0.005 | 0.001 |
| **A** | 0.008 | -0.0105 | 1 | 0.2 | 0.015 |

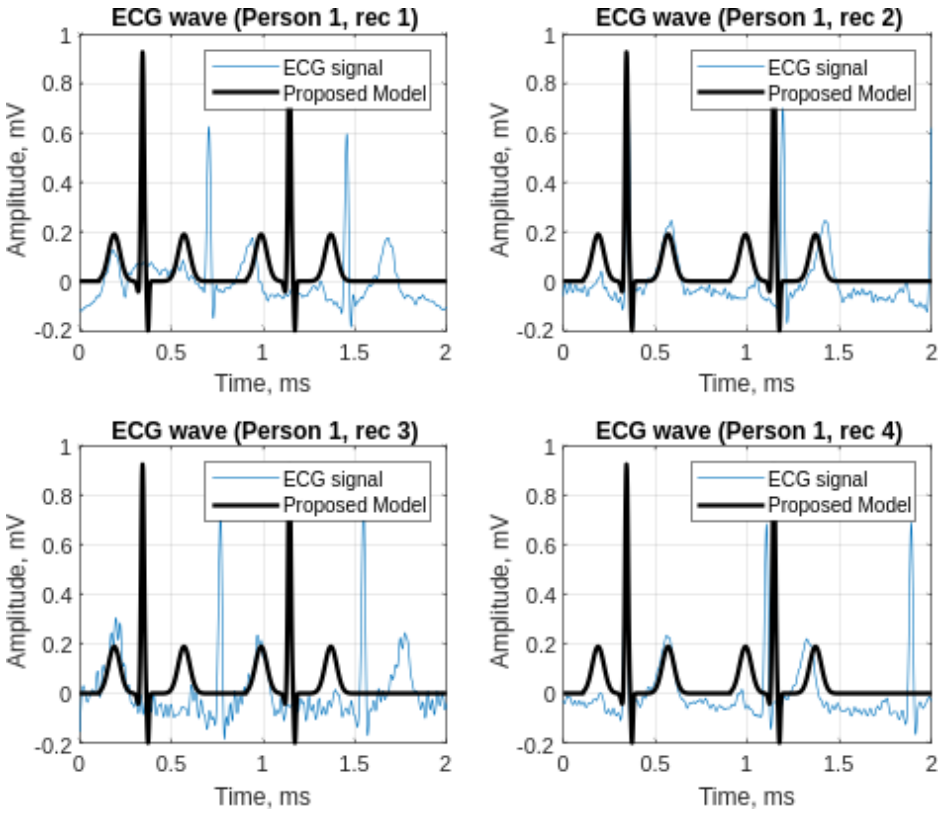



**9-сурет. P, Q, R, S, T сегменттер және толық 1 периодты ЭКГ сигналы**

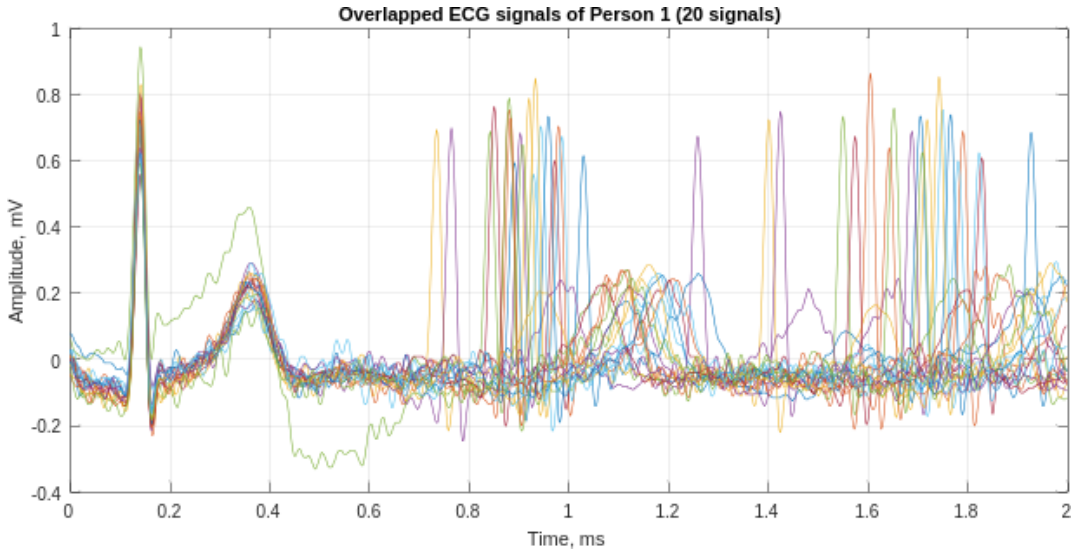
**Нәтижелер мен талқылау**. **Нәтижелерді талқылау.** Бұл бөлімде ұсынылған модель PhysioNet дерекқорынан алынған нақты ЭКГ сигналдарымен салыстырылады [19].

2-бөлімде көрсетілгендей, PhysioNet-те ЭКГ сигналдары екі түрде беріледі: бастапқы ЭКГ сигналдары және сүзілген ЭКГ сигналдары. Мұнда ұсынылған әдіспен салыстыру үшін сүзілген ЭКГ сигналдары қолданылады. 10-суретте ұсынылған модель 1, 4-ші адам жазбаларының сүзілген ЭКГ сигналдарымен салыстырылады. Көріп отырғанымыздай, сигналдардың шығу тегі әр жазба үшін әр түрлі, сондықтан сигналдарды қабаттасу үшін баптау (калибрлеу) керек. Бірінші R шыңының орнын сигналдарды қабаттастыру үшін пайдалануға болады. Осы себепті MATLAB-та бірінші R шыңы анықталады және сигналдардың барлық R шыңдары қабаттасады.

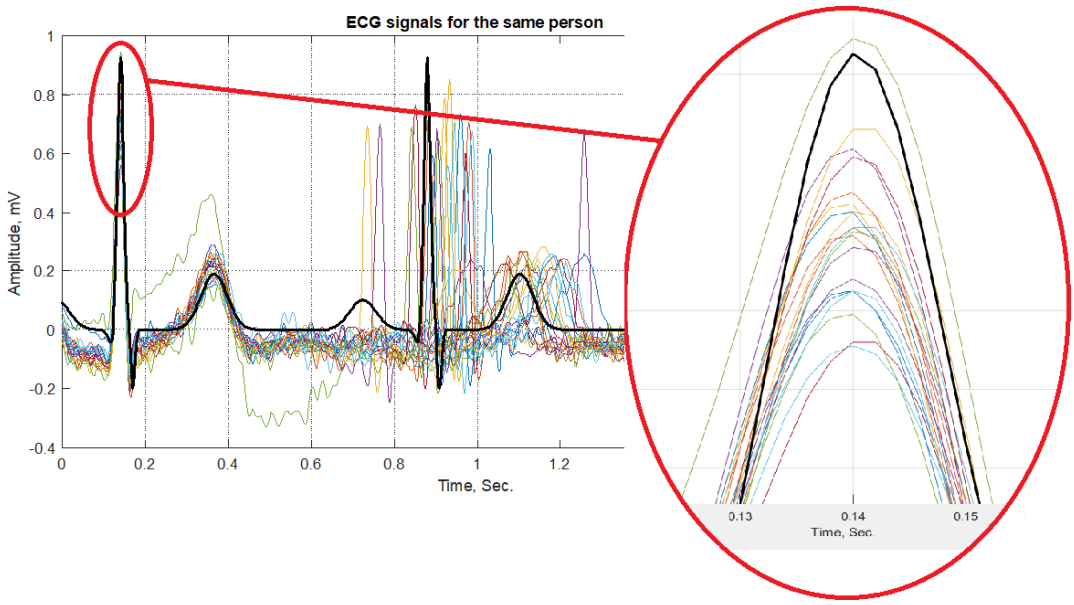
Нәтиже 11-суретте 1-ші адамның 20 түрлі ЭКГ жазбалары үшін көрсетілген. Көріп отырғанымыздай, барлық сигналдардың бірінші сегменттері бір-біріне өте жақсы сәйкес келеді, екінші жағынан, олардың кезеңдерінің айырмашылығына байланысты қалған бөліктерді бір-біріне жабыстыру мүмкін болмады. 12-суретте ұсынылған ЭКГ моделі көрсетілген.



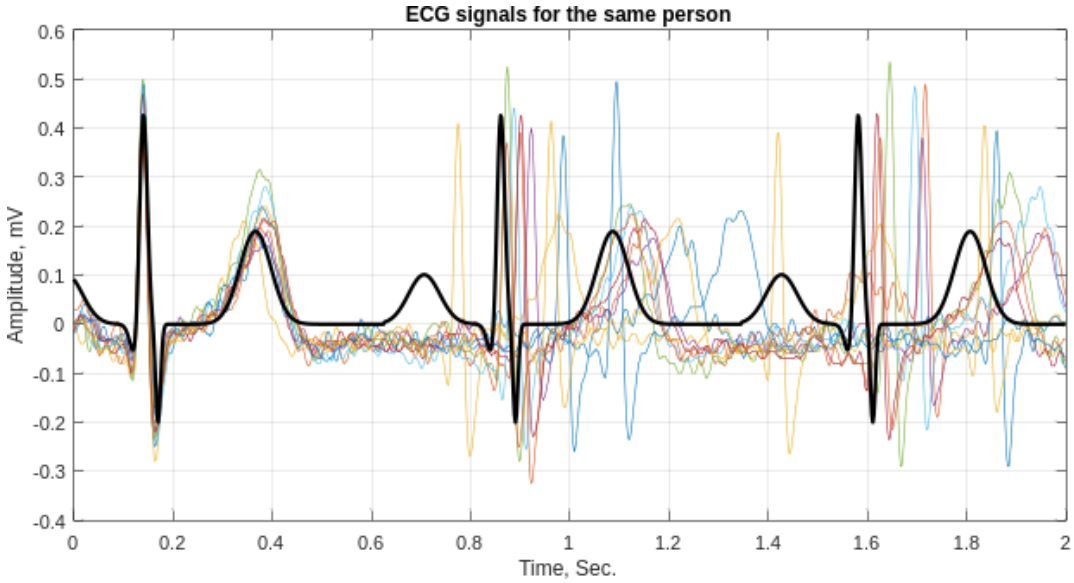

**10 - сурет. Ұсынылған модель мен дәл ЭКГ сигналдарын салыстыру (1-ші адам)**




**11 - сурет. Әрбір сигналдың бірінші R шыңдарын пайдаланатын қабаттасқан ЭКГ сигналдары (1, 20-шы адам жазбалары)**




**12 - сурет. Ұсынылған модель және қабаттасқан ЭКГ сигналдары (1, 20-шы адам жазбалары). Қара сигнал ұсынылған модельді білдіреді**




**13 - сурет. Ұсынылған модель және қабаттасқан ЭКГ сигналдары (2, 10-шы адам жазбалары). Қара сигнал ұсынылған модельді білдіреді**

**Қорытынды.** Осы мақалада дәл ЭКГ сигналдарын талдау арқылы ЭКГ сигналының қарапайым моделі ұсынылған. Ұсынылған модельде ЭКГ сигналының әр түрлі сегменттері үшін орташа, дисперсиялық және амплитудалық параметрлері әр түрлі Гаусс функциялары қолданылады. PhysioNet дерекқоры нақты ЭКГ сигналдарын алу үшін пайдаланылады және модельдеу нәтижелері осы сигналдармен салыстырылады.

Ұсынылған модель науқастың тыныш қарапайым жағдайдағы ЭКГ сигналының маңызды сегменттерімен жақсы үйлеседі. Бұл жағдай жүрек проблемаларын оңай диагностикалау үшін қолданылуы мүмкін. ЭКГ сигналының жартылай периодтық сипаты модельдеудің негізгі мәселесі болып табылады. Бұл мәселе күрделі әдістерді

қолдану арқылы шешілуі мүмкін. Аталған мәселені біз болашақ еңбектерімізде қарастырамыз. Сонымен қатар, аритмия және миокард инфарктісі сияқты жүрек-қан тамырлары аурулары мен ЭКГ сигналдарын модельдеу - жұмыстың тағы бір болашақ бағыты болып табылады.

**Әдебиеттер**


1. Dagenais, G. R. et al. Variations in common diseases, hospital admissions, and deaths in middle-aged adults in 21 countries from five continents (PURE): A prospective cohort study// The Lancet.- 2020.-Vol.395(10226).-P.785-794 DOI 10.1016/S0140-6736(19)32007-0.

2. Aziz, S., Ahmed, S. & Alouini, MS. ECG-based machine-learning algorithms for heartbeat classification// Sci Rep.-2021.-Vol11(1):18738/ DOI 10.1038/s41598-021-97118-5.

3. Gacek, A. (2011). An Introduction to ECG Signal Processing and Analysis. In: Gacek, A., Pedrycz, W. (eds) ECG Signal Processing, Classification and Interpretation. Springer, London. DOI 10.1007/978-0-85729-868-3_2

4. Clifford, G. D., Azuaje, F. & McSharry, P. Advanced methods and tools for ECG data analysis // BioMedical Engineering OnLineArtech. -2006.-Vol.6(1).- P.1-3. DOI 10.1186/1475-925X-6-18

5. Malmivuo, J. & Plonsey, R. Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic fields (Oxford University Press, 1995). - 512 p. ISBN 9780195058239

6. Moody, G. B. & Mark, R. G. The impact of the MIT-BIH arrhythmia database. IEEE Eng. Med. Biol. Mag.- 2001.- Vol. 20(3).- P.45–50 DOI 10.1109/51.932724

7. Thiamchoo, N. & Phukpattaranont, P. Application of wavelet transform and shannon energy on R peak detection algorithm. In International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON). P. 1–5 (2016).

DOI 10.1109/ECTICON.2016.7561280

8. Mabrouki, R., Khaddoumi, B. & Sayadi, M. R peak detection in electrocardiogram signal based on a combination between empirical mode decomposition and Hilbert transform. In IEEE International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP). P.183–187 (2014). DOI 10.1109/ATSIP.2014.6834603

9. Elgendi, M. Terma framework for Biomedical signal analysis: An economic-inspired approach. Biosensors.- 2016.- Vol.6(4).- P.55 - 69. DOI 10.3390/bios6040055

10. Awal, Md. Abdul et al. Simplified mathematical model for generating ecg signal and fitting the model using nonlinear least square technique/ Conference: International Conference on Mechanical Engineering, 2011.-P.1-6

11. Dolinský, P., Andras, I., Michaeli, L., Grimaldi, D. Model for generating simple synthetic ecg signals// Acta Electrotechnica et Informatica.- 2018.-Vol. 18(3):3-8. DOI 10.15546/aeei-2018-0019.

12. Awal, M..A., Mostafa, S.S., Ahmad, M., Alahe, M.A.,Rashid, M.A., Kouzani, A.Z.;,Mahmud, M.A.P. Design and Optimization of ECG Modeling for Generating Different Cardiac Dysrhythmias//Sensors.-2021.-Vol.21(5): 1638. DOI 10.3390/ s21051638.

13. Mukhopadhyay, S., Sircar, P. Parametric modelling of ECG signal// Med. Biol. Eng. Comput.-1996.-Vol. 34.- P.171- 174. DOI 10.1007/BF02520024.

14. Mohamed Lamine TALBI, Philippe Ravier. Flexible ECG signal modeling and compression using alpha stable functions// Medical Engineering & Physics.-2022.-Vol.109: 103865

DOI 10.1016/j.medengphy.2022.103865.

15. E. Adib, A. S. Fernandez, F. Afghah and J. J. Prevost .Synthetic ECG Signal Generation Using Probabilistic Diffusion Models. In IEEE Access.-2023.- Vol.11.- P. 75818-75828

DOI 10.1109/ACCESS.2023.3296542.

16. Faal, M., & Almasganj, F. ECG Signal Modeling Using Volatility Properties: Its Application in Sleep Apnea Syndrome// Journal of healthcare engineering.- 2021: 4894501. DOI 10.1155/2021/4894501.

17. Koski AModelling ECG signals with hidden Markov models //Artificial intelligence in medicine.-1996.-Vol. 8(5).-P. 453- 471. DOI 10.1016/S0933-3657(96)00352-1.

18. Molavi-Arabshahi, M., Jalil, R., & Yousefi, M. A new mathematical model for reconstruction ECG signal based on non-polynomial cubic spline// Journal of Mathematical Modeling.-2022.-Vol. 10(1).- P.107-117. DOi10.22124/jmm.2021.18796.1609.

19. PhysioNet -The Research Resource for Complex Physiologic Signals.- https://physionet.org - Data obrashhenija 01.08.2024

20. Lugovaja T.S. Biometricheskaja identifikacija cheloveka po jelektrokardiogramme. [Magisterskaja dissertacija] Fakul' tet vychislitel' nyh tehnologij i informatiki, SPbGJeTU «LJeTI», Sankt-Peterburg, Rossijskaja Federacija; ijun' 2005 g.[in Russian]

***Авторлар туралы мәліметтер:***

Сапарходжаев Н.П. - PhD, қауымдастырылған профессор, Басқарма Төрағасы – Ректор, «Рудный индустриялық университеті» КЕАҚ, Рудный қ., Қазақстан, e-mail:nursp81@gmail.com;

Умаров А. А.- PhD, доцент м.а., «Рудный индустриялық университеті» КЕАҚ, Рудный қаласы, Қазақстан, e-mail: uaa_77@mail.ru;

Умарова А.А.- Кардиология мамандығы бойынша резидент, Алматы қаласындағы 7-қалалық клиникалық ауруханасының кардиолог-дәрігері, Алматы қаласы, Қазақстан, e-mail: amankelgikyzy15@gmail.com;

Йылмаз Калкан - PhD, профессор, Аднан Мендерес атындағы Университет, Айдын қаласы, Түркия, e-mail: yilmaz.kalkan@adu.edu.tr;

Сапарходжаев П. И.-педагогика ғылымдарының кандидаты,Коркыт Ата атындағы Кызылорда университетінің профессоры Қызылорда қ. Қазақстан, pajarbek_52@mail.ru

***Information about the authors***

Saparkhojayev N. P.-PhD, Associate Professor, Chairman of the Board – Rector, NLC "Rudny Industrial University", Rudny, Kazakhstan, e-mail: nursp81@gmail.com;

Umarov A.A.- PhD, Acting Associate Professor, NLC "Rudny Industrial University", Rudny, Kazakhstan, e-mail: uaa_77@mail.ru;

Umarova A.A.-Resident in Cardiology, Cardiologist at the 7th City Clinical Hospital in Almaty, Almaty, Kazakhstan, e-mail: amankelgikyzy15@gmail.com;

Yilmaz Kalkan -PhD, Professor, Adnan Menderes University, Aydın, Turkey, e-mail: yilmaz.kalkan@adu.edu.tr;

Saparkhojayev P. I.-Candidate of Pedagogical Sciences, Professor at Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: pajarbek_52@mail.ru.

МРНТИ 20.53.01 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-687**

# АНАЛИЗ И КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ С ПОМОЩЬЮ ВАРИАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

**А. Есенбек, А. Касымова, А. Картбаев**

*Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан*
*Корреспондент-автор: a.kartbaev@kbtu.kz*

Прогнозирование цен на финансовые активы остается жизненно важной областью финансовой аналитики, что стимулирует постоянные исследования более эффективных методов прогнозирования. В данном исследовании рассматривается вопрос о том, можно ли прогнозировать динамику цен на конкретную акцию на основе движения цен на другие связанные с ней акции. Наш подход направлен на выявление межфондовых связей и прогнозирование ценовых тенденций на основе анализа этих связей. Используя машинное обучение, были выявлены кластеры компаний, демонстрирующих схожие модели движения цен. Далее использована модель векторной авторегрессии (VAR) для создания функций импульсного отклика, прогнозирующих потенциальные колебания цен в последующие дни. Наши эксперименты направлены на повышение точности и вычислительной эффективности этих прогнозов. Кроме того, разработана интерактивная панель, которая наглядно отображает прогнозы изменения цен на акции, позволяя пользователям наблюдать за ожидаемыми тенденциями цен на акции компаний. Данная работа вносит вклад в развивающуюся область прогнозного моделирования, улучшая понимание взаимозависимости между активами и предоставляя доступные прогнозы для принятия финансовых решений.

**Ключевые слова**: машинное обучение, предиктивное моделирование, прогнозирование цен, нейронные сети, VAR, K-means, Big Data.

# УАҚЫТ-ВАРИАЦИЯЛЫ СЕРИЯЛЫҚ МҮЛГІЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУ МЕН ҚОР НАРЫҒЫНДАҒЫ БАҒАНЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ БОЛЖАУ

**А. Есенбек, А. Касымова, А. Картбаев**

*Қазақ-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*e-mail: a.kartbaev@kbtu.kz*

Қаржы активтерінің бағасын болжау қаржылық аналитиканың маңызды саласы болып қала береді, бұл болжаудың тиімді әдістеріне үздіксіз зерттеулер жүргізуге түрткі болады. Бұл зерттеу белгілі бір акцияның бағасының қозғалысын басқа қатысты акциялардың баға қозғалысы негізінде болжауға болатынын зерттейді. Біздің көзқарасымыз қор аралық байланыстарды анықтауға және осы байланыстарды талдау негізінде баға үрдістерін болжауға бағытталған. Нейрондық желілерді пайдалана отырып, біз ұқсас баға қозғалысы үлгілерін көрсететін компаниялардың кластерлерін анықтаймыз. Содан кейін біз векторлық авторегрессия (VAR) моделін келесі күндердегі әлеуетті баға қозғалысын болжайтын импульстік жауап функцияларын жасау үшін қолданамыз. Біздің эксперименттеріміз осы болжамдардың дәлдігі мен есептеу тиімділігін арттыруға бағытталған. Сонымен қатар, біз пайдаланушыларға компания акцияларының бағамындағы күтілетін үрдістерді көруге мүмкіндік беретін акциялар бағасының болжамдарын көрнекі түрде көрсететін интерактивті бақылау тақтасын жасадық. Бұл жұмыс активтер арасындағы өзара тәуелділікті түсінуді жақсарту және қаржылық шешімдерді қабылдау үшін қолжетімді болжамдарды қамтамасыз ету арқылы көп акцияларды болжауды модельдеудің пайда болған саласына ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** машиналық оқыту, болжамды модельдеу, бағаны болжау, нейрондық желілер, VAR, K-means, Big Data.

# ANALYSIS AND SHORT-TERM PREDICTION OF STOCK MARKET PRICES USING VAR MODELS OF TIME SERIES

**A. Yessenbek, A. Kassymova, A. Kartbayev**

*Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan,*
*e-mail: a.kartbaev@kbtu.kz*

Forecasting stock assets prices remains a vital area in financial analytics, driving ongoing research into more effective predictive techniques. This study explores whether the price trends of a given stock can be forecasted based on the price movements of other related stocks. Our approach seeks to uncover inter-stock relationships and predict price trends by analyzing these connections. Leveraging neural networks, we identify clusters of companies exhibiting similar price movement patterns. Subsequently, we employ a Vector Auto Regression (VAR) model to generate impulse response functions, projecting potential price fluctuations over the following days. Our experiments focus on refining both the accuracy and computational efficiency of these predictions. Additionally, we developed an interactive dashboard that visually displays forecasts of stock price changes, enabling users to observe anticipated trends in companies' stock prices. This work contributes to the growing field of predictive modeling by enhancing understanding of interdependencies among stocks and providing accessible predictive insights for financial decision-making.

**Keywords**: machine learning, predictive modeling, stock forecasting, neural networks, VAR, K-means, Big Data.

**Введение.** В настоящее время прогнозирование цен на акции и выявление связей между компаниями - две популярные темы в аналитике больших данных. Известно, что цены на различные акции коррелируют между собой; цены на акции иногда движутся вместе. Поэтому вполне естественно задаться вопросом, можно ли предсказать их цены, используя цены на другие акции. Цель работы - определить и доказать взаимосвязи между акциями и спрогнозировать динамику цен на основе изменений цен связанных с ними финансовых активов. Эта информация может иметь актуальность исследования для инвесторов, которые хотят принять решение о вложении средств в определенные виды активов. Понимание взаимосвязей между акциями может помочь инвесторам обнаружить больше скрытых возможностей, когда они видят изменения в определенных индексах.

В результате создана модель, которая поможет инвесторам получать информацию о связях между акциями и прогнозы будущих изменений цен. В качестве характеристик используются связи в сетях регистраторов фондовых бирж. Она имеет практическую ценность для организаций, как способ генерировать оценку из сети и использовать их для предварительного определения стоимости компании, так и теоретическую ценность для обучения финансовых моделей методами машинного обучения.

Некоторые другие модели, такие как модель ARIMA [1] и модель логистической регрессии [2], также используются для этой цели. Однако эти авторы используют отдельные данные для построения своей модели и не обращают внимания на связи между компаниями. Кроме того, как еще одно ограничение данных моделей, они не отбирают признаки перед прогнозированием новых цен на финансовые активы. Для дальнейшего развития принято решение использовать VAR-модели [3], основанные на исторических изменениях цен на акции, чтобы получить функции импульсного отклика, которые предсказывают будущие изменения. Более того, были использованы группы акций, которые ведут себя одинаково, в качестве признаков, а не просто используем исторические данные только целевой акции. Перед прогнозированием цен на акции проведена кластеризация компаний, чтобы выяснить, какие группы компаний наиболее связаны друг с другом. Далее эти связанные компаний были использованы в качестве характеристик

VAR-моделей для прогнозирования изменений цен на акции компаний, выбранных пользователем. Была использована кластеризация K-means [4] и ANNOY [5], чтобы выяснить, какие группы компаний связаны между собой, и анализированы преимущества и недостатки наших методов. Затем результаты кластеризации и модель VAR использованы для расчета функций импульсного отклика и прогнозирования динамики цен на основе поиска по сетке для повышения точности и определение времени работы [6].

В последние время, после новаторской работы Симса (1980) по созданию моделей векторной авторегрессии (VAR) [7], эти модели получили широкое распространение при моделировании взаимосвязей между экономическими и финансовыми временными рядами и прогнозировании будущих величин. Поскольку количественные методологии все чаще применяются для прогнозирования цен на акции, VAR-модели не стали исключением. Во многих исследованиях VAR-модели использовались для прогнозирования индексов цен на акции и достигли хороших результатов [8 -10]. Однако они моделировали индексы цен акций, а не цены отдельных акций, в то время как инвесторы часто интересуются будущей доходностью отдельных акций, в которые они могли бы вложить средства. Ву и Чжоу (2014) рассмотрели применение моделей VAR для прогнозирования доходности акций, включая доходность отдельных акций, с относительно теоретической точки зрения и заложили основу для конкретной, прикладной работы в этой области [11].

В настоящее время в этой области существует не очень большое количество прикладных работ по данной теме. Например, в работе Лонг (2024) использовалась модель VAR для прогнозирования дневных максимумов и минимумов цен на 20 высокоторгуемых акций, и результаты оказались обнадеживающими: был сделан вывод, что ”высокие и низкие цены на акции в значительной степени предсказуемы [12]”. Однако данные охватывали только семь лет (2010-2017) и были статичными (не обновлялись постоянно). Кроме того, рассматривалось лишь небольшое количество акций.

С точки зрения инвесторов, более ценным был бы инструмент прогнозирования, который можно использовать на большом количестве акций и который динамически обновляется на основе текущих цен на акции. В отличие от предыдущих работ, был использован ANNOY для поиска групп связанных акций, а затем рассчитана VAR-модель под каждую группу. Кроме того, в предыдущих работах по VAR обычно рассматривалось лишь небольшое количество акций, в данной работе были включены более 2500 акций. Поэтому использован динамический подход на основе больших данных для прогнозирования на основе ежедневно обновляемых цен на акции. Наши VAR-модели ежедневно обновлялимсь с использованием самых свежих данных о ценах на акции.Мы полагаем, что такие модели ранее не использовались с такой степенью широты и глубины для анализа определенных групп активов.

**Материалы и методы.** *Данные.* В начале исследования было собрано данные о более чем 2800 компаниях, входящих в NASDAQ с платформы Kaggle начиная с момента выхода на биржу, в зависимости от доступности информации в наиболее полном объеме. Для каждой акции и для каждого дня были включены данные о низкой цене, цене открытия, объеме, высокой цене, цене закрытия и скорректированной цене закрытия. Причем размер этих данных составил около 19 ГБ, а формат включает, в основном, *json* и *csv*.

Кроме того, наши данные обновлялись с помощью модуля yfinance в Python, который загружает цены на акций через Yahoo Finance.

В результате модель обновляла около 5-6 МБ дополнительных данных каждый будний день. Эти новые данные обрабатываются в формате процентных изменений и затем используются для обновления существующего набора данных, что гарантирует, что модели всегда будут соответствовать самой актуальной информации.

Эти данные были очищены с помощью библиотеки Pandas. Были отброшены акции, по которым

имеется слишком мало данных, то есть если они были опубликованы менее четырех лет назад. Это связано с тем, что по таким акциям у нас нет достаточной информации для точной оценки их взаимосвязи с другими акциями и прогнозирования их будущих ценовых тенденций. Также были исключены акции, которые больше не торгуются на рынке. В результате всего насчитано 2511 акций. Затем данные были обработаны в формате, удобном для наших моделей. Далее данные переведены в формат процентных изменений. Также были добавлены к данным аддитивная обратная величина для каждой акции, чтобы выявить акции которые отрицательно связаны с другими акциями.

**Алгоритм 1 Кластеризация по методу K-средних.**

**Входные данные:**
Изменения цен каждой компании $x_1, x_2, \dots, x_n$, где $x_i \in \mathbb{R}^{1000}$.
**Выходные данные:**
Оптимальные центроиды $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ и присвоение кластеров $c_1, c_2, \dots, c_n$ для каждой компании, минимизирующие:

$$\mathcal{L} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{K} \mathbb{I}(c_i = k)\|x_i - \mu_k\|^2,$$

где I(•) - индикаторная функция.

1 **Инициализация:** Случайным образом задать центроиды $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$.

2 **Повторять:**

1 **Назначение кластеров:**

Для каждого $i = 1$ до $n$ :

$$c_i = \arg\min_k \|x_i - \mu_k\|^2$$

2 **Обновление центроидов:**

Для каждого $k = 1$ до $K$ :

$$n_k = \sum_{i=1}^{n} \mathbb{I}(c_i = k)$$

$$\mu_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \mathbb{I}(c_i = k)$$

3 **До сходимости:** Повторять, пока центроиды $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ не перестанут изменяться.

**Рис. 1 - Алгоритм 1. Кластеризация по методу K-средних**

*Кластеризация по методу К-средних*. Было изучен метод кластеризации K-means clustering, где использовались К-средние для кластеризации компаний на основе изменений их биржевых цен. Поскольку целью кластеризации является получение связей между компаниями, группы, имеющие только одну компанию, не могут дать нам никакой информации. Поэтому алгоритм использован следующим образом, как на рисунке 1.

Для работы модели VAR необходимы кластеры акций. Естественно рассмотреть модели обучения без контроля, такие как k-means. Од-

нако для того, чтобы неконтролируемое обучение давало хорошее представление данных, то есть кластеры с одинаковым размером, данные должны быть линейно разделимыми по своей сути. В связи с тем, что размер кластеров в данных по акциям сильно разбалансирован, был использован алгоритм ближайших соседей.

Был выбран ANNOY из-за высокой скорости и универсальности. Эта вариация метода широко используется в производстве функций поиска и ранжирования технологических компаний, таких как Netflix. Это библиотека для python, которая является самым быстрым способом ее практической реализации, где она случайным образом разрезает данные на небольшие фрагменты, пока все фрагменты не станут меньше n.

Затем он строит лес бинарных деревьев, в котором каждая режущая гиперплоскость является внутренним узлом, а каждый осколок - внешним узлом. Для поиска цели перебираются деревья от корня до соответствующего внешнего узла, содержащего цель и ближайшие осколки, если в узле меньше точек, чем нам нужно, как показано на рисунке 2. Результат поиска по всем деревьям используется для получения рейтинга сходства.

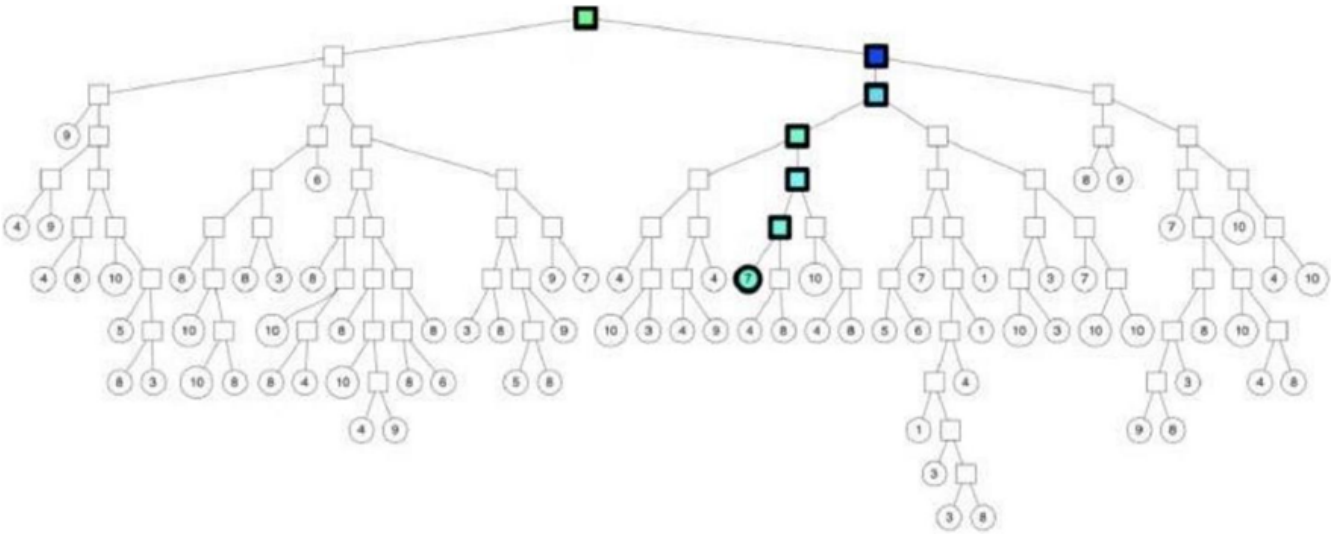


**Рис. 2 - Бинарное дерево ANNOY**

После очистки фактические цены были преобразованы в процентные изменения. В качестве признаков были взяты цены закрытия за последние 1000 дней. Чтобы понять отрицательную корреляцию между акциями, также добавлен к данным аддитивный обратный вектор. Затем было построено бинарное дерево ANNOY с векторным представлением каждой акции, используя евклидово расстояние как метрику сходства. Модель выводит 10 наиболее похожих акций и соответствующее сходство для каждого поиска. Названия акций с меткой ”inversed” указывают на сильную отрицательную корреляцию. В нашей системе был построен ANNOY, которая принимает на вход коды акций и ищет по ним соответствующий вектор. Выходные данные также преобразуются в названия акций из вектора.

*Модель VAR.* Сразу после получения группы акций с помощью ANNOY, далее рассмотрена модель векторной авторегрессии (VAR) для акций этой группы. Модели VAR используются для моделирования отношений между несколькими временными рядами. Поскольку исторические цены каждой акции представляют собой временной ряд, VAR-модели хорошо подходят для моделирования взаимосвязи между ценами на акции. Она состоит из системы линейных уравнений, где каждый ряд рассматривается как зависимая переменная в одном уравнении, а независимыми переменными являются значе-

ния каждого временного ряда в предыдущие периоды. Например, простая VAR-модель двух временных рядов у 1 и у 2 может быть записана следующим образом:

$$\begin{aligned} y_{1t} &= \beta_{10} + \beta_{11} y_{1t-1} + \alpha_{11} y_{2t-1} + u_{1t} \\ y_{2t} &= \beta_{20} + \beta_{21} y_{2t-1} + \alpha_{21} y_{1t-1} + u_{2t} \end{aligned} \tag{1}$$

далее можно записать в виде:

$$\begin{pmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_{11} & \alpha_{11} \\ \alpha_{21} & \beta_{21} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1t-1} \\ y_{2t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{pmatrix} \tag{2}$$

где $y_{1t}$ и $y_{2t}$ представляют собой значения у 1 и у 2 в момент времени $t$, $y_{1t-1}$ и $y_{2t-1}$ представляют значения у 1 и у 2 в момент времени $t-1$ n $\beta s$ и $\alpha s$ коэффициенты, подлежащие оценке.

Было решено использовать VAR-модели, поскольку они имеют несколько важных преимуществ при моделировании отношений между акциями. Во-первых, в VAR-модели каждая переменная рассматривается как зависимая. Это позволяет полностью отразить динамические отношения между акциями; например, если цена акции X изменится, это может привести к изменению цены акции Y, которая затем может привести к другому изменению цены акции X. Модели VAR очень хорошо отражают этот тип сложной зависимости, в то время как другие регрессионные модели, такие как линейная регрессия, отражают зависимость только в одном направлении, поскольку в них некоторые акции рассматриваются как независимые переменные.

Таким образом, по сравнению с другими регрессионными моделями, VAR-модели наиболее подходят для полного и точного ответа на наш вопрос. Еще одно преимущество VAR-моделей заключается в том, что их легко оценивать, оценка производится с помощью обыкновенных наименьших квадратов для каждого уравнения. Кроме того, VAR-модели обладают хорошими возможностями предсказывать цены на много дней вперед, а не только на следующий день. Это важно, поскольку инвесторов часто интересует, как изменятся цены на акции в ближайшие несколько недель, а не только завтра. Наконец, четкая структура VAR-моделей позволяет легко интерпретировать результаты и прогнозы, что помогает инвесторам воплотить полученные результаты в реальные решения.

При каждом выполнении поиска акций в модели происходит оценка VAR-модель на группе из 10 акций, найденных с помощью ANNOY, поэтому VAR-модель состоит из 10 уравнений. Независимыми переменными являются цены каждой из 10 акций на день раньше (день $t-1$ ). Эта VAR-модель может быть записана как:

$$\begin{aligned} y_{1,t} &= b_{1,0} + b_{1,1} y_{1,t-1} + b_{1,2} y_{2,t-1} + \cdots + b_{1,10} y_{10,t-1} + e_{1,t} \\ y_{2,t} &= b_{2,0} + b_{2,1} y_{1,t-1} + b_{2,2} y_{2,t-1} + \cdots + b_{2,10} y_{10,t-1} + e_{2,t} \\ y_{10,t} &= b_{10,0} + b_{10,1} y_{1,t-1} + b_{10,2} y_{2,t-1} + \cdots + b_{10,10} y_{10,t-1} + e_{10,t} \end{aligned} \tag{3}$$

где $y_{i,t}$ цена акции i в день t , а все b - коэффициенты, подлежащие оценке. Эквивалентно, в векторной форме, эта модель VAR имеет вид:

$$Y_t = B_0 + B_1 * Y_{t-1} + e_t \tag{4}$$

где $Y_t$ вектор 10 x 1 цен на акции в день t и $B_0$ и $B_1$ матрицы коэффициентов 10 x 1 и 10x10, подлежащих оценке. Модель VAR оценивается с помощью библиотеки statsmodels в Python. После оценки модели вычислены функции импульсного отклика, которые предсказывают, как изменение цены данной акции в настоящий день повлияет на цены других акций в последующие дни.

Несмотря на множество очевидных преимуществ, которыми обладают VAR-модели, у них

есть и недостаток. Было запланировано применение VAR-модели к группам связанных акций. Поскольку количество коэффициентов, которые необходимо оценить в модели, быстро растет с увеличением числа переменных (например, если переменных n, то существует $n^2$ коэффициентов, каждый из которых все сложнее вычислить при увеличении n), не представляется возможным за разумное время построить VAR-модели для групп из более чем 100 акций. Особенно учитывая, что модели оцениваются в реальном времени, когда пользователи ищут определенную акцию в приложении, малое время работы очень важно. Однако, когда была предпринята попытка создать группы связанных акций с помощью кластеризации K-means, некоторые группы оказались слишком большими ( 100 акции), независимо от того, какое количество кластеров были использованы. Поэтому были рассмотрены несколько других методов поиска групп связанных акций, таких как EM-алгоритмы и KNN, и в итоге решили создать группы с помощью приближенных ближайших соседей, благодаря существованию библиотеки ANNOY на языке python с быстрым временем выполнения.

**Результаты и обсуждение.** Задача заключалась в предсказании цен на акции на ближайшие несколько дней с использованием моделей VAR. Для оценки точности прогнозов случайным образом были выбраны 50 акций и 20 дней в качестве тестовых примеров. Затем для каждого из тестовых примеров был осуществлен поиск группы связанных акций с помощью ANNOY, после чего построили VAR-модель для прогнозирования цен на акции на следующие несколько дней. Прогнозы сравнивались с фактическими ценами в эти дни, чтобы вычислить среднюю абсолютную ошибку прогнозов. Также были рассчитаны средняя погрешность прогнозов, т. е. то, насколько прогнозы в среднем выше или ниже фактических цен, более полные данные приведены ниже в Таблице 1.

**Таблица 1 - Измерения точности работы модели**

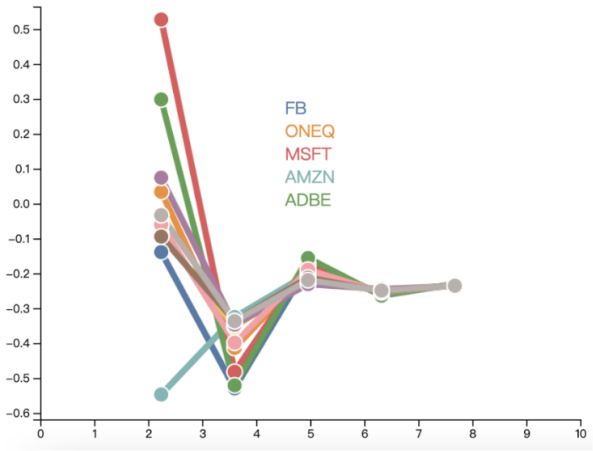
| История_Дней | Прогноз_Дней | Кол_Акций | Сред.кв. ошибка |
|---|---|---|---|
| 900 | 5 | 10 | 0.009192 |
| 900 | 5 | 9 | 0.009298 |
| 900 | 10 | 7 | 0.009582 |
| 900 | 3 | 7 | 0.010905 |
| 700 | 10 | 10 | 0.086412 |
| 700 | 10 | 7 | 0.086470 |
| 700 | 3 | 7 | 0.011312 |
| 900 | 10 | 9 | 0.011659 |
| 900 | 10 | 5 | 0.088065 |
| 300 | 3 | 10 | 0.012224 |
| 300 | 10 | 9 | 0.087300 |

Чтобы минимизировать среднюю абсолютную ошибку, был проведен сеточный поиск для оптимизации гиперпараметров модели, а именно продолжительности обучения, продолжительности прогнозирования и количества акций в группе. То есть для каждого тестового случая было использовано разное количество связанных акций и разное количество дней обучения, чтобы предсказать цены в разное количество будущих дней. Для этого был поиск с длиной

обучения [1200, 900, 700, 500, 300, 150, 30], длительность прогнозирования [3, 5, 15, 30] и размер кластера [5, 12, 15]. Это показало, что оптимальными гиперпараметрами являются 600 дней обучения, 5-7 дней прогнозирования и до 10 акций на группу. Это позволило достичь средней абсолютной ошибки 0.089%, как указано в Таблице 1. Рассматривая каждый тестовый случай в отдельности, было обнаружено, что модель с оптимальными гиперпараметрами достигла абсолютной ошибки в диапазоне $0 - 1\%$ в широком диапазоне отраслей и во времени. Более того, смещение прогнозов было близким к нулю ( $-0.1\%$ и $0.1\%$) для всех тестовых случаев, что говорит о том, что цены акций не переоцененные и не недооцененные.

Также была оценка времени работы программы для 20 случайно выбранных акций. Напомним, что всякий раз, когда запрашиваются результаты по определенной акции, используется ANNOY для поиска группы связанных акций, а затем подгоняют под эту группу модель, чтобы сгенерировать функции импульсного отклика, которые предсказывают будущие изменения цен. Было обнаружено, что общее время работы программы составляет от 1,2 до 1,6 секунды. Таким образом, пользователи приложения могут ожидать результатов в течение 1,5 секунд после выполнения поиска. Из общего времени работы построение и запрос ANN-модели занимает до 0,4 секунды, а оценка модели и вычисление функций импульсного отклика до 0,03 секунды.

Во время выполнения программы каждый день оператор python вызывает функцию, которая загружает цены на акции с помощью модуля yfinance, обрабатывает их в нужном нам формате и сохраняет в csv-файл. Когда пользователь ищет определенную акцию в нашем приложении, вызывается функция, которая с помощью ANNOY находит 10 наиболее тесно связанных акций, а затем оценивает модель VAR, используя исторические цены этих 10 акций. Затем рассчитываются функции импульсного отклика для каждой из 10 компаний по сравнению с искомой компанией, и результаты отображаются в виде таблицы. Кроме того, используется функция импульсного отклика для выработки инвестиционных рекомендаций. Для каждой из десяти компаний, если прогнозируемое кумулятивное изменение цены положительно по крайней мере в 4 из следующих 5 дней, рекомендуется ”покупать”; если прогнозируемое кумулятивное изменение цены отрицательно по крайней мере в 4 из следующих 5 дней, рекомендуется ”продавать”; в противном случае предлагают ”нейтральную” рекомендацию. Эти рекомендации также отображаются в таблице. Ниже приведен рисунок 3, где показано прогноз изменения цены акций на следующие пять дней.




| Company Name | Similarity | Day1 Prediction | Day2 Prediction | Day3 Prediction | Day4 Prediction | Day5 Prediction | Recommendation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FB | 5 | 0.10224% | −0.29688% | 0.06195% | −0.01739% | 0.00625% | Neutral |
| ONEQ | 3 | 3.76339% | −0.16903% | 0.08283% | −0.02445% | 0.03240% | Buy |
| MSFT | 3 | −4.12332% | 0.55081% | −0.11047% | 0.03583% | −0.01848% | Sell |
| AMZN | 3 | 0.84192% | −0.03718% | 0.02424% | −0.01039% | 0.00531% | Buy |
| ADBE | 2 | −0.21697% | 0.39294% | −0.20840% | 0.06052% | −0.02171% | Neutral |

**Рис. 3 - Прогноз изменения цены акций на следующие пять дней по модели**

Эти рекомендации рассчитаны помочь пользователям более эффективно принимать решения на основе полученных прогнозов. После того как пользователь введет название компании и выберет цель поиска (отклик), полученные данные будут переданы в бэкенд. Функция get results в view.py создаст модель ANNOY и VAR, используя csv-файл в главной директории, и вернет результаты, которые будут отправлены на фронт-енд для построения визуализации с помощью функции annoyvar в views.py, где будет отображен VAR. Во-первых, входные данные, подаваемые в таблицу A, будут отображать сходство каждой связанной акции с искомой, рекомендуемую операцию и фактические прогнозируемые процентные изменения в ближайшие 5 дней.

Чтобы улучшить подход, был построен динамический линейный график, который изначально отображает прогнозы по всем акциям. Поскольку у каждой компании есть различные связанные акции, и даже эта группа меняется каждый день, нет возможности просто обучить одну модель и вызывать ее каждый раз. Поэтому система мгновенно строит отдельную модель для искомой акции. Преимущество заключается в том, что модель всегда обновляется и не требует большого пространства для хранения.

**Выводы.** В результате была достигнута цель исследования по прогнозированию трендов цен на акции и отношений между акциями. Теперь на основе исследований получен инструмент, который может показать отношения между акциями, а также может предсказывать изменения цен на акции на следующие семь дней и предоставлять пользователям рекомендации. В процессе работы над данным проектом были выявлены многие ранее неизвестные проблемы. Изначально было решено использовать k-means для кластеризации, но позже обнаружили, что использование k-means метода приведет к множеству проблем для прогнозирования цены акций в паре с моделью VAR. Было решено использовать ANNOY для более полного решения этой проблемы. Когда исследование только началось было неизвестно, как динамически подключать результаты в модель из различных форматов данных. Позже было изучено, как другие модели решали эту проблему, и, наконец, проблема была решена самостоятельно с помощью методов из библиотеки на языке python. Также изначально не было известно, какой объем данных использовать для прогнозирования, а также неизвестно, через сколько дней после прогнозирования результаты

будут наиболее точными. Но, для этого были использованы результаты поиска по сетке, чтобы выбрать параметры с наименьшей погрешностью.

В результате функции импульсного отклика рассчитываются непосредственно по коэффициентам модели VAR, с учетом всех разнонаправленных связей между ценами акций, определяемых каждым уравнением модели. Существует еще несколько будущих улучшений, которые можно сделать в рамках этой работы. Во первых, сейчас возможно простое предсказание изменения цен на акции на ближайшие несколько дней, поскольку результаты прогнозирования изменений цен на акции сходятся с моделью. Если нужно предсказывать цены на акции в течение очень долгого времени, то вероятно следует использовать другие более специализированные методы. Более того, была достигнута улучшение модели за счет уменьшения ошибок в процессе оценки изменений трендов.

## Литература

1. George E.P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel and Greta M. Ljung Time Series Analysis: Forecasting and Control,5th Edition. -Published by John Wiley and Sons Inc., Hoboken, New Jersey, 2015. –P. 712. ISBN 978-1-118-67502-1

2. David W Hosmer, S. L. Lemeshow Applied Logistic Regression. -John Wiley & Sons, New York, 2000. DOI 10.1002/0471722146

3. Agus Suharsono; Auliya Aziza; Wara Pramesti Comparison of vector autoregressive (VAR) and vector error correction models (VECM) for index of ASEAN stock price // AIP Conference Proceedings. - 2017. -Vol. 1913. DOI 10.1063/1.5016666

4. J. MacQueen. Some methods for classification and analysis of multivariate observations // Berkeley Symp. on Math. Statist. and Prob. -1967. -Vol. 5.1. -P. 281–297. URL: http://projecteuclid.org

5. Erik BernhardssonANNOY: Approximate Nearest Neighbors in C++/Python // Github pages. -2014. URL: https://github.com/spotify/annoy

6. Bergstra J., Bengio Yo. Random search for hyper-parameter optimization// Journal of Machine Learning Research. -2012. -Vol. 13. -P. 281–305. DOI 10.5555/2188385.2188395

7. Christopher A. Sims Macroeconomics and Reality// Econometrica. -1980. -Vol. 48. -P. 1–48. DOI 10.2307/1912017

8. Helmut Lütkepohl New Introduction to Multiple Time Series Analysis: textbook. - 2005. ISBN 978-3-540-40172-8

9. Lutz Kilian„ Helmut Lütkepohl Structural Vector Autoregressive Analysis. -Cambridge University Press, 2017. DOI 10.1017/9781108164818

10. Ruey S. Tsay Analysis of Financial Time Series. – Wiley, 2010. -720 p. ISBN 9780470414354

11. David R. Rapach, Matthew C. Ringgenberg, , Guofu Zhou Short interest and aggregate stock returns // Journal of Financial Economics. -2016. -Vol. 121(1). -P. 46-65. DOI 10.1016/j.jfineco.2016.03.004

12. Wen Long & Jing Gao & Kehan Bai & Zhichen Lu A hybrid model for stock price prediction based on multi-view heterogeneous data // Financial Innovation, Springer;Southwestern University of Finance and Economics. -2024. -Vol. 10(1). –P. 1-50. DOI 10.1186/s40854-023-00519-w

***Сведения об авторах***

Есенбек А.- магистрант, Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: a_yessenbek@kbtu.kz;

Касымова Ғ.- магистрант, Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: a_kassymova@kbtu.kz;

Картбаев А.-PhD, ассоциированный профессор, Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: a.kartbaev@kbtu.kz.

***Information about the authors***

Yessenbek A.- master student, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: a_yessenbek@kbtu.kz;

Kassymova F.- master student, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: a_kassymova@kbtu.kz;

Kartbayev A. – PhD, associate professor, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: a.kartbaev@kbtu.kz.

МРНТИ 28.17.19 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-903**

# ПОСТРОЕНИЕ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ПРИ УГРОЗЕ И ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРА

**[1]А.Д. Бургегулов, [1]Ш.А. Джомартова, [1]Э.Т. Мазакова, [2] М.С. Әлиасқар, [1,2]Т.Ж. Мазаков, [3]А.Д. Майлыбаева**

*[1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,*
*[2]Международный инженерно-технологический университет, Алматы, Казахстан,*
*[3]Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан*

*Корреспондент-автор: jomartova@mail.ru*

Статья посвящена разработке алгоритма для построения эвакуационных маршрутов в случае чрезвычайных ситуаций, таких как пожар. Разработанный алгоритм используется в качестве математической модели интеллектуальной системы противопожарной безопасности и реализован на языке Python. Его эффективность подтверждается на примере модельной задачи, демонстрируя возможности мониторинга и реагирования на возникновение пожара.

Созданный алгоритм оптимизации маршрутов эвакуации основан на решении транспортных задач, обладает высокой универсальностью и легко адаптируется к практическим требованиям оперативного и безопасного выхода людей из здания. В статье представлены результаты численного моделирования, а также рассмотрены перспективы дальнейшего развития подобных систем.

Разработанные алгоритмы могут быть применены не только при пожаре, но и в случае других чрезвычайных ситуаций, таких как наводнения или землетрясения, что позволяет минимизировать риски и снизить ущерб от катастроф.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, противопожарная безопасность, транспортная задача, пожар, чрезвычайная ситуация, эвакуация.

# ӨРТ ҚАУПІ ТӨНГЕН НЕМЕСЕ ПАЙДА БОЛҒАН ЖАҒДАЙДА КӨПҚАБАТТЫ ҮЙЛЕРДЕН АДАМДАРДЫ ЭВАКУАЦИЯЛАУ ЖОЛДАРЫН САЛУ

**[1]А.Д. Бургегулов, [1]Ш.А. Джомартова, [1]Э.Т. Мазақова, [2] М.С. Әлиасқар, [1,2]Т.Ж. Мазақов, [3]А.Д. Майлыбаева**

*[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[2]Халықаралық инженерлік және технология университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[3] Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан,*
*e-mail: jomartova@mail.ru*

Мақала өрт сияқты төтенше жағдайлар кезінде эвакуациялау жолдарын құру алгоритмін әзірлеуге арналған. Әзірленген алгоритм өрт қауіпсіздігінің интеллектуалды жүйесінің математикалық моделі ретінде пайдаланылады және Python тілінде жүзеге асырылады. Оның тиімділігі өрттің пайда болуын бақылау және әрекет ету мүмкіндіктерін көрсете отырып, мысал ретінде үлгілік мәселені қолдану арқылы расталады.

Эвакуациялау жолдарын оңтайландырудың құрылған алгоритмі көлік мәселелерін шешуге негізделген, өте әмбебап және адамдардың ғимараттан тез және қауіпсіз шығуының практикалық талаптарына оңай бейімделуі мүмкін. Мақалада сандық модельдеу нәтижелері берілген, сондай-ақ мұндай жүйелерді одан әрі дамыту перспективалары қарастырылған.

Әзірленген алгоритмдер тек өрт кезінде ғана емес, сонымен қатар су тасқыны немесе жер сілкінісі сияқты басқа да төтенше жағдайлар кезінде де қолданылуы мүмкін, бұл тәуекелдерді барынша азайтуға және апаттардан келетін шығынды азайтуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** интеллектуалды жүйе, өрт қауіпсіздігі, көлік тапсырмасы, өрт, төтенше жағдай, эвакуация.

# CONSTRUCTION OF EVACUATION ROUTES FOR PEOPLE FROM A MULTI-STORY BUILDING IN CASE OF A THREAT OR OCCURRENCE OF A FIRE

**[1]A.D. Burgegulov, [1]Sh.A. Jomartova✉, [1]A.T. Mazakova, [2]M.S. Aliaskar, [1,2]T.Zh. Mazakov, [3]A.D. Mailybayeva**

*[1]Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,*
*[2]International Engineering and Technology University, Almaty, Kazakhstan,*
*[3]Atyrau University named after Kh. Dosmukhambetov, Atyrau, Kazakhstan,*
*e-mail: jomartova@mail.ru*

The article is devoted to the development of an algorithm for constructing evacuation routes in case of emergency situations, such as fire. The developed algorithm is used as a mathematical model of an intelligent fire safety system and is implemented in Python. Its effectiveness is confirmed by the example of a model problem, demonstrating the capabilities of monitoring and responding to a fire.

The created algorithm for optimizing evacuation routes is based on solving transport problems, is highly versatile and easily adapts to the practical requirements of prompt and safe exit of people from a building. The article presents the results of numerical modeling, and also considers the prospects for further development of such systems.

The developed algorithms can be applied not only in case of fire, but also in case of other emergency situations, such as floods or earthquakes, which allows to minimize risks and reduce damage from disasters.

**Keywords:** intelligent system, fire safety, transport task, fire, emergency, evacuation

**Введение.** Пожары представляют собой одни из наиболее разрушительных природных явлений, способных причинить значительный и зачастую необратимый вред экосистемам нашей планеты. В условиях быстрого научно-технического прогресса риски, связанные с пожарами, возрастают из-за усложнения технологических систем, развития электротехнической отрасли, широкого использования углеводородных материалов и влияния социально-экономических факторов. Все эти элементы в совокупности повышают вероятность возникновения аварий и катастроф, что приводит к серьезным экономическим и социальным последствиям.

Дополнительные трудности возникают из-за эксплуатации устаревших систем противопожарной безопасности, которые не соответствуют современным стандартам. Также важным аспектом является отсутствие комплексного подхода к решению данной проблемы на уровне государства.

В условиях крупных многоэтажных зданий и комплексов, где сосредоточено большое количество людей, быстрое и эффективное реагирование на угрозу пожара становится критически важным. Очевидно, что традиционные методы и технологии уже не способны обеспечить необходимый уровень безопасности.

**Материалы и методы.** Разработка специальных методов и вычислительных алгоритмов и программно-аппаратных комплексов, позволяющих в реальном времени предупреждать, строить оптимальные маршруты при возникновении ЧС являются актуальной проблемой [1-3]. Транспортная задача может быть применена для оптимального распределения людей по выходам в процессе эвакуации из здания, с целью сокращения времени эвакуации и предотвращения скопления людей.

*1. Постановка задачи*

Для разработки математической модели маршрутов эвакуации из здания введем следующие обозначения:

$m$ - количество этажей в здании;

$n_i$ - количество кабинетов на $i$- м этаже, $i = \overline{1,m}$ ;

$k_i$ - количество лестниц и выходов на $i$- м этаже, $i = \overline{1,m}$ ;

$a_{ij}$ - количество людей в $j$- м кабинете на $i$- м этаже, $i = \overline{1,m}$ , $j = \overline{1,n_i}$;

$b_{ij}$ - проходимость $j$- й лестницы (выхода) на

$i$- м этаже, $i = \overline{1,m}$ , $j = \overline{1,k_i}$,

$x_{ij}^p$ - количество людей из эвакуируемых из $i$-го кабинета через $j$- ю лестницу (выход) на $p$- м этаже, $i = \overline{1,n_p}$ , $j = \overline{1,k_p}$, $p = \overline{1,m}$,

$c_{ij}^p$ - время (или расстояние) необходимое для перемещения человека из $i$- го кабинета через $j$-ю лестницу (выход) на $p$- м этаже, $i = \overline{1,n_p}$ , $j = \overline{1,k_p}$, $p = \overline{1,m}$.

Создадим формализованную математическую модель, которая будет соответствовать определенным требованиям для организации эвакуации людей.

1) все люди должны покинуть каждый этаж здания

$$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^p = a_{pi}, i = \overline{1,n_p}, p = \overline{1,m} \qquad (1)$$

2) пропускная способность выходов не должна быть превышена (не создавалась давка):

$$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^p = b_{pi}, i = \overline{1,k_p}, p = \overline{1,m} \qquad (2)$$

3) условие неотрицательности переменных

$$x_{ij}^p \geq 0, \quad i = \overline{1,n_p}, \quad j = \overline{1,k_p}, \quad p = \overline{1,m}, \qquad (3)$$

4) общее время эвакуации должно быть минимальным

$$Z = \sum_{p=1}^{m} \sum_{i=1}^{n_p} \sum_{j=1}^{k_p} c_{ij}^p x_{ij}^p \to \min. \qquad (4)$$

2. *Теоретическая часть*

Существует множество методов для решения транспортной задачи (1)-(4). В дальнейшем мы рассмотрим метод потенциалов.

**Лемма 1.** Сложность метода потенциалов для задачи (1)-(4) может быть оценена следующим образом [4].

$$O(\sum_{i=1}^{p} n_i * \sum_{i=1}^{p} k_i * (\sum_{i=1}^{p} n_i + \sum_{i=1}^{p} k_i)) \qquad (5)$$

**Лемма 2.** Пусть имеются две числовые неотрицательные последовательности $a_i$ и $b_i$ , $i = \overline{1,n}$. Тогда справедливо следующее нераенство [5-7]

$$\max_{i=1,n} (a_i + b_i) \leq \max_{i=1,n} a_i + \max_{i=1,n} b_i \qquad (6)$$

Предлагается модификация транспортной задачи, адаптированная к проблеме эвакуации людей из многоэтажного здания.

На первом этапе решается транспортная задача для верхнего этажа, с целью минимизации функционала

$$Z_m = \sum_{i=1}^{n_m} \sum_{j=1}^{k_m} c_{ij}^m x_{ij}^m \to \min \qquad (7)$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^m = a_{mi}, \quad i = \overline{1,n_m}, \\ &\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^m = b_{mi}, \quad i = \overline{1,k_p}, \\ &x_{ij}^m \geq 0, \quad i = \overline{1,n_m}, \quad j = \overline{1,k_m} \end{aligned} \qquad (8)$$

Обозначим через s – номер шага итерации. Пусть s =1.

Шаг S. s=s+1. Если s=m то переходи к шагу N.

После выполнения предыдущего этапа становится известно, сколько людей спустилось с верхнего этажа по каждой лестнице. Введем фиктивные кабинеты, которые будут представлять собой лестницы, соединяющие исследуемый этаж с предыдущим. Количество людей в фиктивном кабинете будет определяться на основе предыдущего решения.

В результате передем к следующей транспортной задаче

минимизировать функционал

$$Z_s = \sum_{i=1}^{n_s} \sum_{j=1}^{k_s} c_{ij}^s x_{ij}^s \to \min \qquad (9)$$

при ограничениях

$$\begin{gathered} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^s = a_{si}, i = \overline{1, n_s}, \\ \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^s = b_{s-1,i}, i = \overline{n_s, n_s + k_{s-1}}, \\ \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^s = b_{mi}, i = \overline{1, k_s}, \\ x_{ij}^s \geq 0, \quad i = \overline{1, n_s + k_{s-1}}, \quad j = \overline{1, k_m}. \end{gathered} \qquad (10)$$

Возвращаемся к шагу S.

Шаг N. Полученные на предыдущих шагах решения $x_{ij}^s \geq 0$, $i = \overline{1, n_s}$, $s = \overline{1, m}$, и составляют план эвакуации из многоэтажного здания.

Введем обозначение

$$k_0 = 0 \qquad (11)$$

**Теорема.** Сложность предложенного метода для задачи (1)-(4) имеет следующую оценку

$$O(m * \max_{i=1,p} k_i * (\max_{i=1,p} n_i + \max_{i=1,p} k_i)^2) \qquad (12)$$

**Доказательство.**

$$m * \max_{i=1,p} (n_i + k_{i-1}) * \max_{i=1,p} k_i * \left( \max_{i=1,p} n_i + \max_{i=1,p} k_i \right)$$

$$O(m * \max_{i=1,p} (n_i + k_{i-1}) * \max_{i=1,p} k_i * (\max_{i=1,p} n_i + \max_{i=1,p} k_i))$$

3. ***Программная реализация***

Исходные данные о здании извлекаются из текстового файла Fzdan.txt, первая строка которого содержит целое число, обозначающее:

- Ne - количество этажей.

В последующих строках представлена информация о количестве кабинетов и лестниц (выходов), ведущих вниз (или из здания):

- Nk - количество кабинетов,

- Nl - количество лестниц (выходов).

Данные о кабинетах здания берутся из текстового файла Fkabn.txt, где построчно указаны:

- этаж, на котором расположен кабинет,

- номер кабинета,

- максимальное количество людей, которые могут находиться в кабинете.

Информация о лестницах здания содержится в текстовом файле Flest.txt, в котором построчно указаны:

- этаж, на котором он находится,

- номер лестницы,

- пропускная способность лестницы.

В текстовом файле Fsvja.txt описаны взаимосвязи между кабинетами, лестницами и выходами. Каждая строка включает следующие данные:

- первый объект,

- второй объект, с которым он связан,

- тип связи (1 - между кабинетом и лестницей, 2 - между лестницами),

- расстояние между объектами в метрах или время, необходимое для преодоления расстояния.

4. ***Экспериментальная часть***

Для иллюстрации возможностей разработанного алгоритма были выполнены расчеты в рамках следующей модельной задачи.

Здание состоит из четырех этажей. На первом этаже размещены четыре кабинета и предусмотрены четыре выхода на улицу. На втором и третьем этажах также находятся по четыре кабинета, а количество лестниц, ведущих на нижний этаж, составляет три. Четвертый этаж включает три кабинета и две лестницы, ведущие на третий этаж.

Для определения оптимальных маршрутов эвакуации использованы методы решения транс-

портных задач [8-9].

Программа сохраняет результаты численных расчетов в текстовом файле и визуализирует их в виде графа. Это позволяет наглядно представить оптимальные маршруты эвакуации и структуру взаимосвязей между элементами здания.

На основе предоставленных данных создается граф, где вершины $K_i$ обозначают кабинеты, а вершины $L_i$ – лестницы и выходы.

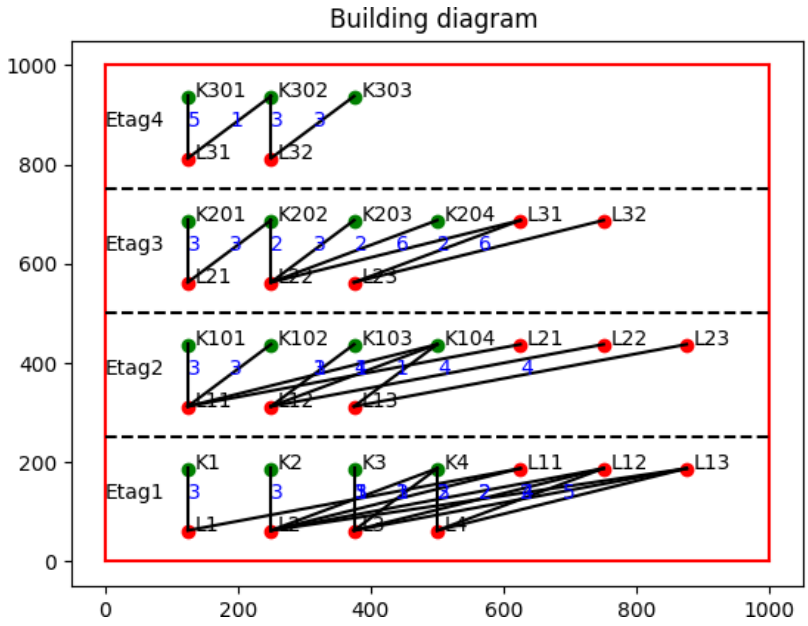



**Рис.1 - Экран с визуализацией полученного графа**

На рисунке 1 кабинеты обозначены зеленым кругом, лестницы и выходы – красным.

Связи между объектами представлены стрелками: кабинет-лестница, лестница-лестница. Количество людей, эвакуируемых через соответствующую лестницу, отображается синим цветом.

**Выводы.** В данной статье были проанализированы основные аспекты проектирования и создания интеллектуальной централизованной противопожарной системы безопасности для умных городов. После изучения существующих традиционных систем и выявления их недостатков, мы перешли к рассмотрению инновационных решений, включая применение искусственного интеллекта и машинного обучения, а также их интеграцию с другими компонентами умного города.

Современная версия системы успешно справляется с задачей определения и оптимизации маршрутов эвакуации, принимая во внимание характеристики здания и распределение людей. Тем не менее, существуют определенные ограничения, связанные с фиксированностью входных данных. В частности, система не учитывает динамические изменения в конфигурации здания, такие как временное закрытие или блокировка отдельных выходов. Это сказывается на актуальности некоторых эвакуационных сценариев в реальных условиях. Для преодоления этих ограничений и расширения функциональности системы предлагается интеграция датчиков, способных передавать информацию о состоянии выходов и других ключевых элементов здания в режиме реального времени.

В заключение следует подчеркнуть, что интеллектуальные системы противопожарной безопасности, развиваясь и интегрируясь в инфраструктуру умных городов, открывают новые горизонты для повышения безопасности и снижения рисков для жизни и здоровья граждан. Однако их

успешное внедрение требует глубокого анализа и учета множества факторов, а также тесного сотрудничества между технологическими компаниями, научными учреждениями и городскими властями. Кроме того, такие системы должны функционировать в рамках единой городской управленческой структуры, объединяя данные и функции с другими подсистемами, такими как экологический мониторинг, транспортные системы и управление зданиями. Использование отдельных сенсоров и актуальных данных позволит создать более гибкую и адаптивную систему, способную оперативно реагировать на изменения ситуации и определять наиболее безопасные и эффективные маршруты эвакуации.

Искусственный интеллект и машинное обучение могут быть применены для постоянного совершенствования алгоритмов и моделей, основанных на собственном опыте компании и данных из реальной жизни. Это позволит разрабатывать более точные прогнозы и предлагать рекомендации по повышению общей безопасности зданий. Система может расширить свои возможности, создав мобильное приложение для информирования граждан и координации их действий. Это будет способствовать формированию единого информационного пространства, в котором все участники процесса, от спасателей до обычных граждан, смогут получать актуальную информацию и действовать более эффективно. Технология дополненной реальности может быть использована для моделирования следов на месте происшествия и других визуальных данных [10].

Предложенные методы и подходы имеют значительный потенциал в области защиты от природных катастроф, управления массовыми мероприятиями и в других сферах, где требуется быстрое и эффективное реагирование на изменения обстановки. [11-13].

***Финансирование.****Работа выполнена за счет средств НИИ математики и механики при КазНУ имени аль-Фараби и грантового финансирования научных исследований на 2023–2025 годы по проекту AP19678157.*

**Литература**

1. Пирогов Н.С. Анализ причин пожаров в зданиях культурно-досугового значения. // Пожарный надзор. – 2023.- №1. - С.67-73.

2. Смирнов В.П. Прогнозирование путей эвакуации при пожаре в общественных зданиях // Авт.доктор.дисс. спец. 05.26.03, 2018. - 50 с.

3. Иванов П.Н. Исследование времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения на промышленных объектах //Авт.канд.дисс. спец. 05.26.03, 2019.30 с.

4. Кормен, Томас Х. и др. А45 Алгоритмы: Построение и анализ, 3-е изд.: Пер. с англ. -М.: ООО “И. Д. Вильямс”, 2013.-1328 с. ISBN 978-5-8459-1794-2

5. Derek John Clements-Croome Intelligent Buildings: Design Management and Operation- ICE Publishing, 2004.-408 p. ISBN 0 7277 3266 8

6. Бургегулов А.Д., Мазаков Т.Ж., Зиятбекова Г.З., Саметова А.А., Джолдасова Б.У. Применение интеллектуальных систем пожарной безопасности в умных городах // Вестник КазУТБ.- 2023. - № 2(19). - С. 7-20. DOI 10.58805/kazutb.v.2.19-84

7. Жадан В. Г. Методы оптимизации. Часть II. Численные алгоритмы: учебное пособие / В. Г. Жадан. - М. : МФТИ, 2015. - 320 с. ISBN 978-5-7417 (Ч. II)

8. Рафгарден Т.: Совершенный алгоритм. Графовые алгоритмы и структуры данных. – Питер: Питер-Трейд, 2020. - 340 с. ISBN 978-5-4461-1272-2

9. Сесекин А. Н., Ченцов А. А., Ченцов А. Г. Задачи маршрутизации перемещений. – Мз-во “Лань”, 2022. - 240 с. ISBN 978-5-8114-9999-1

10. Paes D., Feng Zh., King M., Shad H.K., Sasikumar P., Pujoni D., Lovreglio R. Optical see-through augmented reality fire safety training for building occupants //Automation in Construction. - 2024.-Vol.162. - ISSN 0926-5805. DOI 10.1016/j.autcon.2024.105371

11. Krichen M., Abdalzaher M.S., Elwekeil M., Fouda M.M. Managing natural disasters: An analysis of technological advancements, opportunities, and challenges //Internet of Things and Cyber-Physical Systems.- 2024.-Vol.4.- P.99-109, ISSN 2667-3452.

DOI 10.1016/j.iotcps.2023.09.002

12. Мазаков Т.Ж., Бургегулов А.Д., Джомартова Ш.А., Мазакова А.Т., Саметова А.А., Досаналиева А.Т. Построение маршрутов для эвакуации сотрудников из здания при возникновении чрезвычайной ситуации // Вестник КазУТБ.- 2024.- № 1(22).- С.68-74

DOI 10.58805/kazutb.v.1.22-292

13. Бургегулов А., Зиятбекова Г., Мазаков Т., Саметова А., Алиаскар М. Использование технологий Интернета вещей для предотвращения пожаров // Международная конференция по электротехнике и информационным технологиям (ICEF 2023), Алматы, 2023. С.349-355

## References

1. Pirogov N.S. Analiz prichin pozharov v zdanijah kul' turno-dosugovogo znachenija. // Pozharnyj nadzor. -2023.- №1. - S.67-73.[in Russian]

2. Smirnov V.P. Prognozirovanie putej jevakuacii pri pozhare v obshhestvennyh zdanijah // Avt.doktor.diss. spec. 05.26.03, 2018. - 50 s. [in Russian]

3. Ivanov P.N. Issledovanie vremeni blokirovanija putej jevakuacii toksichnymi produktami gorenija na promyshlennyh ob#ektah //Avt.kand.diss. spec. 05.26.03, 2019.30 s. [in Russian]

4. Kormen, Tomas X. i dr. A45 Algoritmy: Postroenie i analiz, 3-e izd.: Per. s angl. -M.: OOO "I. D. Vil' jams", 2013.-1328 s. ISBN 978-5-8459-1794-2[in Russian]

5. Derek John Clements-Croome Intelligent Buildings: Design Management and Operation- ICE Publishing, 2004.-408 p. ISBN 0 7277 3266 8

6. Burgegulov A.D., Mazakov T.Zh., Zijatbekova G.Z., Sametova A.A., Dzholdasova B.U. Primenenie intellektual' nyh sistem pozharnoj bezopasnosti v umnyh gorodah // Vestnik KazUTB.- 2023. - № 2(19). - S. 7-20. DOI 10.58805/kazutb.v.2.19-84. [in Russian]

7. Zhadan V. G. Metody optimizacii. Chast' II. Chislennye algoritmy: uchebnoe posobie / V. G. Zhadan. - M. : MFTI, 2015. - 320 s. ISBN 978-5-7417 (Ch. II). [in Russian]

8. Rafgarden T.: Sovershennyj algoritm. Grafovye algoritmy i struktury dannyh. – Piter: Piter-Trejd, 2020. - 340 s. ISBN 978-5-4461-1272-2. [in Russian]

9. Sesekin A. N., Chencov A. A., Chencov A. G. Zadachi marshrutizacii peremeshhenij. – Mz-vo "Lan'", 2022. - 240 s. ISBN 978-5-8114-9999-1. [in Russian]

10. Paes D., Feng Zh., King M., Shad H.K., Sasikumar P., Pujoni D., Lovreglio R. Optical see-through augmented reality fire safety training for building occupants //Automation in Construction. - 2024.-Vol.162. - ISSN 0926-5805. DOI 10.1016/j.autcon.2024.105371

11. Krichen M., Abdalzaher M.S., Elwekeil M., Fouda M.M. Managing natural disasters: An analysis of technological advancements, opportunities, and challenges //Internet of Things and Cyber-Physical Systems.- 2024.-Vol.4.- P.99-109, ISSN 2667-3452. DOI 10.1016/j.iotcps.2023.09.002

12. Mazakov T.Zh., Burgegulov A.D., Dzhomartova Sh.A., Mazakova A.T., Sametova A.A., Dosanalieva

A.T. Postroenie marshrutov dlja jevakuacii sotrudnikov iz zdanija pri vozniknovenii chrezvychajnoj situacii // Vestnik KazUTB.- 2024.- № 1(22).- S.68-74 DOI 10.58805/kazutb.v.1.22-292. [in Russian]

13. Burgegulov A., Zijatbekova G., Mazakov T., Sametova A., Aliaskar M. Ispol' zovanie tehnologij Interneta veshhej dlja predotvrashhenija pozharov // Mezhdunarodnaja konferencija po jelektrotehnike i informacionnym tehnologijam (ICEF 2023), Almaty, 2023. S.349-355. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Бургегулов А.Д.- докторант КазНУ им.аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: dizel_kz@bk.ru;

Джомартова Ш.А. - доктор технических наук, доцент, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: jomartova@mail.ru;

Мазақова Ә.Т.- докторант КазНУ им.аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: aigerym97@mail.ru;

Әлиасқар М.С. - старший преподаватель МИТУ, Алматы, Казахстан, e-mail: m.alyasqar@gmail.ru;

Мазаков Т.Ж. - доктор физико-математических наук, профессор, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: tmazakov@mail.ru;

Майлыбаева А.Д. – к.ф.-м.н., доцент кафедры «Информатика» Атырауского универститета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан, e-mail: a.maylibayeva@asu.edu.kz

***Information about the author***

Burgegulov A.D. - Doctoral student of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: dizel_kz@bk.ru;

Jomartova Sh.A. - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: jomartova@mail.ru;

Mazakova A.T.- Doctoral student of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: aigerym97@mail.ru;

Aliaskar M.S. - Senior Lecturer, MITU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: m.alyasqar@gmail.ru;

Mazakov T.Zh. - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: tmazakov@mail.ru;

Mailybayeva A.D. - PhD, Associate Professor, Department of Computer Science, Atyrau University named after Kh. Dosmukhambetov, Atyrau, Kazakhstan, e-mail: a.maylibayeva@asu.edu.kz

ҒТАМР 81.93.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-743**

# ЖЕЛІЛЕРДІҢ ОСАЛДЫҚТАРЫН АНЫҚТАУ ҮШІН КӨП ФАКТОРЛЫ БОЛЖАУ АЛГОРИТМІН БЕЙІМДЕУ

**[1]А К. Шегетаева✉, [1]А.Б. Оспанова, [2]Н.С. Смакова, [3]Б. Рысбекқызы, [2]С.А. Алтынбек, [4]Л.Н. Кулбаева [5]Г.Ж. Шуйтенов**

*[1]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*[3]Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан,*
*[4]Astana IT University, Астана, Қазақстан*
*[5]Esil University, Астана, Қазақстан*

✉*Корреспондент-автор: aizhanshegetaeva@mail.ru*

Желілік қауіпсіздік қазіргі цифрлық әлемдегі ең жылдам өзгеретін салалардың бірі болып қала береді. Бұл әсіресе жаңа технологиялардың дамуына және кибершабуылдар санының артуына байланысты өзекті болып табылады. Уақыт өте келе қорғау әдістері мен технологиялары ескіреді және жаңартуды қажет етеді. Бүгінгі таңда өнеркәсіптік желілер мен компьютерлік қауіпсіздік кибершабуылдар санының өсуіне және желінің осалдықтарына байланысты маңыздырақ болып отыр. Сондықтан жыл сайын анықталатын желілік осалдықтарды болжау және автоматтандыру өте маңызды. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты - көп факторлы болжау алгоритмі арқылы желідегі осалдықтарды және кибершабуылдарды кешенді зерттеу. Көп факторлы болжау алгоритмі желі осалдықтарының жиілігін, желі трафигінің белсенділігін және қауіпке жауап беру уақытын ескере отырып, шабуылды болжау дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында, Scopus және Web of Science сайттарында жарияланған зерттеу мақалаларына әдебиеттік шолу жүргізу және нейрондық желілер, логистикалық регрессия және кездейсоқ ормандар сияқты машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, деректерді қалыпқа келтіру және талдау арқылы әртүрлі көздерден деректерді жинауды қамтыды. Зерттеудің практикалық маңыздылығы әзірленген алгоритмді желі осалдықтарын бақылау жүйелерін құру үшін пайдалануға болады. Бұл корпоративтік желілердің қауіпсіздігін айтарлықтай жақсартады, кибершабуылдардан болатын зиянды азайтады және жалпы киберқауіпсіздікті жақсартады.

**Түйін сөздер:** киберқауіпсіздік, көп факторлы болжау, машиналық оқыту, нейрондық желілер , желі осалдықтар, эксплойттар

# АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМА МНОГОФАКТОРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СЕТЕВЫХ УЯЗВИМОСТЕЙ

**[1]А К. Шегетаева✉, [1]А.Б. Оспанова, [2]Н.С. Смакова, [3]Б. Рысбекқызы, [2]С.А. Алтынбек, [4]Л.Н. Кулбаева [5]Г.Ж. Шуйтенов**

*[1]Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан,*
*[2]Казахский университет технологий и бизнеса имени К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*[3]Карагандинский технический университет имени Абылкас Сагинова, Караганда, Казахстан,*
*[4]Astana IT University, Астана, Казахстан,*
*[5]Esil University, Астана, Казахстан,*
*e-mail: aizhanshegetaeva@mail.ru*

Сетевая безопасность по понятным причинам остается одной из самых быстро меняющихся областей в цифровом мире. Кроме того, в связи с развитием новых технологий и появлением новых кибератак устаревание методов и технологий защиты происходит быстрыми темпами. В настоящее время сетевая и компьютерная безопасность в производственных средах становится все более важной из-за растущего числа кибератак и сетевых уязвимостей. Из-за увеличения количества удаленно подключенных устройств, увеличения объема данных и сложности сетевых технологий. Учитывая большое

количество уязвимостей, выявляемых каждый год, автоматизация их прогнозирования имеет решающее значение. Целью данного исследования является комплексный анализ уязвимостей и атак в сети с использованием многофакторного алгоритма прогнозирования. Алгоритм многофакторного прогнозирования повышает точность прогнозирования атак за счет учета таких параметров, как частота сбоев в работе сети, активность сетевого трафика и время реакции на угрозы. Исследование включало проведение обзора литературы статей, опубликованных в Scopus и Web of Science, сбор данных из различных источников, их нормализацию и анализ с использованием методов машинного обучения, таких как нейронные сети, логистическая регрессия и случайные леса. Практическая ценность исследования заключается в том, что разработанный алгоритм может быть использован для создания систем мониторинга уязвимостей сетей и оценки эффективности эксплуатации в режиме реального времени. Это значительно улучшает защиту корпоративных и государственных сетей, снижает ущерб от кибератак и повышает общую кибербезопасность.

**Ключевые слова:** многофакторное прогнозирование, машинное обучение, нейронные сети, уязвимости сетей, эксплойты

## ADAPTATION OF MULTI-FACTOR FORECASTING ALGORITHM FOR DETECTING NETWORK VULNERABILITIES

**[1]A. Shegetayeva✉, [1]A. Ospanova, [2]N. Smakova, [3]B. Rysbekkyzy, [2]S. Altynbek, [4]L. Kulbayeva [5]G. Shuytenov**

*[1] L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[2] K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*[3]Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan,*
*[4]Astana IT University, Astana, Kazakhstan,*
*[5]Esil University, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: aizhanshegetaeva@mail.ru*

Network security understandably remains one of the fastest changing areas in the digital world. In addition, with the development of new technologies and the emergence of new cyber attacks, the obsolescence of security methods and technologies occurs at a rapid pace. Nowadays, network and computer security in production environments is becoming increasingly important due to the growing number of cyber attacks and network vulnerabilities. Due to the increase in the number of remotely connected devices, the increase in the volume of data and the complexity of network technologies. Given the large number of vulnerabilities identified each year, automating their prediction is crucial. The objective of this study is to comprehensively analyze network vulnerabilities and attacks using a multi-factor forecasting algorithm. The multi-factor forecasting algorithm improves the accuracy of attack forecasting by taking into account parameters such as network failure rate, network traffic activity and threat response time. The study included a literature review of articles published in Scopus and Web of Science, data collection from various sources, their normalization and analysis using machine learning methods such as neural networks, logistic regression and random forests. The practical value of the study is that the developed algorithm can be used to create systems for monitoring network vulnerabilities and assessing the effectiveness of operation in real time. This significantly improves the protection of corporate and government networks, reduces damage from cyberattacks and improves overall cybersecurity.

**Keywords:** multivariate forecasting, machine learning, neural networks, network vulnerabilities, exploits

**Кіріспе.** Соңғы жылдары кибершабуылдар мен желінің осалдығы күрделі жаһандық проблемаға айналды. Қосылған құрылғылардың санының өсуі, деректер көлемінің өсуі және желілік технологиялардың күрделілігі бұл мәселені айқын көрсетеді. Көптеген компаниялар мен ұйымдар қашықтан жұмыс істейтіндіктен, қылмыскерлердің жаңа мүмкіндіктері бар. Мысалы, фи-

шинг, DNS жазбаларын ұрлау, DDoS шабуылдары және құпия сөзді бұзу сияқты қауіптер бүгінгі күні өте өзекті. Сонымен қатар, бағдарламалық қамтамасыз ету қателері, желілік хаттаманың осалдықтары және маңызды жүйелердегі қауіпсіздік мәселелері мен интернеттегі пайдаланушылардың абайсыз әрекеті желінің осалдықтары айтарлықтай қауіп төндіреді.

Кибершабуылдармен күресу әдістері, олардың өсуіне қарамастан айтарлықтай өзгерді. Автоматтандырылған шешімдерді және көп факторлы болжау алгоритмдерін пайдалану желінің осалдықтар мен шабуылдардың алдын алудың маңызды шаралары болып есептелінеді [1]. Интрузияны анықтау жүйелері (IDS), желіаралық қалқандар және антивирустық бағдарламалық қамтамасыз ету көп деңгейлі қорғаныстың негізін құрайды. Бұл шаралар деректерге рұқсатсыз қол жеткізуді болдырмайды, сонымен қатар фишинг және DDoS сияқты шабуылдардан болатын зиянды азайтады [2].

Брандмауэр және шабуылды анықтау жүйелері (IDS) сияқты киберқауіпсіздік жүйелері заманауи шабуылдардың алдын алу үшін жеткілікті тиімді емес. Мысалы, эксплойттар қазір күрделі «камуфляж» әдістерін жиі пайдаланады, бұл анықтау мен бейтараптандыруды қиындатады. Нәтижесінде, қазіргі заманғы машиналық оқыту әдістерін қолданатын және бірнеше факторларды ескеретін кибершабуылдарды болжау және алдын алудың жаңа, дәлірек әдістерін жасау қажеттілігі туындады.

Зерттеудің мақсаты – көп факторлы болжау алгоритмін желінің осалдықтары мен эксплойттарына бейімдеу. Бұл кибершабуылдарды жақсы түсіну және алдын алу, сондай-ақ олар келтіруі мүмкін зияндардан қорғау және азайту стратегияларын әзірлеу үшін қажет. Зерттеудің негізгі міндеттері: 1) жүйелердің осалдығына әсер ететін негізгі факторларды және олардың эксплуатацияларын анықтау; 2) Желілік трафик, шабуыл жиілігі және қауіптерге жауап беру уақыты туралы деректер негізінде көп факторлы шабуылды болжау алгоритмін құру; және 3) желілік трафик деректеріне негізделген алгоритмді әзірлеу.

**Материалдар мен әдістер.** Заманауи осалдықты бағалау әдістері киберқауіпсіздік тәуекелдерін талдау және басқару үшін әртүрлі әдістер мен алгоритмдерді қолдайды. Графикалық шабуылдарды желілер мен жүйелердегі ықтимал шабуыл жолдарын модельдеу үшін пайдалануға болады. Карталар әлсіз жақтарды анықтауға және шабуылдарды болжауға көмектеседі. Мысалы, графикалық өндіру әдістері IoT желілеріндегі осалдықтарды бағалау үшін Марковтың шешім қабылдау процестері және машиналық оқыту алгоритмдері сияқты модельдерді пайдаланады [3].

Қауіпсіздік мәселелері архитектурада, жобалауда, кодта немесе бағдарламалық қамтамасыз етуді енгізуде пайда болады, жалпы қауіпсіздік ақауларының ресми тізілімі немесе сөздігі бар. Бұл тізім бағдарламалық қамтамасыз етудің қауіпсіздік ақауларын сипаттайтын, сондай-ақ осы ақауларды тануға, жоюға және болдырмауға арналған әмбебап ресми тіл ретінде әрекет етеді. CWE кибершабуылдар тізімі мен осалдықтар деректер қорына NDV, CVE, VulnDB, X-Force және т.б. қоса, осалдықтарды жіктеу мен бағалаудың әртүрлі жүйелері NIPC, SANC, nCirle, CVSS кеңінен қолданылады.

CVSS (Жалпы осалдықты бағалау жүйесі) – осалдықтарды пайдалану ықтималдығы мен желіге әсер ету негізінде бағалаудың жалпы қабылданған классификациясы. Соңғы зерттеулер әрбір инфрақұрылымның сипаттамаларын ескере отырып, нақты желілік орталарда тәуекелді дәлірек бағалау үшін жетілдірілген алгоритмдерді қолдануды көрсетеді [4].

Осалдықтар – жүйенің әлсіз жері, шабуылдаушылар оның қауіпсіздігі мен тұтастығын бұзу үшін пайдалана алады. Осалдықты талдау жүйелердегі ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды құралы болып табылады. Ол рұқсат етілмеген қол жеткізу, ақпаратты өзгерту немесе жою үшін шабуылдаушылар пайдаланатын деректер қауіпсіздігін бұзудың ықтимал осалдықтары мен тәуекелдерін анықтауға мүмкіндік береді [5].

Бұл құнды деректер мен активтердің тікелей ағып кетуі (әртүрлі ішкі жүйелерді басқаруға қашықтан қол жеткізу, шоттарды бұзу), соның

ішінде бизнес-процестердің үзілуі, компанияның жұмысын тоқтату (қажет етпейтін шабуылдар) түріндегі елеулі қаржылық шығындар болуы мүмкін. желіге ену де жиі кездеседі (DoS, DDoS). Сондай-ақ, компанияның беделі мен тұтынушылардың сеніміне нұқсан келтіретін бопсалау немесе жариялаумен жалғасатын корпоративтік және құпия ақпараттың (деректер базасын бұзу) шығуы экономикалық шығындарға әкеледі. Жаңа желілік және бұлттық технологиялар, корпоративтік желілердің әртүрлі деңгейлеріндегі инфрақұрылым сөзсіз дерлік белгілі бір осалдықтарға ие, олардың көпшілігін жойылғанға дейін жеке хакерлер немесе тұтас топтар әдейі пайдаланады [6].

Эксплойттар SQL инъекциясы, буфердің толып кетуі, қол жеткізуді басқару осалдықтары және сайтаралық сценарийлер (XSS) осалдықтары сияқты осалдықтардың әртүрлі түрлеріне қарай жіктеледі. Эксплойттар прокси серверлер және қауіпсіздік механизмдерін айналып өту сияқты күрделі әдістерін пайдаланады, бұл шабуылды анықтау мен ізді қалпына келтіруді қиындатады.

**Нәтижелер мен талқылау.** Болжаудың дәлдігі қазіргі заманғы машиналық оқыту әдістері мен тарихи деректерді пайдалану арқылы артады. Бұл жүйелерді тиімдірек қорғауға және шабуылдардың алдын алуға көмектеседі.

Киберқауіпсіздікте көп факторлы болжау алгоритмі қауіпті болжау мен тәуекелдерді басқарудың қуатты құралы болып табылады. Болжаудың дәлдігі қазіргі заманғы машиналық оқыту әдістері мен тарихи деректерді пайдалану арқылы артады. Бұл жүйелерді тиімдірек қорғауға және шабуылдардың алдын алуға көмектеседі. Көп факторлы болжау алгоритмін құрудың блок-схемасы 1-суретте көрсетілген. Бұл қадамдар деректерді жинауды, деректерді тазалауды және нормалауды, корреляциялық талдауды және факторларды таңдауды, модельді және алгоритмді таңдауды, оқыту мен тестілеуді, болжау және қорытынды жасауды қамтиды.

**1 - сурет. Көп факторлы болжауды дамытудың блок-схемасы**

Көп факторлы болжау алгоритмін жасау математикалық әдістерді қолдануды және деректерді дұрыс бөлуді талап етеді, толығырақ процесс төменде берілген. Ол деректерді тазалау және қалыпқа келтіру формулаларын, корреляциялық талдауды және үлгілерді оқыту мен сынау әдістерін қамтиды.

*1 . Дереккөздерден мәліметтер жинау*

Кез келген болжау алгоритмінің негізі - деректер болып табылады. Бұл оқиғалар журналдары, кибершабуылдар мен шабуылдарды анықтау жүйесінің (IDS) дереккорлары және сыртқы осалдық репозиторийлері сияқты әртүрлі көздерден алынуы мүмкін. EXPLOIT - DB (https://www.exploit-db.com/). Зерттеу үшін Exploit-DB дереккорынан алынған 500 желінің осал тұстары мен қатысты эксплойттар үлгісі құрастырылды. Үлгі буфердің толып кетуі, веббағдарламаның осалдықтары (SQL инъекциясы,

XSS), аутентификация және артықшылық қателері, сондай-ақ желі құрылғысы мен қызмет конфигурацияларындағы әртүрлі типтегі осалдықтарды қамтиды. Әрбір эксплуатация бірнеше критерийлер негізінде бағаланады, соның ішінде пайдалану қиындығы, сәттілік ықтималдығы және ықтимал зиян. Деректерді келесі критерийлер бойынша таңдалды, олардың келесі айнымалылары бар: $X_1$– осалдықтардың жиілігі (белгілі бір кезеңде жүйеде анықталған осалдықтардың саны); $X_2$– желілік трафик белсенділігі (кіріс және шығыс деректер пакеттерінің көлемі); $X_3$– шабуыл жиілігі (желіге жазылған шабуылдар саны); $X_4$– қауіптерге жауап беру уақыты (қауіптерді анықтау және жоюдың орташа уақыты); $X_5$ – осалдықтардың түрі (CVSS стандартына сәйкес осалдықтардың жіктелуі).

*2. Деректерді тазалау және қалыпқа келтіру*

Деректерді тазалау көшірмелерді жоюды, жетіспейтін мәндерді жоюды және қателерді түзетуді қамтиды. Аномалияларды жою және деректерді қалыпқа келтіру үшін келесі әдістер қолданылады.

Аномалияларды жою формуласы

$$X_{new} = \frac{X - \mu}{\sigma} \qquad (1)$$

мұндағы $X$ - айнымалының бастапқы мәні, $\mu$ - орташа мәні $\sigma$ және стандартты ауытқуы. (1) формула шектен шығуды жоюға көмектеседі және қалыпты таралуға әкеледі.

Нормалау:

$$X_{norm} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \qquad (2)$$

мұндағы $X_{\min}$ және $X_{\max}$ әрбір айнымалы үшін ең төменгі және ең үлкен мәндер. Бұл процесс деректерді 0-ден 1-ге дейінгі диапазонға қалыпқа келтіріп, машиналық оқыту үлгілерінің жұмысын жеңілдетеді.

*3. Корреляциялық талдау және факторларды таңдау*

Корреляциялық талдау әртүрлі айнымалылар мен мақсатты айнымалылар арасындағы байланысты анықтауға көмектеседі (мысалы, шабуылдың ықтималдығы). Корреляцияны өлшеудің бір жолы Пирсон коэффициентін қолдану болып табылады:

Пирсон корреляция коэффициентінің формуласы

$$r_{xy} = \frac{\sum (X - \overline{X})(Y - \overline{Y})}{\sqrt{\sum (X - \overline{X})^2 \sum (Y - \overline{Y})^2}} \qquad (3)$$

мұндағы $Y$ тәуелсіз және $X$ тәуелді айнымалылар, $\overline{X}$ және $\overline{Y}$ олардың орташа мәндері.

Бұл коэффициент факторлар мен нәтиже арасындағы сызықтық байланыстың дәрежесін көрсетеді.

*4. Алгоритм мен модельді таңдау*

Киберқауіпсіздікте көп факторлы болжау үшін әртүрлі алгоритмдерді қолдануға болады, олардың арасында:

4.1 *Логистикалық регрессия* оқиғаның ықтималдығы болжанатын екілік жіктеу үшін қолданылады (мысалы, шабуыл/шабуылсыз):

$$P(Y = 1|X) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \qquad (4)$$

мұндағы $z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_n X_n$, а $\beta_0, \beta_1, ... \beta_n$- үлгілік оқыту нәтижесінде алынған коэффициенттер.

$P(Y = 1|X)$– оқиғаның орын алу ықтималдығы (мысалы, шабуылдың ықтималдығы).

$X_1, X_2, ..., X_n$– тәуелсіз айнымалылар (факторлар).

$\beta_0, \beta_1, ..., \beta_n$– оқытылатын модельдің параметрлері.

$e$ – көрсеткіш.

4.2 *Шешім ағаштары (Decision Trees)*

Шешім ағаштары шешімдер қабылданатын шарттар (тармақтар) тізбегін құрайды. Тармақ айнымалылардағы шарттарды білдіреді, ал жапырақтарда сынып белгілері бар (мысалы, шабуыл). Алгоритм деректерді энтропия немесе Дженни индексі сияқты критерий негізінде бөледі.

Энтропия:

$$H(p) = -\sum_{i=1}^{C} p_i \log_2(p_i) \quad (5)$$

мұндағы $p_i$ сыныпқа жататын объектілердің үлесі, $i$ және $C$ сыныптар саны.

Джини индексі:

$$G(p) = 1 - \sum_{i=1}^{C} p_i^2 \quad (6)$$

Алгоритм бөлу үшін ең тиімді сипатты таңдау үшін осы көрсеткіштердің бірін азайтуға тырысады.

4.3 *Кездейсоқ орман (Random Forest).*

Кездейсоқ орман - дәлдікті жақсарту және артық орнатуды болдырмау үшін бірнеше шешім ағаштарын біріктіретін ансамбль әдісі. Алгоритм деректердің әртүрлі жиынтықтары бойынша көптеген шешім ағаштарын құрастырады және дауыс беру арқылы соңғы шешімді шығарады:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T} P_t(Y = 1) \quad (7)$$

мұндағы $T$ ағаштар саны, $P_t(Y = 1)$ сынып үшін ағаштың $Y = 1$ болжаған ықтималдығы $t$.

4.4 *Нейрондық желілер (Neural Networks).*

Нейрондық желілер қабаттарға біріктірілген есептеу түйіндерін (нейрондарды) көрсету арқылы мидың жұмысын модельдейді. Ең көп тараған түрі – көпқабатты перцептрондар (MLP).

Бір нейронның формуласы:

$$a_j = \sigma\left(\sum_{i=1}^{n} w_{ji} x_i + b_j\right) \quad (8)$$

мұндағы $a_j$ – нейронның шығысы, $w_{ji}$ – $i$ кіріс пен $j$ нейрон арасындағы байланыстың салмағы, $x_i$ – кіріс деректері, $b_j$ – ығысу, $\sigma$ – белсендіру функциясы (мысалы, сигма тәрізді немесе ReLU).

Сигмоидты белсендіру функциясы:

$$\sigma(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (9)$$

ReLU (түзетілген сызықтық бірлік)

$$\sigma(z) = \max(0, z) \quad (10)$$

Нейрондық желілер қателіктердің таралуына кері әсер ететін логистикалық жоғалтуды минимизациялайды (мысалы, орташа квадраттық қателіктер).

Бұл алгоритмдер көбінесе шабуыл және осалдықты болжау сияқты киберқауіпсіздік тапсырмалар үшін пайдаланылады.

*5. Оқыту және тестілеу*

Деректер оқу және сынақ үлгілеріне бөлінуі, әдеттегі деректер 70/30 қатынасын құрайды, мұнда 70% оқыту үшін және 30% тестілеу үшін пайдаланылады. Бұл модельге деректердің бір бөлігінен «үйренуге» және шамадан тыс өзін жаңа ақпаратта сынауға мүмкіндік береді.

Модельді үйрету үшін бинарлық есептеулер үшін логистикалық жоғалту функциясы пайдаланылады:

$$L = \frac{-1}{N} \sum_{i=1}^{N} \left[ y_i \log\left(\hat{y}_i\right) + (1 - y_i) \log(1 - \hat{y}_i) \right]$$

мұндағы $y_i$ ақиқат мән, $\hat{y}_i$ болжамды мән және $N$ бақылаулар саны.

Дәлдік, толықтық және F1 өлшемі, классификация моделінің өнімділігін бағалауға арналған негізгі көрсеткіштер болып табылады, әсіресе шабуылдар мен осалдықтарды дұрыс анықтау келесі формулалар арқылы есептеледі:

Дәлдік (Precision):

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (11)$$

мұндағы $TP$ (True Positive) - дұрыс болжанған оң мысалдар саны (мысалы, анықталған шабуылдар); $FP$ (False Positives) – модель теріс мысалды оң деп қате жіктеген кездегі жалған оң мәндердің саны (мысалы, «жалған дабыл»).

Толықтық (Accuracy):

$$Accuracy = \frac{TP}{TP + FN}$$

мұндағы $FN$ (False Negatives) – модель оң мысалды анықтай алмаған мысалдар саны (мысалы, өткізіп алған шабуылдар саны).

F1-өлшем (F1-балл):

$$F1 - score = 2\frac{Precision \times Accuracy}{Precision + Accuracy} \quad (12)$$

Жоғарыдағы (12)-ші формулада F1-өлшемі дәлдік пен толықтық арасындағы гармоникалық орташа мән болып табылады, ол модельді неғұрлым теңгерімді бағалау үшін қолданылады, әсіресе жалған позитивтерді де, өткізіп алған шабуылдарды да есепке алу маңызды.

*6. Болжау және қорытындылар*

Модель оқытылып, тексерілгеннен кейін, оны болжау үшін пайдалануға болады. Болжау кіріс ретінде қабылдайтын және оқиғалардың ықтималдығын шығаратын болжау функциясына негізделген маңызды фактор.

500 желі осалдықтарының үлгісі мен Exploit-DB дерекқорынан эксплойттардың тиімділігін $X_1$- $X_5$ көрсеткіштерге сәйкес сипаттау үшін 1 - кестені әрбір индикатор үшін максималды, ең төменгі және орташа мәндермен ұсынылды.

**1 - кесте. Зерттелетін көрсеткіштердің максималды, ең төменгі және орташа мәндері**

| Көрсеткіш | Өлшем бірліктері | Максималды мән | Ең төменгі мән | Орташа мән ($\eta$) |
|---|---|---|---|---|
| $X_1$ | тәулігіне жазбалар саны (бірлік/күн) | 200 | 1 | 50 |
| $X_2$ | желілік трафик көлемі (ГБ/күн) | 800 | 10 | 250 |
| $X_3$ | күніне шабуылдар саны (бірлік/күн) | 500 | 20 | 150 |
| $X_4$ | қауіптерге жауап беру уақыты (минут) | 600 | 5 | 180 |
| $X_5$ | CVSS осалдық көрсеткіші (баллдар) | 10 | 3 | 6.5 |

**2 - кесте. Деректерді тазалау (аномалияларды жою)**

| Көрсеткіш | Орташа ($\eta$) | Стандартты ауытқу ($\sigma$) | $X_{new}$ (аномалияларды жойғаннан кейін) |
|---|---|---|---|
| $X_1$ | 50 | 70 | ($X$-50) / 70 |
| $X_2$ | 250 | 200 | ($X$-250) / 200 |
| $X_3$ | 150 | 120 | ($X$-150) / 120 |
| $X_4$ | 180 | 160 | ($X$-180) / 160 |
| $X_5$ | 6.5 | 2 | ($X$-6,5) / 2 |

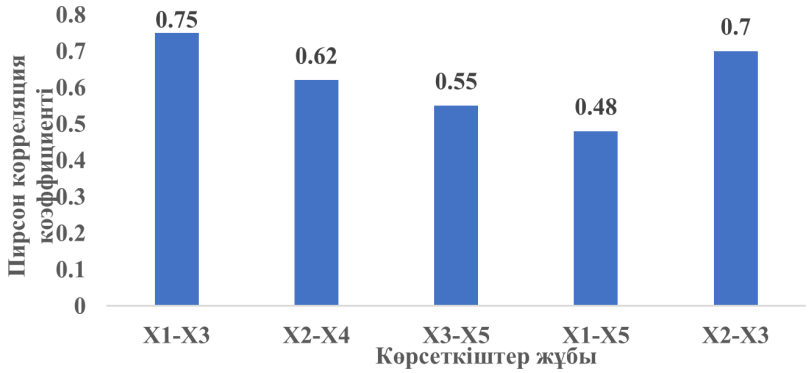
**2 - сурет. 1 тәулікте болатын осалдықтар мен шабуылдардың максималды және минималды көрсеткіштері**

1-ші кесте жаңа өлшем бірліктерін ескере отырып, осалдықтардың пайда болу жиілігін, шабуылдар жиілігін және қауіптерге жауап беру уақытын түсіндірудегі өзгерістерді көрсетеді (2 сурет). 2-ші кесте деректерді тазалау (аномалияларды жою) мысалын көрсетеді.

Деректерді қалыпқа келтіру үшін (2) формула пайдаланылды. Деректерді қалыпқа келтіру нәтижелері 3-ші кестеде көрсетіледі.

**3 - кесте. Деректерді қалыпқа келтіру**

| Көрсеткіш | Ең аз ($X_{min}$) | Максимум($X_{max}$) | Шамамен нормаланған мән ($X_{norm}$) |
|---|---|---|---|
| $X_1$ | 1 | 200 | ($X$-1) / (200-1) |
| $X_2$ | 10 | 800 | ($X$-10) / (800-10) |
| $X_3$ | 20 | 500 | ($X$-20) / (500-20) |
| $X_4$ | 5 | 600 | ($X$-5) / (600-5) |
| $X_5$ | 3 | 10 | ($X$-3) / (10-3) |




**3 - сурет. Пирсон корреляция коэффициенттері**

$X_1$-$X_5$ көрсеткіштер және мақсатты айнымалылар арасындағы корреляцияны талдау жүргізу үшін талдау Пирсон корреляция коэффициенті (3) формуласы пайдаланылды. Корреляциялық

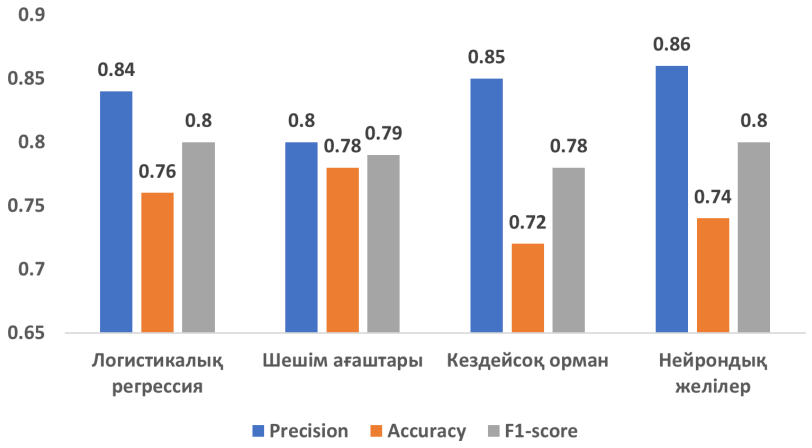
талдаудың нәтижелері 3-ші суретте көрсетіледі.

Ең жоғары оң корреляция ($r_{xy} = 0.75$) – $X_1$ (осалдықтардың пайда болу жиілігі) және $X_3$ (шабуылдар жиілігі) арасында байқалады, бұл осалдықтар саны мен шабуылдар саны арасындағы өзара байланысты көрсетеді.

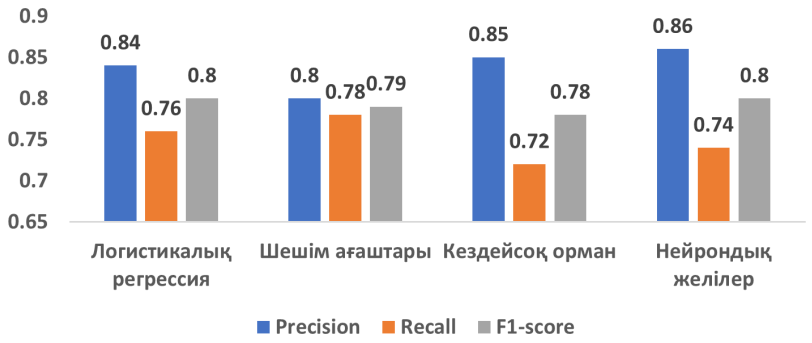
Орташа корреляция ($r_{xy} = 0.62$) – $X_2$ (желі трафик белсенділігі) және $X_4$ (қауіпке жауап беру уақыты) арасындағы трафик көлемі мен қауіпке жауап беру уақыты арасындағы тәуелділікті көрсете алады.

Төмендеген корреляция $r_{xy} = 0.55 - 0.48$ – $X_3$ (күніне шабуылдар саны) және $X_5$ (CVSS бойынша осалдықты бағалау) көрсеткіштері арасында және $X_1$ (осалдықтардың жиілігі) және $X_5$ (CVSS бойынша осалдық көрсеткіші) индикаторлар арасында төмендеген корреляция бар екенін де атап өтуге болады. $X_2$ (желінің трафик белсенділігі) және $X_3$ (шабуыл жиілігі) арасындағы корреляция коэффициенті $r_{xy} = 0.70$ жеткілікті жоғары екенін белгілеп, айта кеткен жөн. Бұл нәтижелер көп факторлы болжау үшін негізгі факторларды таңдауға мүмкіндік береді.

3 және 4-суреттер шабуылдың ықтималдығын болжау үшін төрт машиналық оқыту алгоритмін пайдалану нәтижелерін көрсетеді. Дәлдік (Precision), толықтық (Accuracy) және F1-өлшемі (F1-балл) көрсеткіштері оқыту және сынақ үлгілері үшін есептелінді.




**4-сурет. Зерттеу үлгісінде алгоритмдерін қолдану нәтижелері**




**5 - сурет. Сынақ үлгісінде алгоритмдерді қолдану нәтижелері**

4 суретте көрсетілген деректерді талдау арқылы, Логистикалық регрессия 0,85 дәлдігін көрсетеді, яғни болжанған шабуылдардың 85% ақиқат мәнінде шабуылдар болды. Толықтығы 0,78 деңгейінде барлық нақты шабуылдардың 78% дұрыс болжағанын көрсетеді. F1-өлшемі 0,81 деңгейі

дәлдік пен толықтық арасындағы жақсы теңгерімді көрсетеді.

Шешім ағаштары дәлдігі 0,82 және толықтық 0,80 сәл теңдестірілген нәтижелерді көрсетеді, бұл 0,81 F1-өлшемінде де көрінеді. Бұл модель шабуылдарды болжау міндетін тиімді екенін білдіреді.

Кездейсоқ орман барлық алгоритмдер арасында ең жоғары 0,88 дәлдікті көрсетті, бұл дұрыс болжамдардың жоғары деңгейін көрсетеді. Алайда, толықтығы 0,74 болды, бұл модель шабуылдарды шамамен 26% өткізіп алғанын көрсетеді. F1-өлшемі 0,80-ге тең, жоғары дәлдікке қарамастан, дәлдік пен толықтық арасындағы тепе-теңдік идеалды емес екенін көрсетеді.

Нейрондық желілер 0,87 дәлдігін көрсетеді, бұл кездейсоқ орман нәтижелеріне жуық, ал еске түсіру 0,76. Бұл нейрондық желілер барлық шабуылдардың 76% дұрыс анықтағанын білдіреді және F1-өлшемі 0,81-ге тең дәлдік пен толықтық арасындағы теңгерімді көрсетеді.

5 суретінде көрсеткендей, Сынақ үлгісінде алгоритмдерді қолдану нәтижелері бойынша Логистикалық регрессия 0,84 дәлдікпен 0,76 толықтық берді, бұл Оқыту үлгісінің нәтижесінен сәл төмен, бірақ F1-өлшемі 0,80 модель жаңа деректерге шабуылдарды болжауда әлі де тиімді.

Сынақ үлгісінде Шешім ағаштары 0,80 дәлдігін және 0,78 толықтықты көрсетті, бұл олардың оқыту үлгісінің нәтижелеріне ұқсас. F1 өлшемі 0,79 мәнді алгоритмнің әртүрлі деректер жиындарында тұрақты орындалатынын растайды, бұл жеткілікті теңдестірілген нәтижелер береді.

Кездейсоқ орман 0,85 дәлдікті көрсетеді, бұл жаттығу жиынындағы нәтижеден небәрі 0,03 төмен. Дегенмен, толықтық 0,72-ге дейін төмендейді, бұл модельдің шабуылдарды анықтау сезімталдығының төмендеуін көрсетеді. F1-өлшемі 0,78-ге тең жаңа деректермен жұмыс істеу кезінде модельдің жалпы балансының төмендеуін көрсетеді.

Нейрондық желілер сынақ үлгісінде 0,86 дәлдікпен тұрақтылықты көрсетті, бұл олардың жаңа деректерге шабуылдарды болжаудың жоғары қабілетін растайды. Толықтығы 0,74-ке дейін төмендеді, бірақ F1-өлшемі 0,80-ге тең, модель әлі де болжамдылықтың жоғары деңгейін және дәлдік пен толықтық арасындағы тепе-теңдікті сақтайтынын растайды.

4 және 5 суреттегі салыстырулар нәтижелерінен, нейрондық желілер шабуылды болжаудың жоғары дәлдігін және теңдестірілген F1-өлшемдерін көрсете отырып, екі үлгіде де ең жақсы нәтижелерді көрсетеді деп қорытынды жасауға болады. Кездейсоқ орман оқыту үлгісінде ең жоғары дәлдікті көрсетті, бірақ оның сынақ үлгісіндегі деректерді жалпылау қабілеті нейрондық желілерге қарағанда төмен болды. Логистикалық регрессия және шешім ағаштары нейрондық желілерге қарағанда тұрақтырақ, бірақ дәлірек нәтижелерді береді.

Машиналық оқытуды пайдаланатын көп факторлы болжау алгоритмі желінің осал тұстарын бағалауда жоғары дәлдікті көрсетті. Бұл осалдықтардың жиілігі, желілік трафик белсенділігі, қауіптерге жауап беру уақыты және басқа да факторлар сияқты әртүрлі параметрлерді ескеру мүмкіндігіне байланысты. Бұл айнымалылар арасындағы күрделі қатынастарды жиі есепке алмайтын дәстүрлі бір факторлы әдістерден оның артықшылығын растайды [7].

Зерттеулер көрсеткендей, осалдықтардың жоғары жиілігі (мысалы, тәулігіне осалдықтардың $X_1$ саны) жүйелерге жасалған шабуылдардың жиілігімен сәйкес келеді. Сонымен қатар, біздің нәтижелеріміз сәтті шабуылдардың осал желілерді, әсіресе желілік белсенділік жағдайында көбірек нысанаға алатынын көрсетті. Басқа авторлар инфрақұрылымға шабуылдардың жиілігі мен желілік трафик белсенділігі арасындағы байланысты көрсетті, бұл нәтижелерді растайды [8].

Нейрондық желілер және шешім ағаштары сияқты заманауи машиналық оқыту әдістерін пайдалану арқылы көп факторлы болжамды модельдер ықтимал қауіптерді дәлірек анықтай алады. Бұл алгоритмдер үлкен көлемдегі деректерді өңдей алады және дәстүрлі талдау әдістері анықтай алмайтын жасырын үлгілерді таба алады [9].

Көп факторлы болжау алгоритмінің үлкен

артықшылығы, оның жоғары дәлдігі және әртүрлі желі жағдайларына бейімделу мүмкіндігі болып табылады. Дегенмен, оның кемшіліктері бар, оларды одан әрі оңтайландыру үшін ескеру қажет.

Шабуыл жиілігі мен осалдықтар сияқты әртүрлі факторлар қосылғанда, әсіресе нейрондық желілер мен кездейсоқ ормандарды пайдаланғанда, болжау дәлдігі айтарлықтай артады. Біздің экспериментіміз модель болашақ қауіптерді дәл болжай алатынын көрсетті, өйткені сынақ деректері F1-өлшемін 0,80 көрсетті. Алгоритм бірнеше түрлі желілік инфрақұрылымдар мен кибер орталарда жұмыс істейді. Мысалы, бірнеше зерттеулер оның шағын желілерді де, кәсіпорын инфрақұрылымдарын да сәтті модельдейтінін көрсетті. Кибершабуылдарды болжаудағы тиімділігін растай отырып, нейрондық желілер дәлдікте де, F1-өлшемінде де ең жақсы нәтиже көрсетті. Нейрондық желілер күрделі желілік деректерді талдау кезінде жоғары дәлдік көрсетті, бұл осы нәтижелерді растайды [10].

Көп факторлы модельдерді, әсіресе нейрондық желілерге негізделген модельдерді пайдалану үлкен есептеу ресурстарын қажет етеді, бұл оларды нақты уақытта пайдалануды қиындатады. Олардың қаншалықты дәл екендігіне қарамастан, кездейсоқ орман және шешім ағаштары сияқты машиналық оқыту үлгілері, әсіресе шағын деректермен жұмыс істегенде, шамадан тыс орнатуға бейім. Бұл олардың жаттығу деректерінде анықталмаған жаңа шабуылдарды дәл болжау қабілетін төмендетуі мүмкін [11].

**Қорытынды.** Бұл зерттеудің мақсаты көп факторлы болжау алгоритмі арқылы желінің осалдықтары мен эксплуатацияларының өнімділігін бағалау болды. Осы мақсатқа жету үшін желі белсенділігінің әртүрлі параметрлерін, шабуылдардың жиілігін және қауіпке реакция уақытын ескере отырып, болашақ кибершабуылдарды дәлірек болжауға мүмкіндік беретін алгоритм әзірленді және қолданылды [12].

Зерттеуге арналған деректер оқиғалар журналдары және осалдық дерекқорлары сияқты әртүрлі көздерден жиналды. Деректерді қалыпқа келтіру және тазалаудан кейін логистикалық регрессия, нейрондық желілер, кездейсоқ ормандар және шешім ағаштары сияқты машиналық оқыту әдістері қолданылды. Осалдықтардың түрі, трафик белсенділігі және осалдықтардың жиілігі осы алгоритмдер шабуылдардың ықтималдығын болжау үшін пайдаланатын факторлар болды.

Негізгі зерттеу нәтижелері нейрондық желілер шабуылдарды болжауда тамаша екенін көрсетті. Нейрондық желілер шабуылдарды дәл болжау және сынақ жиынындағы жалған позитивтердің санын азайту қабілетін дәлелдеді, дәлдік 86% және F1-өлшемі 0,80. Екінші жағынан, шешім ағаштары 80% дәлдік пен F1-өлшемі 0,79, ал кездейсоқ ормандар 85% және F1- өлшемі 0,78 дәлдік көрсетті . Бұл осалдықтардың жиілігі мен шабуылдардың жиілігі бір-бірімен тығыз байланысты екенін көрсетті және олардың арасындағы ең жоғары корреляция r = 0,75 болды.

Алынған нәтижелер деректердің ағып кетуін және басқа кибершабуылдарды болдырмау үшін шабуылдарды дәл болжау қажет болатын корпоративтік және мемлекеттік желілерді қорғау саласында қолданылуы мүмкін. Алгоритмді нақты уақыт режимінде желі белсенділігін бақылау жүйелерін құру үшін пайдалануға болады, бұл қауіптерге жауап беру уақытын қысқартуға және инфрақұрылымның жалпы қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

## Әдебиеттер

1. Сасенов А.Б. Прогнозирование развития криминальной ситуации в Республике Казахстан: монография/КариповаА.Т. Касимова М.О., Абулгазина А.Ж., Казбекова А.Б., Тулеуов Б.И., Сыздыков А.Ж., Муканов Д.Ж. Под общей редакцией Ахметзакирова Н.Р. - Астана: Академия правоохранительных органов при Генеральной прокуратуре Республики Казахстан, 2017.- 172 с. ISBN 978-601-06-4184-6

2. Falkevych, V., Lisnyak, A. Internal and External Threats in Cyber Security and Methods for Their

Prevention // In 2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). -2023. -P.414 - 419. DOI 10.1109/ACIT58437.2023.10275516

3. Almazrouei, O., Magalingam , P., Hasan, M., & Shanmugam, M. A Review on Attack Graph Analysis for IoT Vulnerability Assessment: Challenges, Open Issues, and Future Directions // IEEE Access. -2023. -Vol.11. -P. 44350-44376. DOI 10.1109/ACCESS.2023.3272053

4. Wang, W., Shi, F., Zhang, M., Xu, C., & Zheng, J. A Vulnerability Risk Assessment Method Based on Heterogeneous Information Network // IEEE Access. -2020. -Vol. 8. -P.148315–148330. DOI 10.1109/ACCESS.2020.3015551

5. Хромова А.Р., Петросян Л.Э. Анализ уязвимостей в системах безопасности данных // Инженерный вестник Дона. -2023. -№ 6.(102)-С.67-76

6. Оспанова А.Б., Шегетаева А.К., Түсіпханов А. Т., Жалгасбаев А. Б., Кадринов Д. М. Прогнозирование сетевых уязвимостей и эксплойтов // Международная научно-практическая конференции «XVI Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». - Караганда: Изд-во КарТУ им. А.Сагинова, 2024. -Ч.2. -С. 287-289.

7. Carriegos, M., Castañeda, Á., Trobajo , M., & Zaballa , D. On Aggregation and Prediction of Cybersecurity Incident Reports //IEEE Access.-2021.-Vol.9.-P.102636-102648. DOI 10.1109/ACCESS.2021.3097834

8. Demidova, L., & Stepanov, M. Development of Multifactor Forecasting Model based on Fuzzy Time Series // 2021 International Conference on Information Technologies (InfoTech). -2021. DOI 10.1109/InfoTech52438.2021.9548389

9. Injadat, M., Moubayed, A., & Shami, A. Detecting Botnet Attacks in IoT Environments: An Optimized Machine Learning Approach // 2020 32nd International Conference on Microelectronics (ICM). -2020. DOI 10.1109/ICM50269.2020.9331794

10. Pavlov, A. Analysis of Network Interaction of Modern Exploits // Informacionnye Tehnologii. -2022. -Vol. 28(2). DOI 10.17587/it.28.75-80

11. Aota, M., Kanehara, H., Kubo, M., Murata, N., Sun, B., Takahashi, T. Automation of Vulnerability Classification from its Description using Machine Learning //2020 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). -2020. DOI 10.1109/ISCC50000.2020.9219568

12. Шегетаева А.К. Всесторонний обзор многофакторного прогнозирования сетевых уязвимостей // International Scientific Symposium Karabakh and West Azerbaijan: Triumph of Victory. The 26th of October 2024. - P. 553-560. ISBN 978-625-98125-4-0

**References**

1. Sasenov A.B. Prognozirovanie razvitija kriminal’ noj situacii v Respublike Kazahstan: monografija / KaripovaA.T. Kasimova M.O., Abulgazina A.Zh., Kazbekova A.B., Tuleuov B.I., Syzdykov A.Zh., Mukanov D.Zh. Pod obshhej redakciej Ahmetzakirova N.R. - Astana: Akademija pravoohranitel’ nyh organov pri General’ noj prokurature Respubliki Kazahstan, 2017.- 172 s. ISBN 978-601-06-4184-6. [in Russian]

2. Falkevych, V., Lisnyak, A. Internal and External Threats in Cyber Security and Methods for Their Prevention // In 2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). -2023. -P.414 - 419. DOI 10.1109/ACIT58437.2023.10275516

3. Almazrouei, O., Magalingam , P., Hasan, M., & Shanmugam, M. A Review on Attack Graph Analysis for IoT Vulnerability Assessment: Challenges, Open Issues, and Future Directions // IEEE Access. -2023.

-Vol.11. -P. 44350-44376. DOI 10.1109/ACCESS.2023.3272053

4. Wang, W., Shi, F., Zhang, M., Xu, C., & Zheng, J. A Vulnerability Risk Assessment Method Based on Heterogeneous Information Network // IEEE Access. -2020. -Vol. 8. -P.148315–148330. DOI 10.1109/ACCESS.2020.3015551

5. Hromova A.R., Petrosjan L.Je. Analiz ujazvimostej v sistemah bezopasnosti dannyh // Inzhenernyj vestnik Dona. -2023. -№ 6.(102)-C.67-76. [in Russian

6. Ospanova A.B., Shegetaeva A.K., Tүsiphanov A. T., Zhalgasbaev A. B., Kadrinov D. M. Prognozirovanie setevyh ujazvimostej i jeksplojtov // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencii «XVI Saginovskie chtenija. Integracija obrazovanija, nauki i proizvodstva». - Karaganda: Izd-vo KarTU im. A.Saginova, 2024. -Ch.2. -S. 287-289.[in Russian]

7. Carriegos, M., Castañeda, Á., Trobajo , M., & Zaballa , D. On Aggregation and Prediction of Cybersecurity Incident Reports //IEEE Access.-2021.-Vol.9.-P.102636-102648. DOI 10.1109/ACCESS.2021.3097834

8. Demidova, L., & Stepanov, M. Development of Multifactor Forecasting Model based on Fuzzy Time Series // 2021 International Conference on Information Technologies (InfoTech). -2021. DOI 10.1109/InfoTech52438.2021.9548389

9. Injadat, M., Moubayed, A., & Shami, A. Detecting Botnet Attacks in IoT Environments: An Optimized Machine Learning Approach // 2020 32nd International Conference on Microelectronics (ICM). -2020. DOI 10.1109/ICM50269.2020.9331794

10. Pavlov, A. Analysis of Network Interaction of Modern Exploits // Informacionnye Tehnologii. -2022. -Vol. 28(2). DOI 10.17587/it.28.75-80

11. Aota, M., Kanehara, H., Kubo, M., Murata, N., Sun, B., Takahashi, T. Automation of Vulnerability Classification from its Description using Machine Learning //2020 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). -2020.
DOI 10.1109/ISCC50000.2020.9219568

12. Shegetaeva A.K. Vsestoronnij obzor mnogofaktornogo prognozirovanija setevyh ujazvimostej // International Scientific Symposium Karabakh and West Azerbaijan: Triumph of Victory. The 26th of October 2024. - P. 553-560. ISBN 978-625-98125-4-0.[in Russian]

***Авторлар туралы мәліметтер***

Шегетаева А. К. - докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: aizhanshegetaeva@mail.ru;

Оспанова А. Б. - ф. -м.ғ.к., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: o.ademi111@gmail.com;

Смакова Н.С.-PhD, ассоц. профессор, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,, Астана, Қазақстан, e-mail: nuri_5@mail.ru;

Рысбекқызы Б. - PhD, аға оқытушысы, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан, e-mail: Bakhytgulz@mail.ru;

Алтынбек С. А. - PhD, ассоц. профессор, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,, Астана, Қазақстан, e-mail: serik_aa@bk.ru;

Кулбаева Л.Н. - магистр, Astana IT University, Астана, Қазақстан, e-mail: laukakn@mail.ru

Шуйтенов Г.Ж. - доцент кафедры ИСиТ Esil University, Астана, Қазақстан, e-mail: g.shuitenov@mail.ru

***Information about authors***

Shegetayeva A. - doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: aizhanshegetaeva@mail.ru;

Ospanova A. - candidate of physical and mathematical sciences, senior lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, Kazakhstan, e-mail: o.ademi111@gmail.com;

Smakova N. - PhD, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: nuri_5@mail.ru;

Rysbekkyzy B. - PhD, senior lecturer, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: Bakhytgulz@mail.ru;

Altynbek S. - PhD, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: serik_aa@bk.ru;

Кулбаева Л. - магистр, Astana IT University, Astana, Kazakhstan, e-mail: laukakn@mail.ru

Shuytenov G. - associate professor of the department of 'Information Systems and Technologies' at Esil University, Astana, Kazakhstan, e-mail: g.shuitenov@mail.ru

IRSTI 28.23.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-728**

# OPTIMIZING PROJECT DEVELOPMENT RISKS AND MARKET VOLATILITY USING DEEP LEARNING METHODS

**A. Bolatova, U. Kylyshbek, A. Baktygaliyev, A. Kartbayev**

*Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan*

*Correspondent-author: a.kartbaev@kbtu.kz*

This study addresses computer modeling challenges by focusing on the risks in IT projects, with particular emphasis on managing investment processes under conditions of uncertainty and incomplete information. The growing number of IT projects in recent years has brought new challenges to assessing and managing associated risks. As technology advances and IT initiatives expand in scale, uncertainties in investment processes have intensified, requiring more sophisticated evaluation methods. The study introduces a RIC methodology for calculating the risk function of investment projects, incorporating fluctuations in projected cash flows. Investment project development is often characterized by uncertainty and a lack of robust statistical data, necessitating advanced analytical approaches for sound decision-making. This research applies modern scientific techniques, including machine learning and convolutional neural networks, to develop an algorithm for risk assessment in investment projects. The proposed algorithm provides practical recommendations to improve the evaluation and management of investment-related risks. The findings of this study offer valuable tools for planning and risk analysis, making them applicable to various stakeholders engaged in investment activities.

**Keywords:** investment risk, IT projects, fuzzy fields, information uncertainty, Big Data, CNN models, machine learning.

# ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ЖОБАЛАРДЫ ДАМЫТУ ТӘУЕКЕЛДЕРІН ЖӘНЕ НАРЫҚТЫҢ ҚҰБЫЛМАЛЫЛЫҒЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

**А. Болатова, У. Кылышбек, А. Бақтығалиев, А.Картбаев**

*Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*e-mail: a.kartbaev@kbtu.kz*

Бұл зерттеу компьютерлік модельдеу мәселелерін шешуге арналған, әсіресе ақпараттық технологиялар (АТ) жобаларындағы тәуекелдерге, сондай-ақ белгісіздік және толық емес ақпарат жағдайында инвестициялық процестерді басқаруға ерекше назар аударады. Соңғы жылдары АТ жобаларының санының өсуі тәуекелдерді бағалау және басқару бойынша жаңа қиындықтарды тудырды. Технологиялар дамып, АТ бастамаларының ауқымы кеңейген сайын, инвестициялық процестердегі белгісіздіктер күшейіп, неғұрлым күрделі бағалау әдістерін қажет етеді. Зерттеуде инвестициялық жобалардың тәуекел функциясын есептеуге арналған RIC әдістемесі ұсынылған, ол болжанған ақша ағындарының ауытқуларын ескереді. Инвестициялық жобаларды әзірлеу жиі белгісіздікпен және сенімді статистикалық деректердің жетіспеушілігімен сипатталады, бұл негізделген шешімдер қабылдау үшін заманауи аналитикалық тәсілдерді қолдануды талап етеді. Бұл зерттеуде инвестициялық жобалардың тәуекелдерін бағалау алгоритмін әзірлеу үшін машиналық оқыту және конволюциялық нейрондық желілер сияқты заманауи ғылыми әдістер қолданылады. Ұсынылған алгоритм инвестициялық тәуекелдерді бағалау және басқаруды жақсарту бойынша практикалық ұсыныстар береді. Зерттеу нәтижелері жоспарлау және тәуекелдерді талдау үшін құнды құралдарды ұсынады және инвестициялық қызметке қатысатын түрлі мүдделі тараптарға қолданыла алады.

**Түйін сөздер:** инвестициялық тәуекел, АТ жобалары, анық емес өрістер, ақпараттық белгісіздік, үлкен деректер, CNN үлгілері, машиналық оқыту.

# ОПТИМИЗАЦИЯ РИСКОВ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА И ВОЛАТИЛЬНОСТИ РЫНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

**А. Болатова, У. Кылышбек, А. Бактыгалиев, А.Картбаев**

*Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан,*
*e-mail: a.kartbaev@kbtu.kz*

Данное исследование посвящено решению задач компьютерного моделирования, сосредотачивая внимание на рисках в ИТ-проектах, с особым акцентом на управление инвестиционными процессами в условиях неопределенности и неполной информации. Рост числа ИТ-проектов в последние годы привел к появлению новых вызовов, связанных с оценкой и управлением сопутствующими рисками. По мере развития технологий и расширения масштабов ИТ-инициатив неопределенность в инвестиционных процессах усиливается, требуя более сложных методов оценки. В исследовании предлагается методология RIC для расчета функции риска инвестиционных проектов с учетом колебаний прогнозируемых денежных потоков. Разработка инвестиционных проектов часто характеризуется неопределенностью и недостатком надежных статистических данных, что требует применения современных аналитических подходов для принятия обоснованных решений. В данном исследовании применяются современные научные методы, включая машинное обучение и сверточные нейронные сети, для разработки алгоритма оценки рисков в инвестиционных проектах. Предлагаемый алгоритм содержит практические рекомендации по улучшению оценки и управления инвестиционными рисками. Результаты исследования предлагают ценные инструменты для планирования и анализа рисков, которые могут быть применимы различными заинтересованными сторонами, участвующими в инвестиционной деятельности.

**Ключевые слова:** инвестиционный риск, ИТ-проекты, нечеткая логика, неопределенность, Большие данные, модели CNN, машинное обучение.

**Introduction.** In recent years, the increasing number and complexity of Information Technology (IT) projects have posed significant challenges in assessing and managing associated risks. The rapid advancements in technology and the growing scale of IT initiatives have amplified uncertainties, particularly in investment processes, requiring more sophisticated and reliable evaluation methods. In today' s dynamic business environment, IT infrastructure and architecture are critical investments that command significant financial resources. These investments are crucial for constructing advanced production environments and operational IT architectures. The investments cover a wide spectrum, including projects, computers, telecommunications, and services. These are integral to enhancing a company' s productivity and operational efficiency. Yet, assessing the return on these investments poses a challenge, often taking years to realize their full benefits.

Recent scholarly and professional investigations have focused on evaluating the impact of IT investments on business performance. Various approaches have been suggested to assess these investments effectively and efficiently. *McKinsey* reports that IT infrastructure has undergone significant evolution-from small setups with few servers to massive data centers with thousands of servers. This transformation is driven by the need for robust systems capable of supporting essential business functions like transaction processing, customer data management, and complex decision-making processes. Investing in IT infrastructure brings substantial benefits. Well-integrated IT systems can improve real-time data collection, support extensive analytics, and enhance market responsiveness, thereby providing a competitive edge. For example, sophisticated infrastructure allows quicker establishment of sales offices in emerging markets and improved customer support.

Despite these benefits, the high costs and long commitments required for developing IT infrastructure present considerable challenges. The

complexity of managing and integrating diverse technologies demands careful planning and strategic investments. Beyond individual companies, the strategic importance of infrastructure investments impacts broader economic activities. Enhancements in digital connectivity and transport networks facilitate business operations and can significantly boost economic growth by reducing costs, improving mobility, and bolstering competitiveness.

From the perspective of Ilin et al., the development and implementation of Enterprise Architecture (EA), including its IT components, significantly enhance transparency in business operations and agility in business re-engineering. They advocate for investment and assessment models that provide numerous advantages, such as enabling integrated comparisons of the impact of adopting IT solutions versus fragmented deployment, more precise calculations of investment project costs, reduced investment cycles for both physical and IT components, and the application of international software standards like COSMIC-ISO 19761 for practical implementation [1]. As well, a research by Purwita and Subriadi shows how IT investment valuations are influenced by both tangible and intangible benefits [2].

In another study, researchers analyzed Health Information Technology (HIT) investments in relation to hospital financial outcomes using econometric and microeconomic techniques. They optimized investment distribution based on productivity associated with each input, determining the appropriate investment levels for a global portfolio to achieve a desired confidence level [3]. Ali et al. underscores the significance of Information Technology Investment Governance (ITIG) as a vital organizational competency, highlighting its role in enhancing the relationship between IT investments and business performance, based on resource-based theory [4]. Berghout' s research emphasizes the benefits of developing detailed business cases for IT projects, arguing that while resource-intensive, these cases are critical for organizations engaging in unfamiliar IT projects by providing a deeper understanding of the project' s business value and supporting informed decision-making [5].

Further, Chen et al. proposes the development of an effective IT investment decision model for global organizations, aiming to demonstrate the framework' s utility in supporting IT investment decisions [6]. Additionally, Witra et al. study on gender and IT investment decision-making reveals that women's risk-averse behavior has significant implications for investment efficiency, especially in complex calculations [7]. Mirza et al. research suggests that female managers enhance asset efficiency and help organizations reduce unnecessary expenditures, particularly in developing economies [8]. Shin's research further supports the idea that female directors strengthen board monitoring, impacting decision-making processes significantly [9]. Lee' s research focuses on the critical need for businesses to understand how technology investments contribute to business outcomes, rather than just the technological aspects themselves. The study links IT spending to business growth and stresses the importance of prioritizing investments that produce tangible bottom-line results, navigating the so-called IT paradox effectively [10].

**Materials and Methods.** This research aims to establish a robust quantitative model to evaluate the effectiveness of IT investments in promoting business growth, using real-world data. The core proposition is that by strategically focusing IT investments on areas that generate substantial bottom-line results, businesses can optimize their expansion and performance. To achieve this, the study introduces a novel evaluation method named "RIC" which incorporates three critical criteria:

1. **Risk Score:** This metric assesses the attractiveness of an investment based on its risk level. The score ranges from 0% (indicating very high risk) to 100% (indicating very low risk), providing a straightforward, quantifiable measure to gauge potential risk associated with each IT investment.

2. **Return on Investment (ROI):** ROI is used to measure the profitability of an investment by comparing the return or profit generated against the initial investment cost. This criterion is essential

for assessing the potential financial gains or losses from IT investments and supports decision-making by highlighting the efficiency and effectiveness of the expenditure.

3. **Criteria yet unspecified:** The third criterion, which will be detailed further in the study, complements the Risk Score and ROI to provide a comprehensive view of the investment's value.

The RIC method' s integration of these criteria aims to provide a multidimensional analysis of IT investments, enabling organizations to make informed, data-driven decisions that align IT spending with strategic business objectives. This approach not only seeks to clarify the direct impact of IT investments but also to guide companies in prioritizing investments that promise the most significant returns, thereby enhancing their competitive edge and operational efficiency.

This research commenced with the use of Python libraries to systematically gather and process investment-related datasets from a variety of sources, aiming to build a comprehensive foundation for the analysis. The primary dataset utilized was the "Twitter Dataset" obtained from *Kaggle*, which encompasses approximately 1.5 million tweets and 1.2 GB. These tweets were analyzed to extract insights related to financial markets and investment trends.

Additionally, it's been integrated a substantial dataset provided by *McKinsey*, which includes detailed records of around 500 million interactions from regular users engaging with retail services. This dataset was pivotal in understanding consumer behavior and its impact on retail investment trends. The data collection also extended to financial markets, specifically through the use of data from *Yahoo Finance*. This source provided daily updates on a selected range of US-listed financial instruments. Although this dataset is comprehensive, it is important to note that it may contain some gaps, possibly due to the selective criteria used in data compilation, which could influence the availability of complete historical data.

To ensure a robust analytical framework, these datasets were meticulously cleaned and pre-processed to address inconsistencies and prepare them for integrated analysis. The aim was to correlate the risks derived from social media and consumer behavior with actual market movements, thereby providing a multi-dimensional perspective on investment strategies and market dynamics. This approach allowed us to harness big data analytics to derive actionable insights that could potentially guide investment decisions and strategy formulation.

**Fig. 1 - RIC methodology**

It has been considered quantitative methods as a cornerstone of the research, as a way to explore something better. In order to solve the investment problem, it has been created a method called RIC and uses three criteria (See Fig.1).

1. R stands for Risk (Risk Assessment)
2. I stands for Investment (Return On Investment)
3. C stands for Customer (Customer Satisfaction)

$$RIC = \frac{R + I + C}{3} \quad (1)$$

Each criterion is responsible for the main investment parameters: 1) both tangible and intangible; 2) tangible; 3) intangible, so that the method produces the best predictable result. In the realm of investment, accurately gauging the risk

associated with stocks is paramount for determining their attractiveness and potential returns. The ”Risk Score” is a fundamental metric developed to quantify this aspect, ranging from 0% to 100%. A score of 0% indicates a very high risk, suggesting that the investment is highly volatile or uncertain. Conversely, a score of 100% represents a very low risk, pointing to a stable and secure investment.

Investors rely on the Risk Score to make informed decisions by evaluating various factors that contribute to the risk profile of an investment. These factors include market volatility, which reflects the frequency and magnitude of price fluctuations; economic conditions, such as inflation rates, employment levels, and GDP growth, which can affect the overall investment climate; regulatory risks, involving changes in laws and regulations that could impact business operations; technological risks, particularly relevant in sectors where rapid innovation can render existing technologies obsolete; and operational risks, which encompass issues related to internal processes, systems, and people.

Understanding these risks is crucial as they directly influence the potential returns from an investment. By integrating the Risk Score into their analysis, investors can align their investment choices with their risk tolerance and investment objectives, aiming to optimize their portfolios for both risk and return. This approach to risk assessment not only aids in identifying potentially lucrative investments but also helps in mitigating potential losses, making it an indispensable tool in the financial decision-making process. ROI measures the profitability of an investment by comparing the return or profit generated to the initial investment cost. It helps assess the potential financial gains or losses associated with an investment.

$$ROI = \frac{Profit}{CostofInvestment} \times 100 \qquad (2)$$

Measuring customer satisfaction is a critical aspect of evaluating business performance and understanding the effectiveness of various investments. One common method to gauge this is through customer surveys or feedback mechanisms, which can collect detailed insights from customers about their experiences and satisfaction levels. These results are often quantified and reported as a percentage of satisfied customers. This percentage provides a direct indicator of how well a company is meeting customer expectations and needs. It is a valuable metric because it offers a clear, numerical benchmark that businesses can track over time and use to implement improvements. For instance, a high percentage of satisfied customers generally correlates with better customer loyalty, repeat business, and positive word-of-mouth, all of which are crucial for long-term success.

Businesses might utilize various tools for this purpose, including electronic surveys, feedback forms, social media interactions, and review platforms. By analyzing the data collected from these sources, companies can identify strengths and weaknesses in their products or services and make informed decisions to enhance customer satisfaction. This process not only helps in retaining existing customers but also attracts new ones by showcasing the company’s commitment to meeting their needs and expectations.

Further it’s been possible to conceptualize a model where the change in customer satisfaction over time is a function of various factors. Let $S(t)$ represent the customer satisfaction level at time $t$, measured as the percentage of satisfied customers. To model the change in satisfaction over time as a function of factors such as improvements in service quality $(Q(t))$, responsiveness to feedback $(R(t))$, and changes in customer expectations $(E(t))$ was developed an equation that can be:

$$\frac{dS}{dt} = k_1 \cdot \frac{dQ}{dt} + k_2 \cdot \frac{dR}{dt} - k_3 \cdot \frac{dE}{dt}, \qquad (3)$$

where:

- $\frac{dS}{dt}$ is the rate of change of customer satisfaction.

- $\frac{dQ}{dt}$, $\frac{dR}{dt}$, and $\frac{dE}{dt}$ represent the rates of change in service quality, responsiveness, and customer expectations, respectively.

- $k_1, k_2$, and $k_3$ are constants that determine the

sensitivity of customer satisfaction to changes in each of these areas.

This model assumes that improvements in service quality and responsiveness directly contribute to increasing satisfaction, whereas rising customer expectations might decrease it. The constants $k_1$, $k_2$, and $k_3$ would need to be empirically determined based on data specific to a company or industry.

One of the RIC framework' s key advantages is its adaptability to integrate advanced machine learning models, such as convolutional neural networks (CNNs). While it's traditionally associated with image recognition, their utility in analyzing financial data lies in their ability to process sequential and structured datasets with remarkable precision. CNNs can be adapted to handle financial time-series data by treating the temporal progression of market events as layers of interconnected features. This approach enables the extraction of patterns and trends that might otherwise remain obscured. For example, in the context of the RIC framework, it could analyze multi-dimensional data inputs such as historical price movements, trading volume, sentiment scores, and macroeconomic indicators. The architecture's convolutional layers can identify relationships between these variables, while pooling layers reduce dimensionality, ensuring efficient computation. Dilated convolutions could further expand the receptive field, capturing broader market contexts without increasing computational overhead. See in Fig.2 more details of the model used for risk analysis.

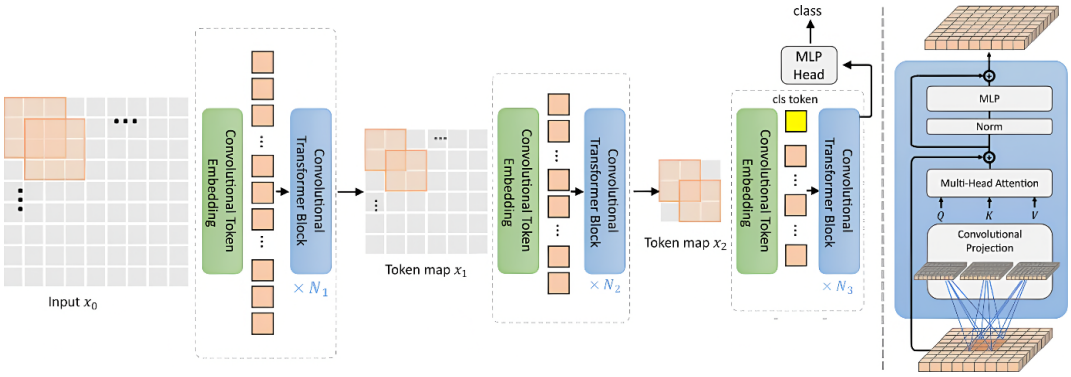



**Fig. 2 - Design of the CNN model for this study**

The CNN architecture was originally designed to address image generation problems. A key component of CNNs is the use of convolutions, which play a central role in feature extraction. Causal convolutions, in particular, are employed to preserve the temporal ordering of data, ensuring that the model's output at timestep *t* depends only on current and past timesteps, and not on any future information. Additionally, the architecture incorporates dilated convolutions, which skip input values at regular intervals. This design enables the receptive field to expand exponentially with depth, effectively capturing broader context in the data. CNNs have demonstrated remarkable success in tasks such as music audio modeling and speech recognition. Specifically, the dilated causal convolution layers in the architecture are instrumental in capturing long-term dependencies, making them well-suited for sequential data modeling.

Due to the nature of the model, which greedily selects the highest and lowest risk points within a range, a few challenges arise in identifying risks. Firstly, selecting CNN parameters involves balancing complexity and efficiency. Typical architectures use 3–5 convolutional layers with 3×33 times 33×3 or 5×55 times 55×5 kernels, a stride of 1 or 2, and ReLU activation Pooling layers, typically max pooling with a 2×22 times 22×2 window, are used to reduce spatial dimensions while retaining important features. The number of filters often increases in deeper layers, starting from 32 or 64

in initial layers and scaling up to 256 or 512 in later layers to capture complex patterns. Learning rates between 0.001 and 0.0001, tuned via optimizers like Adam or SGD with momentum, ensure stable and effective training. These parameter choices help build a CNN that generalizes well across different datasets, as shown in Table 1.

Specifically, the sizes of buying points (peaks) and selling points (valleys) are relatively smaller compared to holding points. In the dataset, buying and selling risks account for only 3% of the total data, highlighting a significant class imbalance. To address this imbalance, it's been proposed a sampling method that adjusts the data distribution based on the rate of rare events, ensuring a more balanced representation for effective model training, as shown in Fig.3.

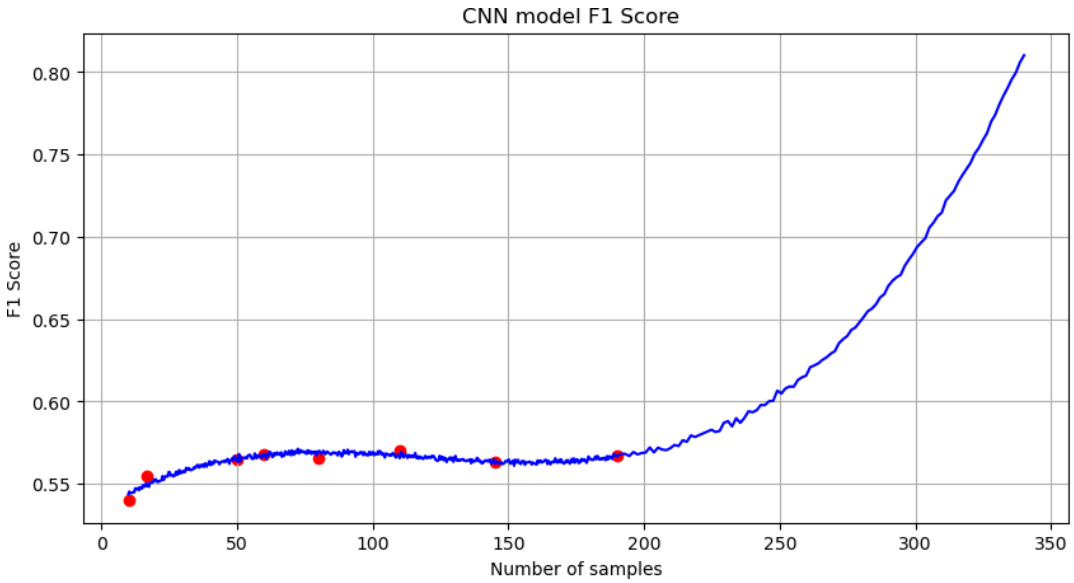



**Fig. 3 - Evaluation of the CNN model after sampling**

**Table 1 - Comparison of CNN and machine learning models over 350 samples**

| Model | Accuracy | Precision | Recall | F1-Score |
|---|---|---|---|---|
| Proposed CNN Model | 92.5 | 93.1 | 91.8 | 92.4 |
| The Hybrid Model [14] | 88.3 | 87.9 | 88.0 | 87.9 |
| Random Forest [16] | 85.7 | 84.5 | 86.2 | 85.3 |
| Regression model [15] | 84.2 | 83.0 | 85.0 | 84.0 |
| Autoregressive (AR) model [19] | 89.1 | 88.7 | 89.5 | 89.1 |

In the Table 1, the study highlights the superior performance of the proposed CNN model, which outperforms traditional machine learning models and a previous hybrid model in terms of accuracy, precision, recall, and F1-score. The improvement in performance demonstrates the effectiveness of the updated CNN architecture, likely due to better hyper parameter tuning, deeper layers, and optimized feature extraction techniques.

**Results and discussion.** To validate the effectiveness of the Risk, Investment, and Compliance (RIC) method in assessing investment opportunities, the study utilized historical data from several authoritative financial analytics sources.

Specifically, data spanning the past five years from Macrotrends [11], Infront Analytics [12] and Comparably [13] were employed to analyze the investment potential of ten selected companies across various industries.

This approach involved a systematic evaluation of each company' s performance and market behavior using the RIC. This formula integrates multiple financial indicators to produce a composite score reflecting the investment reliability of a company. The scoring system was categorized into three distinct risk levels:

- **30% and below:** Investments in companies scoring within this range are considered high risk, and thus not recommended;

- **31% to 60%:** Companies falling within this middle range are deemed moderately safe investments;

- **Above 60%:** A score above 60% indicates a high level of investment safety and is strongly recommended for investors.

For each of the ten companies, the RIC scores were calculated based on their financial data, market trends, and other relevant economic indicators provided by the chosen data sources. This approach allowed us to map each company onto the risk assessment scale effectively, as shown in Fig.4.

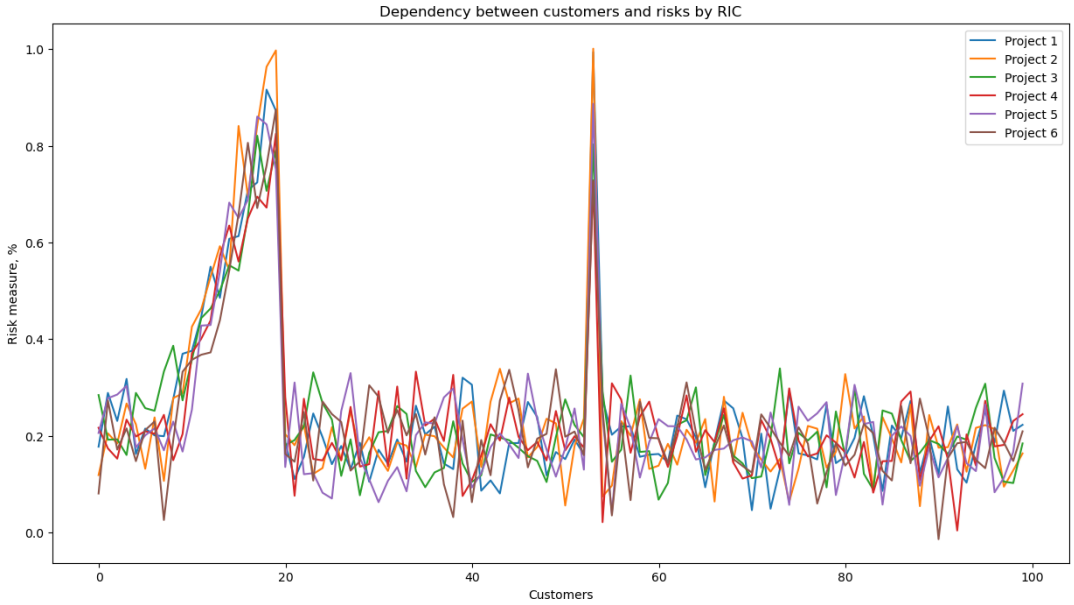



**Fig. 4 - Risk measurement by customers**

The machine learning (ML) model further enhances the analysis by leveraging these RIC metrics alongside other key data points to refine investment predictions. The ML model integrates both time-series analysis and sentiment analysis to capture trends and market sentiment, offering a more comprehensive assessment of investment opportunities. By utilizing algorithms and back testing procedures, the model incorporates confidence levels and simulates real-world scenarios, effectively identifying buying and selling points to optimize investment strategies. The combination of RIC and ML-driven insights provides a robust framework for evaluating investment risks.

The application of the RIC yielded varied results across the board, reflecting a broad spectrum of investment reliability among the companies analyzed. Notably, the formula demonstrated its utility in distinguishing between high-risk and secure investment opportunities based on quantifiable metrics. Several companies scored above 60%, indicating strong financial health and market position, thus making them highly

recommended for investment. Conversely, a few companies scored below 30%, suggesting significant risks that might outweigh potential returns, as shown in Fig. 5.

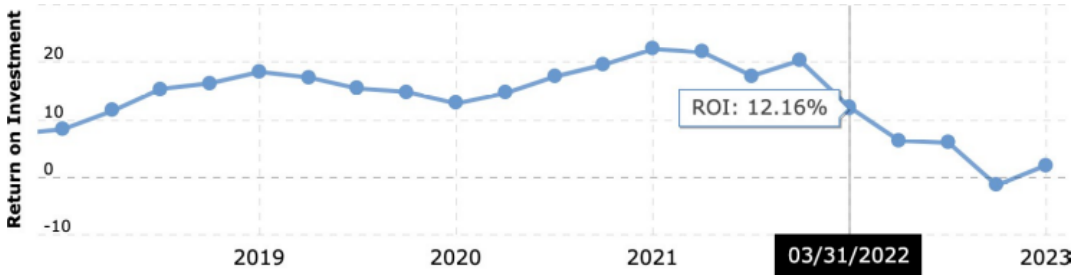



**Fig. 5 - ROI data for a 5-year period**

The results from this empirical investigation confirm that the RIC provides a robust framework for evaluating investment opportunities. By quantifying risk and correlating it with market and financial data, the formula helps investors make informed decisions grounded in comprehensive analytics [14]. Moving forward, there are obvious recommendations to refine the RIC parameters to enhance its predictive accuracy and applicability across different economic cycles and industry sectors. This ongoing validation process will ensure that the RIC remains a reliable tool for investment assessment in the dynamic global market (See Table 2). The machine learning model well complements the RIC framework by incorporating advanced analytical techniques to refine predictions and improve investment decisions. The model combines time-series analysis and sentiment analysis to identify patterns and gauge market sentiment, enriching the insights provided by the RIC.

**Table 2 - Investment assessment of the global market companies (NASDAQ)**

| Company | R (%) | I (%) | C (%) | Result |
|---|---|---|---|---|
| Amazon | 80 | 13.53 | 79 | 57.51 |
| Microsoft | 80 | 29.19 | 79 | 62.73 |
| AMD | 60 | 19.89 | 78 | 52.63 |
| Intel | 80 | 15.35 | 79 | 58.11 |
| Nokia | 80 | 2.54 | 67 | 49.85 |
| IBM | 80 | 9.13 | 68 | 52.37 |
| Netflix | 80 | 12.48 | 79 | 57.16 |
| NVIDIA | 70 | 24.73 | 85 | 59.91 |
| SAP | 90 | 8.87 | 83 | 60.62 |
| Oracle | 80 | 13.26 | 69 | 54.08 |

The machine learning module collects data from various sources to train predictive models. To preliminarily evaluate the usefulness of the data, the employment of time-series analysis and sentiment analysis provides a quick indication of whether valuable information is present. At this stage, the module is dedicated solely to Buy/Sell prediction tasks. To label the data, the authors devised a

custom algorithm that greedily assigns points into three categories by identifying buying and selling points at the lowest and highest prices within a defined range. However, this labeling approach introduces significant class imbalance, leading the model to predominantly predict ”hold,” thereby failing to learn meaningful patterns. The results of this approach are illustrated in Fig. 6.

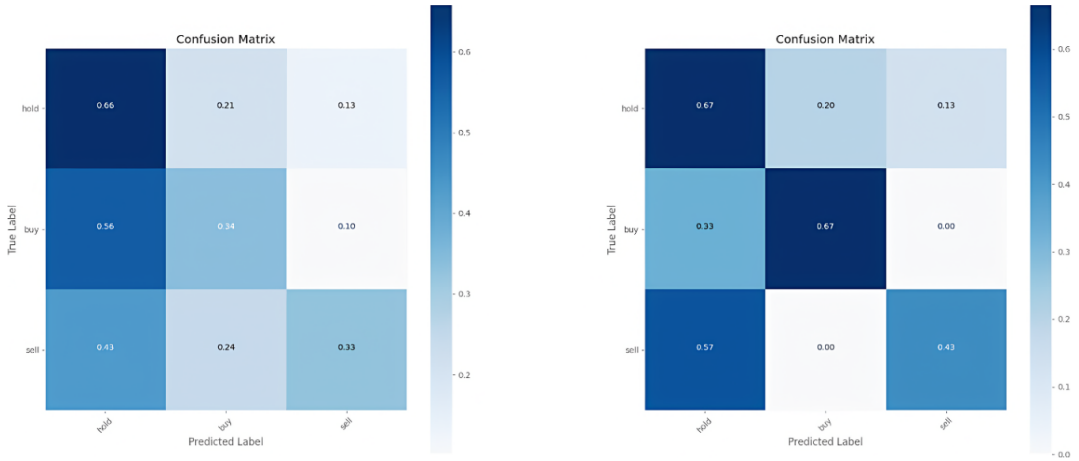



**Fig. 6 - Predicted investment decisions for the companies**

Given the inherent difficulty of the task, there’s been a question whether the model could effectively identify upward and downward trends necessary for accurate predictions, particularly as the confusion matrix alone does not adequately capture its performance. To address this, the study adopted a more practical evaluation metric by simulating real-world conditions-investing funds and measuring potential returns. It’s been considered to implement a back testing strategy that incorporates the model’s confidence levels.

The application of the RIC across various companies and industries has offered significant insights into the complexities of financial risk assessment. Leveraging data from sources such as Macrotrends, Infront Analytics, and Comparably, this study demonstrates the formula’ s ability to categorize companies into low, medium, and high investment recommendation tiers based on their scores. This stratification serves as a vital tool for investors aiming to make data-driven decisions in a competitive market environment [15]. Another key finding of this study is the RIC’ s reliability in delivering consistent risk assessments under diverse economic conditions [16-17]. The formula’ s robustness lies in its capacity to integrate immediate financial metrics with broader economic indicators, making it an adaptable framework even in fluctuating markets.

One of the primary limitations of the RIC method lies in its reliance on historical financial data and predefined risk thresholds, which may not fully capture the dynamic processes of financial markets. The fixed risk categories (30%, 60%) are based on past trends and economic theories, making them potentially outdated in rapidly evolving conditions. Additionally, while the RIC effectively quantifies investment risk using financial indicators, it lacks the ability to incorporate qualitative factors such as market innovation, or industry disruptions, elements that can impact a company’ s long-term performance. The RIC method operates under the assumption that past performance is indicative of future results, which may not always hold true in speculative markets [18]. While the integration of machine learning generally improves predictive capabilities, issues such as data imbalance and overfitting can limit the accuracy of uncertain forecasts.

To address these limitations, this study introduces machine learning (ML) techniques as a complementary approach to refine the framework.

By integrating ML models, such as time-series forecasting and sentiment analysis, the RIC can incorporate a more dynamic and adaptive methodology. For instance, the ML models analyze historical and real-time market data to identify patterns, predict future trends, and enhance the precision of RIC scores. Furthermore, advanced ML-driven algorithms allow for the consideration of qualitative factors by processing textual and sentiment data from news, reports, and social media [19-20]. This holistic integration of quantitative and qualitative metrics improves the RIC' s predictive capabilities, enabling it to provide a more comprehensive assessment of a company' s investment potential.

Future research should focus on optimizing the framework by incorporating these ML advancements and exploring additional data sources. By employing techniques such as neural networks, clustering, and reinforcement learning, the RIC can evolve into a model that adapts to market changes and investor behaviors in real time [21]. This evolution will enhance the tool's utility for investors seeking actionable insights in increasingly complex financial landscapes. The RIC method provides a foundational yet flexible framework for assessing and comparing the investment reliability of companies systematically. While this study affirms its utility and relevance, the integration of ML models and continuous validation with diverse datasets will be essential for maintaining its effectiveness. As financial markets become more interconnected and data-rich, the combination of the RIC framework with advanced ML techniques will pave the way for a new generation of investment assessment tools, capable of delivering better support.

**Conclusion.** The application of the RIC method in this study has demonstrated its efficacy in evaluating investment opportunities with above 80% risk score. By incorporating both tangible and intangible factors, the formula provides a comprehensive tool for assessing the attractiveness of investments. This practical approach is crucial for capturing the full spectrum of influences that can impact investment decisions. The findings indicate that the method enables quick and accurate determination of investment viability, supporting its use as a reliable decision-making tool in financial analysis. The success of this initial application suggests that the formula performs well across a diverse range of company types and sizes, from emerging businesses to large global corporations in the IT sector.

Given the positive results, future research is planned to refine and potentially expand the criteria used in the RIC method. Considerations such as Cost Benefit Analysis and Return on Assets could be integrated to enhance the formula' s accuracy and relevance. Such developments could lead to a more precise method for assessing investments, tailored to the specific needs and contexts of various companies, thereby supporting investors in making even more informed decisions. The continual improvement and testing of the method will be essential to adapt to the evolving economic landscapes and investment scenarios, ensuring that it remains a robust tool in the arsenal of financial analysts and investors worldwide.

## References

1. Ilin V., Levina A., Dubgorn A., Abran A. Investment Models for Enterprise Architecture and IT Architecture Projects within the Open Innovation Concept // Journal of Open Innovation: Tech, Market, and Complex. -2021. -Vol. 7. -P. 1-18. DOI 10.3390/joitmc7010069.

2. Purwita W., Subriadi A. P. Information Technology Investment: In Search of the Closest Accurate Method // Procedia Computer Science. -2019.-Vol.161.-P.300 -307. DOI 10.1016/j.procs.2019.11.127.

3. Meyer R., Degoulet P. Choosing the Right Amount of Healthcare Information Technologies Investments // International Journal of Medical Informatics.-2010.- Vol. 79.-P. 225–231. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2010.01.001.

4. Ali S., Green P., Robb A. Information Technology Investment Governance: What Is It and Does It Matter? // International Journal of Accounting Information Systems. -2015. -Vol.18. -P.1-25. DOI 10.1016/j.accinf.2015.04.002.

5. Berghout E., Tan C. W. Understanding the Impact of Business Cases on IT Investment Decisions: An Analysis of Municipal E-Government Projects // Information and Management. - 2013.- Vol.50. - P. 489-506. - DOI 10.1016/j.im.2013.07.010.

6. Chen P. S., Yen D. C., Lin S. C., Chou C. S. Toward an IT Investment Decision Support Model for Global Enterprises//Computer Standards and Interfaces. -2018.-Vol. 59. -P.130-140. DOI 10.1016/j.csi.2018.04.001.

7. Witra W. P. P., Subriadi A. P. Gender and Information Technology (IT) Investment Decision-Making // Procedia Computer Science.-2021.-Vol.197.-P. 583-590.- DOI 10.1016/j.procs.2021.12.176.

8. Mirza S. S., Majeed M. A., Ahsan T. Board Gender Diversity, Competitive Pressure and Investment Efficiency in Chinese Private Firms // Eurasian Business Review.-2020.-Vol.10(3).- P. 417-440. DOI: 10.1007/s40821-019-00138-5.

9. Shin Y. Z., Chang J. Y., Jeon K. et al. Female Directors on the Board and Investment Efficiency: Evidence from Korea // Asian Business & Management.- 2020.-Vol.19.-P. 438-479. DOI 10.1057/s41291-019-00066-2.

10. Lee H., Choi H., Lee J., Min J., Lee H. Impact of IT Investment on Firm Performance Based on Technology IT Architecture // Telematics and Informatics.-2016.-Vol.91. -P. 652-661. DOI 10.1016/j.procs.2016.07.164.

11. Macrotrends -Website with Financial Data. URL: https://www.macrotrends.net.Accessed: 18.02.2025.

12. Infront Analytics -Website with Financial Data. URL: https://infrontanalytics.com. Accessed: 18.02.2025.

13. Comparably-Website with Financial Data.URL:https://www.comparably.com/brands/ Accessed: 18.02.2025.

14. Suchkov M., Bekturgan B., Kartbayev A. Gamification Effects on Employee Engagement and Business Process Risk Evaluation // 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST).-Astana, Kazakhstan, 2024.- P. 594–599. DOI 10.1109/SIST61555.2024.10629629.

15. Gao Y., Zhao C., Sun B., Zhao W. Effects of Investor on Stock Volatility: New Evidences from Multi-Source Data in China' s Green Stock Markets // Financial Innovation.-2022.- Vol. 8(1).- Art. 77. - P. 1-30. DOI 10.1186/s40854-022-00381-2

16. Zhang F., Ding Y., Liao Y. Financial Data Collection Based on Big Data Intelligent Processing // International Journal of Information Technology and Systems Approach. -2023.- Vol.16( 3). - P. 1–13. DOI 10.4018/IJITSA.320514.

17. Sonkavde G., Dharrao D. S., Bongale A. M., Deokate S. T., Doreswamy D., Bhat S. K. Forecasting Stock Market Prices Using Machine Learning and Deep Learning Models: A Systematic Review, Performance Analysis, and Discussion of Implications // International Journal of Financial Studies.-2023.-Vol. 11. - Art. 94. DOI 10.3390/ijfs11030094.

18. Bhowmik R., Wang S. Stock Market Volatility and Return Analysis: A Systematic Literature Review // Entropy. -2020. - Vol. 22(5). -Art. 522. DOI 10.3390/e22050522.

19. Gong X., Wang C., Zhang W., Wang J. Investor Sentiment and Stock Volatility: New Evidence // International Review of Financial Analysis.-2022.-Vol.81.-Art.102008. DOI:10.1016/j.irfa.2022.102028.

20. Rouatbi W., Demir E., Kizys R., Zaremba A. Immunizing Markets Against the Pandemic: COVID-

19 Vaccinations and Stock Volatility Around the World // International Review of Financial Analysis. - 2021.-Vol.76.- Art. 101785. DOI 10.1016/j.irfa.2021.101819.

21. Chevallier J., Ma F., Guo Y., Huang D. Macroeconomic Attention, Economic Policy Uncertainty, and Stock Volatility Predictability // International Review of Financial Analysis. - 2022. -Vol.81. -Art. 102037. DOI 10.1016/j.irfa.2022.102339.

***Information about the authors***

Bolatova A.- master student, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, aru_bolatova@kbtu.kz;

Kylyshbek U.- master student, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, u_kylyshbek@kbtu.kz;

Baktygaliyev A.- master student, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, a_baktygaliyev@kbtu.kz;

Kartbayev A.- PhD, associate professor, Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, a.kartbaev@kbtu.kz

***Сведения об авторах***

Болатова А.- магистрант, Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, aru_bolatova@kbtu.kz;

Кылышбек У.- магистрант, Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, u_kylyshbek@kbtu.kz;

Бактыгалиев А.- магистрант, Казахстанско-Британский технический университет,

Алматы, Казахстан, a_baktygaliyev@kbtu.kz;

Картбаев А. PhD, ассоциированный профессор, Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан, a.kartbaev@kbtu.kz

IRSTI 31.23.99 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-660**

## STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF FULVIC ACID SOLUTIONS

**[1,2]M.K. Kazankapova, [1]B.T. Yermagambet, [1,2]A.B. Malgazhdarova, [1]Zh.M. Kassenova, [2]Zh.E. Jakupova**

*[1]«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan,*
*[2]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*Correspondent-author: malgazhdarova.ab@mail.ru*

The article examines the extraction and purification process of fulvic acids derived from oxidized brown coal from the Maikuben deposit using the Forsyth method. The purification process includes stages such as adsorption, ion exchange purification, and dialysis, with activated carbon (Coconut) serving as the adsorbent. The physicochemical properties of fulvic acid and its neutral dilute solutions were analyzed using infrared (IR) and nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy. The study focused on the unique composition of fulvic acid, determining the content of trace elements and essential organic compounds functioning as nutrients. The reliability of the results is confirmed by the consistency of repeated experiments and the application of alternative analytical methods. In addition, antioxidant properties of fulvic acid were determined, which opens up new prospects as biologically active additives and pharmaceuticals. Forsyth' s method has demonstrated its effectiveness, allowing to obtain a purer product with fewer losses compared to traditional purification methods. This approach demonstrates the potential for developing environmentally friendly technologies for extracting valuable substances from domestic coal resources. Further research in this area will substantiate the specific properties and patterns in the interaction of fulvic acid with other inorganic compounds, and expand the potential for application.

**Keywords:** coal, fulvic acid, membrane purification, dialysis, adsorption, organic acids

## ФУЛЬВОҚЫШҚЫЛЫ ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**[1]М.Қ. Қазанқапова, [1]Б.Т. Ермағамбет, [1,2]А.Б. Малғаждарова, [1]Ж.М. Касенова, [2]Ж.Е. Джакупова[2]**

*[1]«Көмір химиясы және технология институты» ЖШС, Астана, Қазақстан,*
*[2]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,*
*e-mail: malgazhdarova.ab@mail.ru*

Мақалада Майкөбен кен орнының тотыққан қоңыр көмірлерінен алынған фульвоқышқылын Форсит әдісімен алу және тазарту қарастырылады. Тазарту кезеңдері: адсорбция, иондық тазарту және диализ, мұнда адсорбент ретінде «Кокосты» белсендірілген көмір қолданылды. Фульвоқышқылының және оның бейтарап сұйылтылған ерітінділерінің физика-химиялық қасиеттері ИҚ және ЯМР спектроскопиясының көмегімен талданды. Фульвоқышқылының бірегей құрамы зерттелді, қоректік зат ретінде әрекет ететін микроэлементтер мен маңызды органикалық қосылыстардың құрамы анықталды. Нәтижелердің сенімділігі қайталанатын тәжірибелер мен талдаудың балама әдістерінің ұқсастықтары кезінде қанағаттанарлық. Сонымен қатар, фульвоқышқылының антиоксиданттық сипаттамалары анықталды, бұл биологиялық белсенді қоспалар мен фармацевтикалық препараттар ретінде жаңа перспективаларды ашады. Форсит әдісі дәстүрлі тазарту әдістерімен салыстырғанда аз шығынмен таза өнім алуда өзінің тиімділігін көрсетті. Бұл тәсіл отандық көмір ресурстарынан бағалы заттарды алудың экологиялық таза технологияларын әзірлеудің әлеуетін көрсетеді. Бұл бағыттағы зерттеулерді одан әрі жүргізу фульвоқышқылының басқа бейорганикалық қосылыстармен әрекеттесуінің ерекше қасиеттері мен заңдылықтарын негіздеуге және пайдалану мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** көмір, фульвоқышқылы, мембраналы тазарту, диализ, адсорбция, органикалық қышқылдар

# ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ ФУЛЬВОВОЙ КИСЛОТЫ

**[1]М.К. Казанкапова, [1]Б.Т. Ермағамбет, [1,2]А.Б. Малгаждарова✉, [1]Ж.М.Касенова, [2]Ж.Е. Джакупова**

*[1]ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан,*
*[2]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,*
*e-mail: malgazhdarova.ab@mail.ru*

В статье рассмотрены извлечение и очистка методом Форсита фульвовой кислоты, полученной из окисленных из бурых углей месторождения Майкубен. Проведены стадии очистки: адсорбция, ионная очистка и диализ, где в качестве адсорбента использовали активированный уголь «Кокосовый». Проанализированы физико-химические свойства методами ИК- и ЯМР-спектроскопии фульвовой кислоты и её нейтральных разбавленных растворов. Исследован уникальный состав фульвовой кислоты, определены содержание основных микроэлементов, важных органических соединений, выступающих в качестве питательных веществ. Достоверность результатов удовлетворительная при сходимости повторных опытов и альтернативных методов анализа. Наряду с этим, были определены антиоксидантные характеристики фульвокислоты, что открывает новые перспективы в качестве биологически активных добавок и фармацевтических препаратов. Метод Форсита продемонстрировал свою эффективность, позволяя получить более чистый продукт с меньшими потерями по сравнению с традиционными методами очистки. Данный подход демонстрирует потенциал для разработки экологически чистых технологий извлечения ценных веществ из отечественных угольных ресурсов. Дальнейшие исследования в этой области позволят обосновать специфические свойства и закономерности при взаимодействии фульвокислоты с другими неорганическими соединениями, расширить потенциал применения.

**Ключевые слова:** уголь, фульвокислота, мембранная очистка, диализ, адсорбция, органические кислоты

**Introduction.** Currently, humic substances are in demand and are widely produced naturally, as well as synthetically by radical polymerization, abiotic oxidation and enzymatic methods [1-3].

The ability of fulvic acids to enhance solubility creates potential for the development of novel drug delivery systems and the improvement of various pharmacological effects, such as antioxidant activity [4,5], anti-inflammatory properties, and benefits for gastric health [5,6]. The influence of fulvic acid on metal ion mobility in various media has been established due to the abundance of oxygen-containing functional groups. Water-soluble salts of fulvic acid with alkali and alkaline earth metal cations promote their release, as well as precipitation, dissolution, or complex formation with trivalent ions [7-9].

Fulvic acid is an essential fraction of the organic composition of soil, demonstrating higher chemical and physicochemical activity compared to humic acid. The molecule of fulvic acid is small enough to overcome any barriers in its path and contains approximately 14 quadrillion electrons, which act as free radical scavengers. When introduced into a biological environment, fulvic acid molecules convert accumulated waste into nutrients and neutralize free radical waste products [9,10].

Additionally, fulvic acid serves as a transport system capable of delivering nutrients while binding toxins, pesticides, heavy metals, chemical pollutants, mercury, and radionuclides into complexes [8].

Furthermore, fulvic acids play a significant role in the acid-base buffering capacity of soil, contributing to the retention, release, and biological mobility of metal ions and organic chemicals within soil matrices [10].

Depending on their methods of extraction, fulvic acids find applications ranging from dietary supplements to pharmaceuticals. Incorporating fulvic acids into dietary supplements supports immune system enhancement and protection against diseases associated with oxidative cell damage, such as cardiovascular and oncological disorders. Due to

their antioxidant properties, fulvic acids can provide protective effects on the cardiovascular system by neutralizing free radicals that may damage vascular and cardiac cells. Including fulvic acids in dietary supplements may lower the risk of atherosclerosis and inflammatory vascular processes, making them promising for the prevention of cardiovascular diseases such as hypertension and ischemic heart disease [11-13].

**Materials and methods.** The Forsyth method was employed to purify fulvic acid extracted from domestic brown coal from the Maikuben deposit. Through a three-stage purification process, a high purity level of 99% was achieved. Commercially available coconut-based sorbents were used as adsorbents, specifically the activated coconut charcoal Extrasorb GAC (12x40) from India. With its high specific surface area and sorption capacity, this charcoal effectively captured and removed impurities, contributing to the successful purification of fulvic acids. The characteristics of the adsorbent are presented in Table 1.

**Table 1 - Characteristics of coconut-based activated charcoal Extrasorb GAC (12x40)**

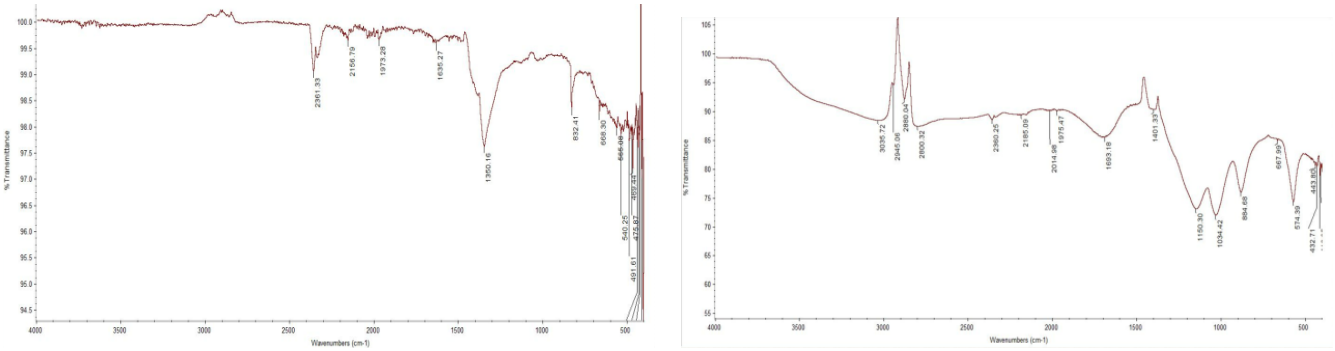
| Parameter | Value |
|---|---|
| Particle Size | 12x40 mesh |
| Specific Surface Area | ~1100 $m^2/g$ |
| Iodine Number | 1000 mg/g |
| Bulk Density | 0.48 $g/cm^3$ |
| Hardness | 98% |
| Moisture Content | ≤ 5% |
| Ash Content | ≤ 3% |
| pH | 6-8 |
| Pore Volume | 0.55 $cm^3/g$ |

The final purification stage was conducted using a membrane method (dialysis) until a pH of 4-5 was achieved in distilled water, ensuring complete removal of accompanying ions. By diluting the fulvic acid with distilled water to a neutral medium, a 1.5% model solution was prepared.

**Results and discussion.** The IR spectra of fulvic acids were obtained in the Laboratory of Organometallic Chemistry and Catalysis at Nazarbayev University (Kazakhstan) using a Nicolet iS10 FT-IR spectrometer.

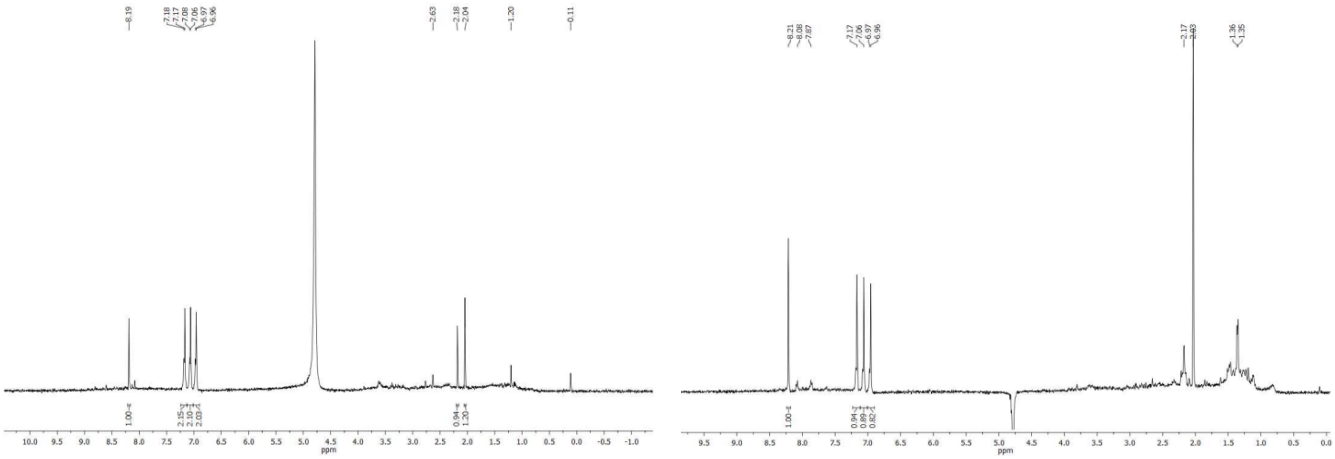
In the IR spectrum of the initial sample, distinct peaks for C=O groups in saturated fatty acids, carboxyl, aldehyde, and ketone groups are absent. A weak band is observed at 1635 $cm^{-1}$, which may indicate the presence of C=C bonds. This suggests a low concentration of carbonyl compounds or their strong association with other functional groups. The broad band at 3000–3500 $cm^{-1}$ corresponds to OH group stretching vibrations associated with hydrogen bonding, but it is poorly defined. This could be due to the presence of strong intramolecular hydrogen bonds that obscure the characteristic bands of OH groups. In the IR spectrum of purified fulvic acid obtained using sorbent, the following bands are clearly observed: 3600–3000 $cm^{-1}$, representing various OH stretching vibrations, with sharp peaks identified approximately at 3035, 2945, and 2880 $cm^{-1}$. These peaks are characteristic of CH stretching vibrations. The peak at 3035 $cm^{-1}$ suggests the potential presence of aromatic CH, whereas the peaks at 2945 and 2880 $cm^{-1}$ indicate aliphatic CH bonds found in alkanes or alkyl groups. A relatively small and sharp peak was

detected at 2185 $cm^{-1}$, which falls within the region associated with nitriles (C≡N) or cumulenes. A moderately intense peak around 1693 $cm^{-1}$ indicates the presence of a carbonyl group (C=O), which could signify ketones, aldehydes, carboxylic acids, esters, or amides. A sharp peak at approximately 1401 $cm^{-1}$ suggests the presence of CH bending, likely due to $CH_2$ bending. The obtained spectral data confirm the presence and changes in the functional groups of fulvic acid after purification. The observation of distinct C=O and OH group bands indicates the removal of impurities and the improvement of the composition of the purified sample (Figure 1).



**Original fulvic acid derived from potassium humate** **Purified fulvic acid**

**Fig. 1 - IR Spectra Analysis**



**Original fulvic acid derived from potassium humate** **Purified fulvic acid**

**Fig. 2 - NMR Spectra Analysis**

The NMR analysis of fulvic acid was performed using a JEOL ECA-500 MHz NMR spectrometer. Both the unpurified and purified samples exhibit characteristic aromatic signals in the range of approximately 6.9 to 8.2 ppm, indicating the presence of aromatic rings in the fulvic acid structure. The shifts of aromatic protons (7.0-8.2 ppm) correspond to substituted benzene or polycyclic aromatic systems. The complex multiplets observed in both spectra suggest that the substitution in the aromatic ring systems varies, with nonequivalent aromatic protons displaying spin-spin coupling. Relative integrations imply the presence of similar aromatic components in the two samples. The change in relative integration suggests a modification in the chemical environment of the

aromatic protons. These shift changes likely occur as molecules alter their interactions with one another.

The most significant difference between the spectra is observed in the aliphatic region. The first spectrum (unpurified sample) exhibits a broader range of signals between δ -0.1 and 3.0 ppm, indicating a higher complexity of aliphatic components in the unpurified fulvic acid. These signals likely correspond to varying chain lengths, branching, and substitution patterns in the aliphatic components of the raw sample, which probably contains other biomolecules. After purification, a noticeable reduction in the number of signals in the aliphatic region is observed.

**Table 2 - Chemical indicators of purified fulvic acid solution with ”Coconut” sorbent**

| Name of indicators, units of measurement | Permissible concentrations | Results |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| - antioxidant content, mg/dm3 | | 1356.0±0.058 |
| - toxic elements, mg/dm3: | | |
| - Lead (Pb) | 0.3 | Not found |
| - Arsenic (As) | 0.1 | Not found |
| - Cadmium (Cd) | 0.03 | Not found |
| - Mercury (Hg) | 0.005 | Not found |

**Table 3 - Chemical Indicators of the Model Solution**

| Name of indicators, units of measurement | Norm according to the regulatory document | Results |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| toxic elements, mg/dm3: | | |
| - Lead (Pb) | 0.3 | Not found |
| - Arsenic (As) | 0.1 | Not found |
| - Cadmium (Cd) | 0.03 | Not found |
| - Mercury (Hg) | 0.005 | Not found |
| - antioxidant content, mg/dm3 | | 138.16±0.042 |
| - dry matter content. % | | Not found |
| - aflatoxin Bi. mg/l | 1.0-3.5 | Not found |
| - titratable acidity, % | 0.7-3.8 | 0.24±0.02 |
| Pesticides, mg/kg, not more than: | | |
| - Hexachlorocyclohexane (alpha, beta, gamma isomers) | 0.01 | Not found |
| - 4,4 - dichlorodiphenyltrichloromethylmethane and its metabates | 0.005 | Not found |
| Amino acid composition, % | | Not found |
| - water soluble, mg/100 g | | |
| - B1 (thiamine chloride) | | Not found |
| - B3 (pantothenic acid) | | Not found |
| - B6 (pyridoxine) | | Not found |
| - Bc (folic acid) | | Not found |

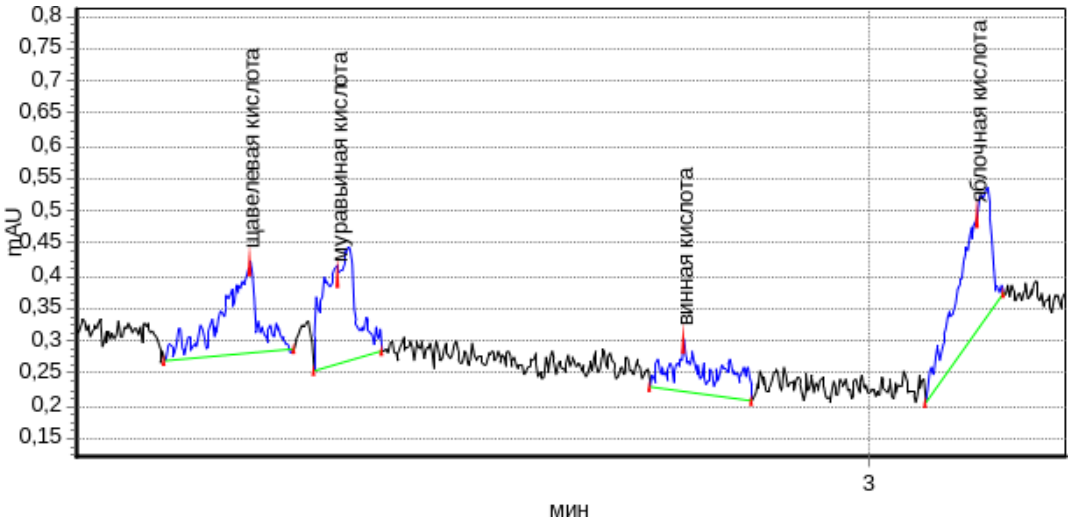



**Fig. 3 - Chromatograms of organic acid content in the model fulvic acid solution**

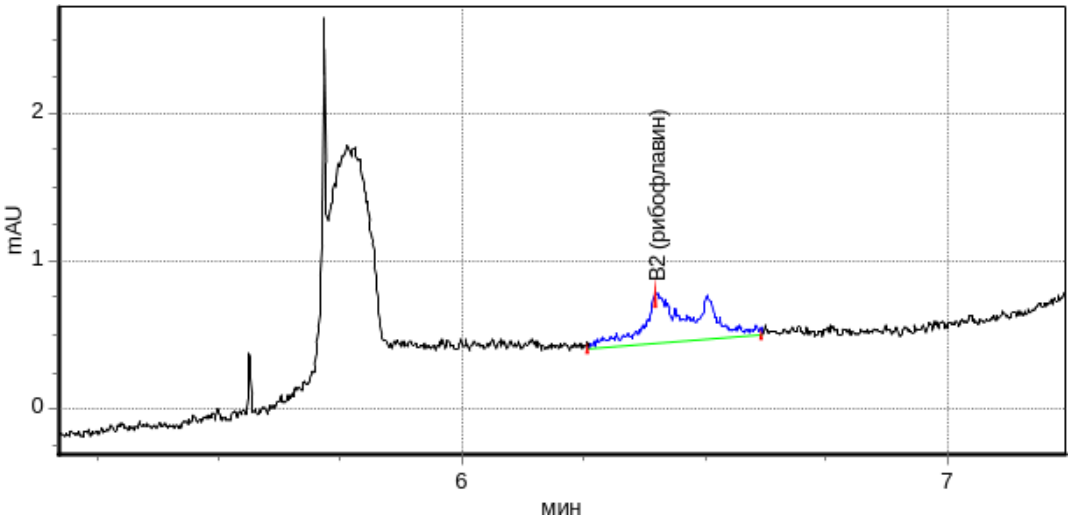



**Fig. 4 - Chromatograms of amino acid content in the model fulvic acid solution**

The second spectrum shows a pronounced singlet at δ 2.17 and a multiplet at δ 1.36, suggesting that some aliphatic components were removed or altered during purification. A large peak at 4.7 ppm in the unpurified sample implies a higher content of water or residual solvent. The inverted peak in the purified sample suggests that the sample was saturated to suppress the signal and improve its clarity. The simplified aliphatic region in the purified fulvic acid sample implies that the purification process was effective in removing or altering many of the original aliphatic components. This simplification may include the removal of free fatty acids, carbohydrates, or other small molecular contaminants. (Figure 2).

The results of the spectral analysis reveal significant changes in the composition and structure of fulvic acid before and after purification. The IR spectra indicate improved clarity of bands associated with functional groups such as C=O and OH in the purified sample. The NMR spectra confirm an increase in the concentration of saturated hydrocarbon chains and a decrease in ester and alcohol groups. These changes highlight the effectiveness of sorbents in purifying fulvic acid and enhancing its properties.

The chemical analysis of the concentrated fulvic

acid solution was conducted using atomic absorption spectrometry to determine the levels of toxic metals, such as lead, cadmium, mercury, and arsenic. High-performance liquid chromatography (HPLC) methods were applied to analyze the model solution to detect the presence of antioxidants (Tables 2–3). The results indicated the absence of toxic elements in the solutions and a substantial presence of antioxidants in the fulvic acid solution, in line with the regulatory requirements of GOST 26932–86, "Raw Materials and Food Products. Methods for Determining Toxic Element Content." The parameters of the model solution fully meet the established standards, confirming its safety and compliance with regulations.

The organic composition of the samples was thoroughly investigated, with results presented in Figures 3–4. High-performance liquid chromatography (HPLC) identified the presence of oxalic, formic, tartaric, and malic acids in the sorption-purified fulvic acid solution. Additionally, a small amount of vitamin B2 (riboflavin) was detected.

Thus, the obtained results of the component analysis and chemical composition of fulvic acid and its neutral solutions contribute to the development of sources for the production of beneficial products. The processing of carbon-containing raw materials and the extraction of valuable substances will significantly enhance the advancement of efficient methods for obtaining competitive components for useful products.

**Conclusion.** The results indicated that the neutral solution based on fulvic acid contains a significant amount of particularly important organic compounds with high potential for the production of beneficial food products.

In the future, additional physicochemical analysis of the composition of fulvic acid extracted from coal feedstock under various conditions will be conducted, along with a detailed examination of its antioxidant properties.

## References

1. Balestrieri, F., Magrì, A.D., Magrì, A.L., Marini, D., Sacchini, A., Application of differential scanning calorimetry to the study of drug-excipient compatibility// Thermochim. Acta.- 1996. - Vol. 285(2).- P. 337-345. DOI 10.1016/0040-6031(96)02904-8

2. Botes, M.E., Gilada, I.S., Snyman, J.R., Labuschagne, J.P. Carbohydrate-derived fulvic acid wellness drink: its tolerability, safety and effect on disease markers in preART HIV-1 positive subjects // S. Afr. Fam. Pract. - 2018. - Vol. 60 (3).- P. 91-96. DOI 10.1080/20786190.2017.1397381

3. Chen, Y., Schnitzer, M., Scanning electron microscopy of a humic acid and of a fulvic acid and its metal and clay complexes//Soil Sci. Soc. Am. J.- 1996.-Vol.40(5).- P.682-686 DOI 10.2136/sssaj1976.03615995004000050024x

4. Chien, S.J., Chen, T.C., Kuo, H.C., Chen, C.N., Chang, S.F. Fulvic acid attenuates homocysteine-induced cyclooxygenase-2 expression in human monocytes //BMC Compl. Alternative Med.- 2015. - Vol.15 (1). DOI 10.1186/s12906-015-0583-x

5. Francioso, O., Sanchez-Cortes, S., Tugnoli, V., Ciavatta, C., Gessa, C. Characterization of peat fulvic acid fractions by means of FT-IR, SERS, and 1H, 13C NMR spectroscopy // Appl. Spectrosc //1998. - Vol. 52 (2).- P. 270-277 DOI 10.1366/0003702981943347

6. Gandy, J.J., Snyman, J.R., Van Rensburg, C.E. Randomized, parallel-group, double-blind, controlled study to evaluate the efficacy and safety of carbohydratederived fulvic acid in topical treatment of eczema// Clin. Cosmet. Invest. Dermatol.- 2011. -Vol.4.- P.145- 148 DOI 10.2147/CCID.S23110

7. Ahn, T., Oke, M., Schofield, A., Paliyath, G. Effects of phosphorus fertilizer supplementation on antioxidant activities of tomato fruits.// Journal of Agricultural and Food Chemistry.2015.-Vol.53(5).- P.152-155 DOI 10.1021/jf040248y

8. L.P. Canellas, F.L. Olivares, N.O. Aguiar, D.L. Jones, A. Nebbioso, P. Mazzei, A. Piccolo. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture//Scientia Horticulturae.- 2015.-Vol. 196. -P. 15-27. DOI 10.1016/j.scienta.2015.09.013

9. Y. Wang, X. Gong, X. Dong. Photo-oxidation of arsenite in acidic waters containing Suwannee River fulvic acid: roles of 3SRFA* and hydroxyl radical //Environmental Science and Pollution Research. -2021.- Vol. 28 (33).- P. 45144-45154. DOI 10.1007/s11356-021-13900-y

10. Berkovic, A.M., Garcia, Einschlaq F.S., Gonzalez, M.C. at al., Evaluation of the $Hg^{2+}$ binding potential of fulvic acids from fluorescence excitation-emission matrices //Photochem. Photobiol. Sci.- 2013. -Vol.12. - P. 384 - 392. DOI 10.1039/c2pp25280e

11. W. Tang, G. Zeng, J. Gong, J. Liang, P. Xu, C. Zhang, B. Huang. Impact of humic/fulvic acid on the removal of heavy metals from aqueous solutions using nanomaterials: A review. //Science of the Total Environment.- 2014.-Vol. 468-469.- P.1014-1027. DOI 10.1016/j.scitotenv.2013.09.044

13. W. Ding, T.E. Romanova, I.P. Pozdnyakov, V.A. Salomatova, M.V. Parkhats, B.M. Dzhagarov, E.M. Glebov, F. Wu, O.V. Shuvaeva. Photooxidation of arsenic (III) in the presence of fulvic acid// Mendeleev Communications.-2016. - Vol. 26 (3).- P. 266-268. DOI 10.1016/j.mencom.2016.05.016

***Information about the authors***

Kazankapova M.K. - PhD , assoc. professor, member correspondent of the KazNANS, Leading Researcher, Head of Laboratory of LLP «Institute of Coal Chemistry and Technology», Astana, Kazakhstan, e-mail: maira_1986@mail.ru;

Yermagambet B.T. - Doctor of Chemical Science, rofessor, Academician of the KazNANS, Project Manager, Chief Researcher, Director of LLP «Institute of Coal Chemistry and Technology», Astana, Kazakhstan, e-mail: bake.yer@mail.ru;

Malgazhdarova A.B.- master student Eurasian National University of L.N. Gumilyov, Junior Researcher «Institute of Coal Chemistry and Technology», Astana, Kazakhstan, e-mail: malgazhdarova.ab@mail.ru;

Kassenova Z.M.- Candidate of Technical Sciences (PhD), Leading Researcher LLP «Institute of Coal Chemistry and Technology», Astana, Kazakhstan, e-mail: zhanar_k_68@mail.ru;

Jakupova Zh.E. - Candidate of Chemical Sciences, associate Professor Eurasian National University of L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan, e-mail: zhanereke@mail.ru

***Сведения об авторах***

Казанкапова М. К. -PhD, асс. профессор, чл.-корр. КазНАЕН, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан, e-mail: maira_1986@mail.ru;

Ермагамбет Б.Т.-доктор химических наук, профессор, академик КазНАЕН, руководитель проекта, главный научный сотрудник, директор ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан, e-mail: bake.yer@mail.ru;

Малгаждарова А. Б.- магистрант Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, младший научный сотрудник ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан, e-mail: malgazhdarova.ab@mail.ru;

Касенова Ж. М.- кандидат технических наук (PhD), ведущий научный сотрудник ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан, e-mail: zhanar_k_68@mail.ru;

Джакупова Ж.Е. - кандидат химических наук, доцент кафедры химии Евразийский национальный университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: zhanereke@mail.ru

МРНТИ 61.01.94, 61.74.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-678**

# ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ И ЕГО СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ

**Е.А. Цешковская, Н.К. Цой, А.Т. Оралова, К.Н. Тойлюбаева**

*Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан,*
*Корреспондент-автор: zoinat@mail.ru*

В данной статье представлены результаты исследований по технологии получения модифицированного активированного угля и исследование его сорбционных свойств по отношению к фосфатным ионам. Процесс химической модификации активированного угля заключался в нанесении на его поверхность активных центров, которые обеспечивают избирательное связывание целевых ионов, в данном случае фосфатов. Для этого использована пропитка угля растворами солей железа ($FeCl_3$) с дальнейшей термической обработкой. В результате на поверхности угля образуются оксиды, которые играют ключевую роль в формировании активных центров для адсорбции. Образующиеся на поверхности угля оксиды железа, такие как $Fe_2O_3$ и $Fe_3O_4$, вступают в координационные взаимодействия с фосфатными ионами, что значительно увеличивает сорбционную емкость материала. Структурные изменения модифицированного угля были подтверждены методами ИК спектроскопии и СЭМ-анализа. Исследование сорбционных свойств полученного модифицированного активированного угля проводилось в различных условиях, включая варьирование pH, температуры и дозировки адсорбента. Эксперименты показали, что наибольшая эффективность адсорбции (85%) достигнута при pH 7, температуре 30 °C и дозировке адсорбента 0,5 г/л. Также проведен сравнительный анализ сорбционных свойств модифицированного и немодифицированного углей. Модифицированный активированный уголь продемонстрировал значительно более высокую эффективность адсорбции (85%) по сравнению с немодифицированным углем (62%).

**Ключевые слова:** модифицированный активированный уголь, оксиды железа, фосфаты, сорбционные свойства, водоочистка.

# МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДІ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ СОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Е.А. Цешковская, Н.К. Цой, А.Т. Оралова, К.Н. Тойлюбаева**

*Абылқас Сагинов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан,*
*e-mail: zoinat@mail.ru*

Бұл мақалада модификацияланған активтендірілген көмір алу технологиясы және оның фосфат иондарымен сорбциялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Активтендірілген көмірді химиялық модификациялау процесі оның бетіне мақсатты иондарды таңдап байланыстыратын активті орталықтарды орналастырудан тұрады, бұл жағдайда фосфаттар. Осы мақсатта көмірді темір тұздарының ($FeCl_3$) ерітінділерімен сіңдіру және кейіннен термиялық өңдеу әдісі қолданылды. Нәтижесінде көмір бетінде оксидтер пайда болып, олар адсорбция үшін активті орталықтарды қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. Көмір бетінде пайда болатын темір оксидтері, мысалы, $Fe_2O_3$ және $Fe_3O_4$, фосфат иондарымен координациялық өзара әрекеттесуге түсуі нәтижесінде материалдың сорбциялық сыйымдылығы едәуір артады. Модификацияланған көмірдің құрылымдық өзгерістері ИҚ спектроскопиясы және СЭМ талдау әдістерімен расталды. Алынған модификацияланған активтендірілген көмірдің сорбциялық қасиеттері әртүрлі жағдайларда, соның ішінде pH, температура және адсорбент дозасын өзгерту арқылы зерттелді. Эксперименттер көрсеткендей, ең жоғары адсорбция тиімділігі (85%) pH 7, температура 30 °C және адсорбент дозасы 0,5 г/л болғанда қол жеткізілді.

Сондай-ақ, модификацияланған және модификацияланбаған көмірдің сорбциялық қасиеттерін салыстырмалы түрде талдау жүргізілді. Модификацияланған активтендірілген көмір адсорбция тиімділігінің едәуір жоғары екенін көрсетті (85%), ал модификацияланбаған көмір үшін бұл көрсеткіш 62% болды.

**Түйін сөздер:** модификацияланған активтелген көмір, темір оксидтері, фосфаттар, сорбциялық қасиеттері, су тазарту

## TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MODIFIED ACTIVATED CARBON AND THE STUDY OF ITS SORPTION PROPERTIES

**Ye.A. Tseshkovskaya, N.K. Tsoy✉, A.T. Oralova, K.N. Toilyubayeva**

*Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan,*
*e-mail: zoinat@mail.ru*

This article presents the results of research on the technology for obtaining modified activated carbon and its sorption properties concerning phosphate ions. The process of chemical modification of activated carbon involved applying active sites to its surface, which enable selective binding of target ions, in this case, phosphates. For this, the carbon was impregnated with iron salt solutions ($FeCl_3$) followed by thermal treatment. As a result, oxides formed on the carbon surface, which play a key role in the formation of active sites for adsorption. The iron oxides formed on the carbon surface, such as $Fe_2O_3$ and $Fe_3O_4$, engage in coordination interactions with phosphate ions, significantly increasing the sorption capacity of the material. The structural changes in the modified carbon were confirmed using FTIR spectroscopy and SEM analysis. The sorption properties of the obtained modified activated carbon were studied under various conditions, including variations in pH, temperature, and adsorbent dosage. The experiments showed that the highest adsorption efficiency (85%) was achieved at pH 7, a temperature of 30°C, and an adsorbent dosage of 0.5 g/L. A comparative analysis of the sorption properties of modified and unmodified carbon was also conducted. The modified activated carbon demonstrated significantly higher adsorption efficiency (85%) compared to the unmodified carbon (62%).

**Keywords:** modified activated carbon, iron oxides, phosphates, sorption properties, water purification.

**Введение.** Активированный уголь является наиболее предпочтительным адсорбентом для различных промышленных применений благодаря превосходным сорбционным свойствам, таким как большая площадь поверхности, превосходная пористость, высокая физико-химическая стабильность и поверхностные функциональные группы [1].

Согласно химической науке, активированный уголь представляет собой разновидность углерода с несовершенной структурой, практически не содержащий примесей. По своей химической структуре он схож с графитом [2]. Он может быть синтезирован из различной биомассы или неорганического сырья путем пиролиза с последующей физической или химической активацией [3]. Несмотря на различные преимущества активированного угля в качестве адсорбента, все еще существуют ограничения в производственном процессе, препятствия для повторного роста, способность к вторичной переработке и избирательность по отношению к загрязняющим веществам, которые ограничивают его использование при существенной очистке сточных вод [4]. Важно отметить, что существует множество исследований, в которых изучаются возможные варианты использования углеродных материалов, в частности, активированного угля в качестве адсорбента тяжелых металлов, для адсорбции $CO_2$ и удаления красителей [5, 6, 7, 8].

Литературный обзор показывает, что активированный уголь благодаря развитой пористой структуре и высокой удельной поверхности широко применяется как сорбент, но его эффективность для удаления специфических ионов, включая фосфаты, ограничена [9]. Для решения

этой проблемы активно разрабатываются методы химической модификации угля с использованием переходных металлов, в частности ионов железа. Введение ионов железа на поверхность угля формирует активные центры, способные образовывать координационные связи с фосфатными ионами, что увеличивает сорбционную емкость материала [10].

Целью настоящего исследования является разработка технологии получения модифицированного активированного угля и изучение его адсорбционных свойств по отношению к фосфатам. На основе проведенных экспериментов будут определены оптимальные условия для использования данного материала в системах водоочистки, что обеспечит повышение эффективности удаления загрязнителей и устойчивое управление водными ресурсами.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи исследования:

1. разработка методики модификации активированного угля с использованием железа для улучшения его адсорбционных свойств в отношении фосфатов;

2. оценка эффективности полученного материала в различных условиях, включая варьирование pH, температуры и дозировки адсорбента;

3. исследование изменений в структуре угля до и после модификации с помощью анализа сканирующей электронной микроскопией (СЭМ) и инфракрасной (ИК) спектроскопии;

4. сравнительный анализ эффективности модифицированного и немодифицированного активированного угля с помощью ионной хроматографии.

Новизна данного исследования состоит в разработке технологии получения модифицированного активированного угля, являющимся ценным компонентом систем очистки сточных вод от вредных примесей.

Таким образом, предлагаемая технология получения модифицированного активированного угля представляет собой перспективное направление в химической технологии для создания высокоэффективных материалов для водоочистки.

**Материалы и методы.** Для проведения данного исследования был использован активированный уголь, модифицированный ионами железа, а также разработаны экспериментальные методики, направленные на изучение его адсорбционных свойств. Основная цель методологии заключалась в оптимизации условий получения модифицированного активированного угля и исследовании его эффективности для удаления фосфатов из сточных вод. Описание материалов, процедуры модификации, а также методов анализа представлено ниже.

*Исходные материалы.*

Активированный уголь. Для проведения экспериментов был использован активированный уголь с размером гранул от 0,5 до 2,5 мм и насыпной плотностью 0,49–0,53 г/см$^3$. Пористость угля составляла 0,07 см$^3$/г.

Железосодержащие реагенты. Для модификации угля применялся 1М раствор хлорида железа ($FeCl_3$). Этот реагент обеспечивает ионы железа ($Fe^{3+}$), которые, при дальнейшей термической обработке, превращаются в оксиды железа ($Fe_2O_3$ и $Fe_3O_4$), создавая активные центры для адсорбции фосфатов.

Растворы фосфатов. Модельные растворы фосфатов с концентрацией 50 мг/л были приготовлены с использованием $Na_3PO_4$. Эти растворы использовались для изучения сорбционных свойств модифицированного угля в условиях варьирования параметров эксперимента [11].

*Модификация активированного угля.*

Модификация активированного угля проводилась по следующей методике:

1. Пропитка угля ионами железа. Активированный уголь был погружен в 1М раствор $FeCl_3$ и выдержан при комнатной температуре в течение 24 часов для адсорбции ионов железа на его поверхности. В ходе этого процесса ионы железа связывались с активными центрами угля, образуя предварительные комплексы.

2. Сушка и термическая обработка. После пропитки уголь подвергался сушке при температуре 105 °C в течение 12 часов для удаления лишней

влаги. Затем материал был прокален при 350°C в инертной атмосфере (азот), что способствовало образованию оксидов железа ($Fe_2O_3$ и $Fe_3O_4$) на поверхности угля. Эта стадия критична для создания активных центров, способных к адсорбции фосфатов.

3. Охлаждение и хранение. После термической обработки модифицированный уголь охлаждали до комнатной температуры и хранили в герметичной емкости для предотвращения контакта с воздухом и влаги, что могло бы снизить его адсорбционную активность.

*Экспериментальные условия.*

Для исследования эффективности модифицированного активированного угля проводились адсорбционные эксперименты, направленные на удаление фосфатов из модельных растворов. Эксперименты проводились при различных условиях pH, температуре и дозировке угля для определения оптимальных параметров адсорбции.

1. Варьирование pH. Для оценки влияния кислотно-щелочного баланса раствора использовались буферные растворы, чтобы поддерживать pH в диапазоне от 5 до 9. Известно, что pH раствора существенно влияет на диссоциацию фосфатных ионов и, соответственно, на эффективность их адсорбции на поверхности модифицированного угля [12].

2. Варьирование температуры. Эксперименты проводились при двух температурных режимах: 25 °C и 30 °C. Температура влияет на кинетику адсорбции и возможность образования координационных комплексов между фосфатами и железом [12].

3. Дозировка угля. Для каждого эксперимента варьировалась дозировка модифицированного активированного угля в диапазоне от 0,1 до 0,5 г/л. Это позволило изучить зависимость адсорбции от количества угля, присутствующего в растворе, и найти оптимальную дозировку для достижения наибольшей сорбционной емкости.

**1 - Результаты ИК-спектроскопии различных образцов угля**

*Методики анализа.*

Для количественного определения концентрации фосфатов и оценки эффективности адсорбции использовались следующие методы.

1. Спектрофотометрический метод. Остаточная концентрация фосфатов в растворах после адсорбции измерялась спектрофотометрически с использованием метода молибдата аммония. Метод молибдата аммония используется для количественного определения концентрации фосфатов в растворе. В ходе анализа фосфат-ион взаимодействует с молибдатом аммония, образуя комплексное соединение, которое можно обнаружить спектрофотометрически. Этот метод

подходит для измерения концентраций фосфатов после адсорбции [13]. Образцы фильтровались через мембранные фильтры перед измерениями, что позволяло исключить влияние твердых частиц.

2. ИК-спектроскопия. Изменения в структуре угля до и после модификации оценивались с помощью анализа сканирующей электронной микроскопией (СЭМ) и инфракрасной (ИК) спектроскопии. ИК-спектроскопия позволяет выявить присутствие оксидов железа на поверхности угля и изменение химической структуры после модификации, как видно на рисунке 1.

На рисунке приведены ИК-спектры трех различных образцов угля: чистого угля, модифицированного угля с оксидами железа и угля, подвергшегося термической обработке.

Для чистого угля характерны интенсивные полосы поглощения в диапазоне 1500–1800 $см^{-1}$, которые соответствуют валентным колебаниям C=C (около 1600 $см^{-1}$) в ароматических кольцах и C=O (около 1700 $см^{-1}$) в карбонильных группах [14]. Наблюдается также слабая полоса около 3000 $см^{-1}$, связанная с валентными колебаниями C–H, что указывает на наличие алкановых групп в структуре угля.

Модифицированный уголь демонстрирует новые полосы поглощения в области около 600 $см^{-1}$, которые можно отнести к колебаниям Fe–O, что подтверждает наличие оксидов железа в образце. При этом основные углеродные полосы сохраняются, но их интенсивность несколько изменяется, что свидетельствует о взаимодействии между органической матрицей угля и оксидами железа [15].

Для угля, подвергшегося термической обработке, наблюдается уменьшение интенсивности полос в области C–H (3000 $см^{-1}$), что указывает на деградацию углеводородных цепей. Также видны изменения в интенсивности полос C=C и C=O, что свидетельствует о термической модификации ароматических и карбонильных структур.

3. Анализ pH и температуры. Значения pH контролировались с помощью pH-метра с точностью до 0,01, а температура поддерживалась с использованием термостатируемых реакционных сосудов для стабильности экспериментальных условий.

Расчет эффективности адсорбции. Эффективность адсорбции фосфатов рассчитывалась по следующей формуле:

$$\text{Эффективность адсорбции } (\%) = C_0(C_0 - C_t) \times 100,$$

где: $C_0$ - начальная концентрация фосфатов в растворе (мг/л);

$C_t$ - остаточная концентрация фосфатов в растворе после адсорбции (мг/л).

Этот расчет позволил количественно оценить эффективность модифицированного активированного угля при различных условиях эксперимента.

Для подтверждения достоверности результатов все эксперименты проводились в трехкратной повторности, а результаты выражались как среднее значение с указанием стандартного отклонения.

Таким образом, выбранные материалы и методы позволили провести всесторонний анализ сорбционных свойств модифицированного активированного угля и оптимизировать условия его получения и применения в системах водоочистки.

**Результаты и обсуждение.** В ходе исследования была проведена оценка адсорбционных свойств модифицированного активированного угля для удаления фосфатов из модельных растворов. Результаты показали, что модификация угля ионами железа существенно увеличивает его адсорбционную емкость по сравнению с немодифицированным углем. Ниже представлены детализированные результаты экспериментов и их обсуждение.

*Влияние pH на адсорбцию фосфатов*

Равновесие адсорбции зависит от кислотно-щелочного баланса раствора. При pH около 6–7

наблюдается максимальная адсорбция фосфатов, поскольку в этом диапазоне pH оксиды железа на поверхности активированного угля сохраняют свои координационные свойства, необходимые для связывания с фосфат-ионами. В щелочной среде (pH>8) сорбционная способность оксидов железа снижается из-за их перехода в менее реакционноспособные формы, а также из-за повышения концентрации конкурирующих гидроксид-ионов, что приводит к конкуренции за активные центры. Эксперименты показали, что оптимальные результаты по адсорбции достигались при pH 7, что подтверждается данными, представленными в таблице 1.

**Таблица 1. Влияние pH на эффективность адсорбции фосфатов (дозировка угля 0,5 г/л, температура 30 °C)**

| pH | Эффективность адсорбции, % |
|---|---|
| 5 | 75 |
| 7 | 85 |
| 9 | 78 |

Наибольшая адсорбционная способность модифицированного активированного угля наблюдалась при нейтральном значении pH (85%), что связано с оптимальной диссоциацией фосфатных ионов при pH 7. При более высоком pH (9) эффективность адсорбции несколько снижается до 78%, что объясняется снижением координационной активности оксидов железа в щелочной среде. В кислой среде (pH 5) адсорбция также оказывается менее эффективной (75%), что связано с протонированием активных центров на поверхности угля, что мешает взаимодействию с фосфатами.

Этот результат подтверждает, что модифицированный активированный уголь демонстрирует наилучшие сорбционные свойства в слабощелочной и нейтральной среде, что делает его перспективным материалом для использования в системах водоочистки с естественным диапазоном pH.

*Влияние температуры на адсорбцию.*

Температурная зависимость адсорбции фосфатов на модифицированном угле показывает, что повышение температуры увеличивает скорость реакции, что может объясняться улучшением диффузии фосфатов к активным центрам. В условиях температурного диапазона 25–35 °C кинетика адсорбции соответствует псевдовторому порядку, однако при более высоких температурах возможно снижение прочности координационных связей между фосфатами и железом вследствие тепловой десорбции. Энтальпия адсорбции фосфатов на оксидах железа свидетельствует о том, что процесс носит экзотермический характер, и чрезмерное повышение температуры может вызывать разрыв координационных связей. Результаты экспериментов при различных температурах представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Влияние температуры на эффективность адсорбции фосфатов (pH 7, дозировка угля 0,5 г/л)**

| Температура, °C | Эффективность адсорбции, % |
|---|---|
| 25 | 81 |
| 30 | 85 |

Данные таблицы показывают, что увеличение температуры от 25°C до 30°C приводит к увеличению эффективности адсорбции с 82% до 85%. Это связано с тем, что при повышенной температуре увеличивается подвижность фосфатных ионов, что способствует их более быстрому взаимодействию с активными центрами на поверхности угля. При этом температура 30°C представляется оптимальной для сорбционных процессов, так как дальнейшее увеличение температуры может вызвать десорбцию адсорбированных фосфатов и снижение эффективности процесса.

Таким образом, для обеспечения максимальной сорбционной активности модифицированного активированного угля рекомендуется поддерживать температуру на уровне 30 °C, что соответствует реальным условиям очистки сточных вод в промышленных системах.

*Влияние дозировки угля на адсорбцию.*

Важным аспектом адсорбционного процесса является начальная концентрация фосфатов в растворе. Исследования показывают, что при низких концентрациях фосфатов (до 50 мг/л) процесс адсорбции ограничен количеством доступных активных центров, и адсорбционная емкость близка к максимальной. При повышении концентрации фосфатов (> 100 мг/л) наступает насыщение адсорбента, и скорость адсорбции начинает снижаться. Оптимальная дозировка модифицированного активированного угля составляет 0,5 г/л, так как дальнейшее увеличение дозировки незначительно повышает эффективность адсорбции, что связано с равновесной адсорбционной способностью поверхности угля. Результаты представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Влияние дозировки модифицированного активированного угля на адсорбцию фосфатов (pH 7, температура 30 °C)**

| Дозировка угля, г/л | Эффективность адсорбции, % |
|---|---|
| 0,1 | 65 |
| 0,5 | 85 |

**Таблица 4. Сравнительный анализ эффективности модифицированного и немодифицированного активированного угля с использованием ионной хроматографии**

| Тип угля | Время удерживания (мин) | Площадь пика | Высота пика | Остаточная концентрация фосфатов (мг/л) |
|---|---|---|---|---|
| Модифицированный | 3,5 | 500 | 120 | 10 |
| Немодифицированный | 3,5 | 800 | 180 | 30 |

При увеличении дозировки активированного угля с 0,1 г/л до 0,5 г/л эффективность адсорбции фосфатов возросла с 65% до 85%. Это связано с увеличением числа активных центров для взаимодействия с фосфатными ионами. Однако дальнейшее увеличение дозировки угля может быть экономически неоправданным, так как при этом эффективность адсорбции увеличивается незначительно.

Данный результат позволяет оптимизировать дозировку адсорбента для систем водоочистки, при которой достигается максимальная эффективность при минимальных затратах на материал.

*4.Сравнительный анализ эффективности модифицированного и немодифицирован*

*ного активированного угля с использованием ионной хроматографии.*

Анализ эффективности адсорбции фосфатов на модифицированном и немодифицированном активированном угле проводился методом ионной хроматографии при комнатной температуре (25 °C) и pH 7. Образцы контактировали с углем в течение 24 часов при начальной концентрации фосфатов 50 мг/л и дозировке адсорбента 0,5 г/л.

Для анализа использовалась анионная колонка с элюентом 3,5 мМ $Na_2CO_3$ и 1 мМ $NaHCO_3$, что обеспечивало разделение фосфатов и стабильный поток 1,0 мл/мин. Подавление фоновой проводимости элюента осуществлялось при помощи подавителя с ионообменной мембраной в форме капилляра, позволяющей заменять ионы $Na^+$ в элюенте на $H^+$.

Применение мембранного подавителя снижало фон проводимости, позволяя детектировать низкие концентрации анионов с высокой точностью. Результаты представлены в таблице 4.

Полученные хроматограммы показывали более низкий пик для модифицированного угля, что подтверждает его большую сорбционную способность по сравнению с немодифицированным углем. Данные ионной хроматографии позволяют заключить, что модифицированный уголь с оксидами железа имеет значительно более высокую эффективность в удалении фосфатов из раствора.

**Выводы.** Получен модифицированный активированный уголь и исследованы его сорбционные свойства по отношению к фосфатным ионам.

Результаты исследования демонстрируют, что модифицированный активированный уголь обладает высокими сорбционными свойствами по отношению к фосфатам, что делает его перспективным материалом для использования в системах водоочистки. Модификация угля ионами железа привела к увеличению числа активных центров на его поверхности, что позволило значительно повысить его адсорбционную емкость.

Проведенная оценка эффективности полученного реагента показала, что наиболее высокая адсорбционная способность угля наблюдалась при pH 7 и температуре 30 °C, что связано с оптимальными условиями для образования устойчивых комплексов между фосфатами и железом. Эффективность удаления фосфатов достигла 85% при дозировке 0,5 г/л, что подтверждает возможность применения данного материала в системах очистки сточных вод с высокой степенью загрязнения.

По сравнению с немодифицированным углем, модифицированный уголь продемонстрировал значительно более высокую эффективность адсорбции, что подтверждает необходимость его химической обработки для повышения сорбционных свойств.

## Литература

1. Njewa, J.B., Shikuku, V.O. Recent advances and issues in the application of activated carbon for water treatment in Africa: A systematic review (2007–2022) // Applied Surface Science Advances. -2023. -Vol. 18. DOI 10.1016/j.apsadv.2023.100501

2. Serikbayeva A.M., Ushkempir A.S., Satkozhaeva E. B., Toktibayeva K.R.Purification of heavy metals contained in water with activated carbon and characterization of physicochemical properties// Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2023. – No.2(80).– P.142-151. https://doi.org/10.55956/AVCD9931

3. Selmi T., Gentil S., Fierro V., Celzard A. Key factors in the selection, functionalization and regeneration of activated carbon for the removal of the most common micropollutants in drinking water // Journal of Environmental Chemical Engineering. -2024.-Vol.12(4). DOI 10.1016/j.jece.2024.113105

4. Pet, I., Sanad, M., Farouz, M., Elfaham, M.M. Review: Recent Developments in the Implementation of Activated Carbon as Heavy Metal Removal Management // Water Conservation Science and Engineering. -2024. -Vol. 9(62). DOI 10.1007/s41101-024-00287-3

5. Jaber, L., Namboorimadathil Backer, S., Laoui, T., Abumadi, F., Koujan, M.M.S., Khalil, K.A., Shanableh, A., Atieh, M.A. Recent trends in surface impregnation techniques on activated carbon for efficient pollutant removal from wastewater // Desalination and Water Treatment. -2024. -Vol. 319:100562. DOI 10.1016/j.dwt.2024.100562

6. Ramutshatsha-Makhwedzha, D., Mbaya, R., Mavhungu, M.L. Application of Activated Carbon Banana Peel Coated with $Al_2O_3$-Chitosan for the Adsorptive Removal of Lead and Cadmium from Wastewater // Materials. -2022. -Vol. 15(3): 860. DOI 10.3390/ma15030860

7. Iwar, R.T., Iorhemen, O.T., Ogedengbe, K., Katibi, K.K. Novel aluminium (hydr) oxide-functionalized activated carbon derived from Raffia palm (Raphia hookeri) shells: augmentation of its adsorptive properties for efficient fluoride uptake in aqueous media // Environmental Chemistry and Ecotoxicology. -2021. -Vol.3. -P. 142-154. DOI 10.1016/j.enceco.2021.03.003

8. Kumar, P.M., Krushnamurty, K., Dayamani, A., Mahammadunnisa, S.K., Subramanyam, C.H. Preparation of activated carbons from bio-waste: effect of surface functional groups on methylene blue adsorption // International Journal of Environmental Science and Technology. -2015. -Vol. 12. -P. 1363-1372. DOI 10.1007/s13762-014-0506-2

9. Wang, Z., Nie, E., Li, J., Yang, M. Equilibrium and kinetics of adsorption of phosphate onto iron-doped activated carbon // Environmental Science and Pollution Research. -2012. -Vol. 19. - P. 2908-2917. DOI 10.1007/s11356-012-0799-y

10. Bezza, F.A., Chirwa, E.M.N. Selective and efficient removal of phosphate from aqueous solution using activated carbon-supported $MgFe_2O_4$-layered double hydroxide (LDH) hierarchically porous nanocomposite // Research Square. -2023. DOI 10.21203/rs.3.rs-2665764/v1

11. Kibret, B.A., Wu, Y., Minale, M. Fabrication of iron-coated activated carbon and its application for phosphorus removal from aqueous solution // International Journal of Scientific and Research Publications. -2020. -Vol. 10(5). -P. 85-94. DOI 10.29322/IJSRP.10.05.2020.p10110

12. Zuo, Q., Zhang, Y., Zheng, H., Zhang, P. A facile method to modify activated carbon fibers for drinking water purification // Chemical Engineering Journal. -2019. -Vol. 365.- P. 175-182. DOI 10.1016/j.cej.2019.02.047

13. Devulapally, S.K., Venkateshwarlu, G., Meeravali, N.N., Sahayam, A.C. Improvement in the sensitivity of orthophosphate determination by controlling the self-reduction of excess ammonium molybdate followed by room temperature non-ionic mixed micelle cloud point extraction of anionic phosphomolybdenum blue for spectrophotometric determination // Microchemical Journal. -2024. -Vol. 201: DOI 10.1016/j.microc.2024.110531

14. Demiral, İ., Şamdan, C., Demiral, H. Enrichment of the Surface Functional Groups of Activated Carbon by Modification Method // Surfaces and Interfaces. -2020. -Vol. 22: 100873.

DOI 10.1016/j.surfin.2020.100873

15. Chimanlal, I., Lesaoana, M., Richards, H. Chemical modification of Macadamia-derived activated carbon for remediation of selected heavy metals from wastewater // Minerals Engineering. -2022. -Vol. 184:107663. DOI 10.1016/j.mineng.2022.107663

***Сведения об авторах***

Цешковская Е.А.- канд.геогр.наук, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Караганда, Казахстан, e-mail: elena_tsesh@mail.ru;

Цой Н.К. - канд.техн.наук, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, e-mail: zoinat@mail.ru;

Оралова А.Т. - канд.хим.наук, доцент, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Караганда,

Казахстан, e-mail: oralovaat@rambler.ru;

Тойлюбаева К.Н.- магистрант, Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Караганда, Казахстан, e-mail: karina.11.06.2015@gmail.com

***Information about the authors***

Tseshkovskaya Y.- Candidate of Geographical Sciences, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: elena_tsesh@mail.ru;

Tsoy N. - Candidate of Technical Sciences, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: zoinat@mail.ru;

Oralova A. - Candidate of Chemical Sciences, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda,

Toilyubayeva K. - master student, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: karina.11.06.2015@gmail.com

IRSTI 61.01.93 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-653**

## OVERVIEW OF MECHANISMS FOR ENSURING SAFE WORK IN CHEMICAL PRODUCTION

**[1,2]M.A. Yelubay, [1]A.B. Bekmagambetov, [1]E.A. Kulmagambetova, [1]A.M. Rakhmetova, [2]D.T. Tolegenov**

*[1]Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana,Kazakhstan,*
*[2] Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar, Kazakhstan*

*Corresponding author: www.dika-92@mail.ru*

This article presents the results of the review of scientific and technical information on the use of a risk-based approach (RBA) in providing personal protective equipment (PPE) at an enterprise. Regulatory documents, scientific works and developments of domestic and foreign scientists on the use of PPE against industrial health and safety hazards and their selection based on RBA were used as the theoretical and methodological basis for the study.

Scientific works are considered in the Science Direct, Dergi Park, Web of Science (Publon), Elsiever, Google Scholar databases, on professional industry platforms on labor protection ILO, EU-OSHA, NEBOSH, IOSH.

The study contains information retrieval, descriptive, experimental and effective research stages. The information retrieval stage includes the study of scientific and methodological literature, national and interstate standards. This article covers the entire range of theoretical and methodological substantiation of the use of PPE in the provision of RBA, including regulatory standards for the use of PPE, in force in the Republic of Kazakhstan in comparison with international practice

**Keywords:** personal protective equipment (PPE), labor protection, Labor Code, collective agreement, industrial safety, harmful production factors, professional risks, regulatory and technical framework.

## ХИМИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТЕГІ ҚАУІПСІЗ ЖҰМЫСТЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МЕХАНИЗМДЕРІНЕ ШОЛУ

**[1,2]М.А. Елубай, [1]А.Б. Бекмағамбетов, [1]Е.А. Құлмағамбетова, [1]А.М. Рахметова, [2]Д.Т. Төлегенов**

*[1]Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты, Астана қ., Қазақстан,*
*[2]Торайғыров университеті, Қазақстан республикасы, Павлодар қ., Қазақстан,*
*e-mail: www.dika-92@mail.ru*

Бұл мақалада кәсіпорында жеке қорғаныс құралдары (ЖҚҚ) қамтамасыз етуде тәуекелге бағытталған тәсілді (ТБТ) қолдану туралы ғылыми-техникалық ақпаратты қарау нәтижелері келтірілген. Зерттеудің теориялық және әдістемелік негізі ретінде нормативтік құжаттар, ғылыми еңбектер мен отандық және шетелдік ғалымдардың ЖҚҚ-ны өнеркәсіптік денсаулық пен қауіпсіздік қатерлеріне қарсы қолдану және оларды ТБТ негізінде таңдау бойынша әзірлемелері пайдаланылды.

Ғылыми жұмыстар Science Direct, Dergi Park, Web Of Science (Publon), Elsiever, Google Scholar дерекқорларында, ХЕҰ, ЕО-OSHA, NEBOSH, IOSH еңбекті қорғау бойынша кәсіби салалық платформаларда қарастырылады.

Зерттеу ақпаратты іздеу, сипаттамалық, эксперименттік және тиімді зерттеу кезеңдерін қамтиды. Ақпаратты іздеу кезеңі ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді, ұлттық және мемлекетаралық стандарттарды зерттеуді қамтиды. Бұл мақала Қазақстан Республикасында халықаралық практикамен салыстырғанда қолданыстағы ЖҚҚ пайдалану жөніндегі нормативтік стандарттарды қоса алғанда, ЖҚҚ көрсету кезінде ЖҚҚ пайдаланудың теориялық және әдіснамалық негіздемелерінің барлық спектрін қамтиды.

**Түйін сөздер:** жеке қорғаныс құралдары (ЖҚҚ), еңбекті қорғау, Еңбек Кодексі, ұжымдық шарт, өнеркәсіптік қауіпсіздік, зиянды өндірістік факторлар, кәсіби тәуекелдер, нормативтік-техникалық база.

## ОБЗОР МЕХАНИЗМОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ТРУДА НА ХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**[1,2]М.А. Елубай, [1]А.Б. Бекмагамбетов, [1]Е.А. Кульмагамбетова, [1]А.М. Рахметова, [2]Д.Т. Толегенов**

*[1]Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Астана, Казахстан,*
*[2]Торайгыров университет, Республика Казахстан, Павлодар, Казахстан,*
*e-mail: www.dika-92@mail.ru*

В данной статье представлены результаты обзора научно-технической информации об использовании риск-ориентированного подхода (РОП) при обеспечении средствами индивидуальной защиты (СИЗ) на предприятии. В качестве теоретико-методологической основы исследования были использованы нормативные документы, научные труды и разработки отечественных и зарубежных ученых по применению средств индивидуальной защиты от производственных рисков для здоровья и техники безопасности и их подбору на основе РОП.

Научные работы рассматриваются в базах данных Science Direct, Dergi Park, Web of Science (Publon), Elsiever, Google Scholar, на профессиональных отраслевых платформах по охране труда ILO, EU-OSHA, NEBOSH, IOSH.

Исследование содержит информационно-поисковый, описательный, экспериментальный и результативный этапы исследования. Информационно-поисковый этап включает в себя изучение научно-методической литературы, национальных и межгосударственных стандартов. Данная статья охватывает весь спектр теоретических и методологических обоснований использования СИЗ при оказании РСА, включая нормативные стандарты по использованию СИЗ, действующие в Республике Казахстан в сравнении с международной практикой.

**Ключевые слова:** средства индивидуальной защиты (СИЗ), охрана труда, Трудовой кодекс, коллективный договор, промышленная безопасность, вредные производственные факторы, профессиональные риски, нормативно-техническая база.

**Introduction.** As is known, occupational safety and health requirements are established by regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan and must contain rules, procedures and standards aimed at preserving the life and health of workers in the course of their work.

Occupational safety and health requirements are mandatory for employers and employees when they carry out their activities in the territory of the Republic of Kazakhstan [1].

In the system of measures aimed at ensuring safe working conditions, PPE of workers plays an important role. Ensuring safe working conditions is one of the main tasks of the International Labour Organization (ILO). According to Article 16 of the ILO Occupational Safety and Health Convention, 1981 (No. 155), employers are obliged to ensure the safety of workplaces, machinery, equipment and processes under their control, as well as the use of PPE to prevent accidents or harmful effects on the health of their workers. In all the sources studied, four distinctive approaches to the selection of PPE were found:

- approaches related to the provision of PPE and their proper use (information, training in the correct use of PPE);

- collective, personal disciplinary responsibility for failure to use PPE;

- unification and modernization of protective equipment;

- factor approach [2].

New threats are emerging, principles and approaches to providing PPE during a pandemic are changing, including poorly studied biological threats [3-7].

However, at present there are no works that would cover the entire broad range of theoretical and methodological justification for the use of PPE in the provision of RBA with an analysis of regulatory standards for the use of PPE in force in the Republic of Kazakhstan in accordance with international practice.

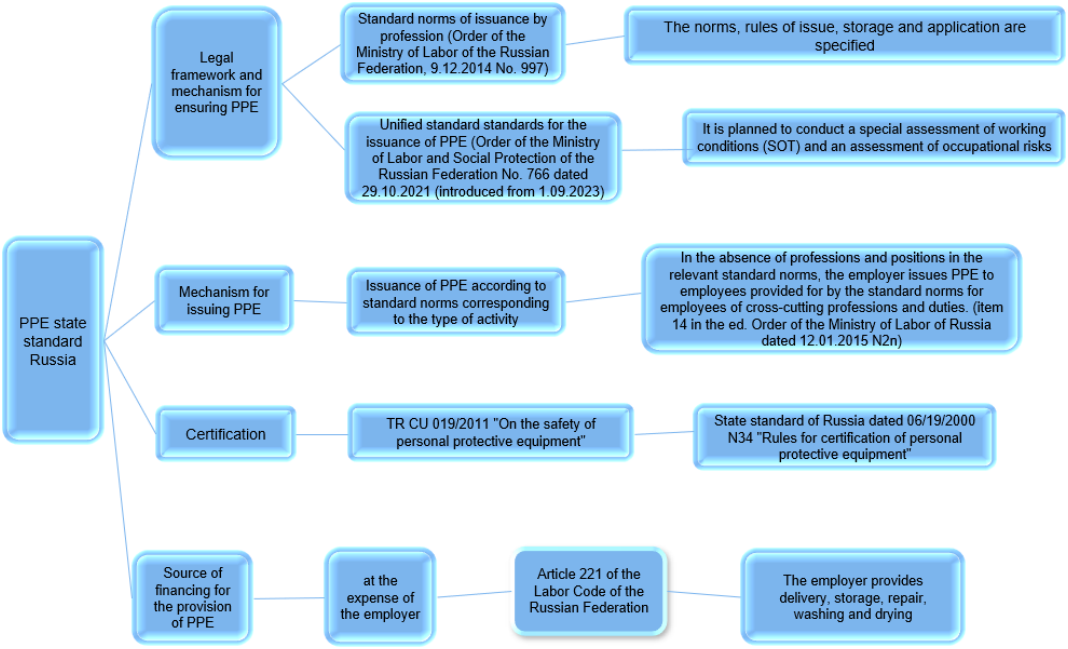



**Fig. 1 - Mechanism for Providing and Issuing PPE in Russia**

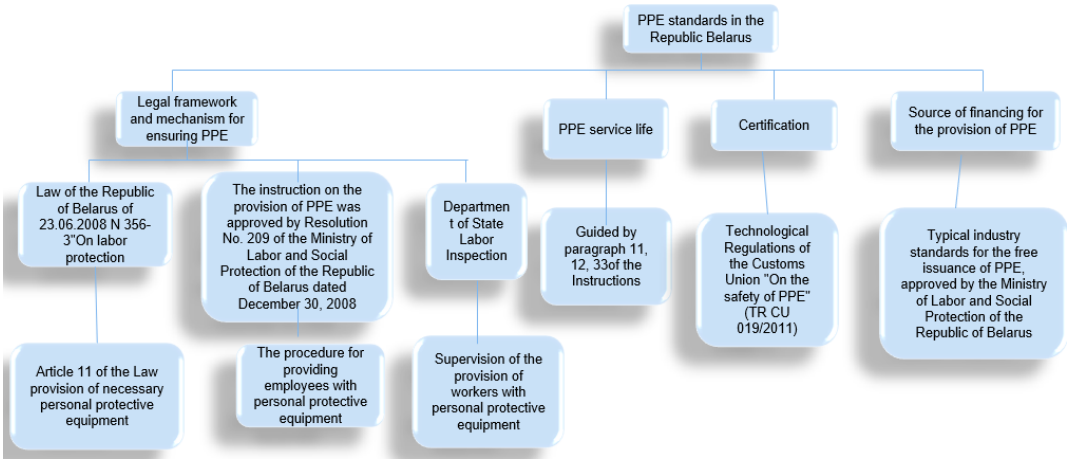



**Fig. 2 - Mechanism for Providing and Issuing PPE in the Republic of Belarus**

**Materials and methods.** The theoretical and methodological basis of the study was based on regulatory documents, scientific works and developments of domestic and foreign scientists on the use of PPE against the impact of harmful and hazardous production factors and their selection based on RBA [8].

The results of the review revealed that in the

post-Soviet countries (RF, RB, RK) PPE and its components must comply with the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union ”On the safety of personal protective equipment” (hereinafter - TR CU019/2011) [9].

In the Russian Federation, there are currently standard standards for the issuance of PPE for 195 professions in accordance with the Order of the Ministry of Labor of Russia dated December 9, 2014 ”On approval of standard standards for the free issuance of special clothing, special footwear and other personal protective equipment to workers of cross-cutting professions and positions of all types of economic activity engaged in work with harmful and (or) hazardous working conditions, as well as in work performed in special temperature conditions or associated with pollution” [10], which specifies the standards, rules for the issuance, storage and use of PPE. In the Republic of Belarus, the procedure for providing workers with PPE is regulated by the Instructions for Providing Workers with PPE. Figures 1 and 2 show the mechanisms for providing and issuing PPE in Russia and the Republic of Belarus, respectively.

Based on the results of the review of best practices in PPE provision mechanisms using the example of Canada, the USA, Great Britain, Poland, and Japan [11-17], two countries from the North American continent were identified as leaders.

The priority in ensuring occupational safety in Canada is the organization of preventive measures, i.e., the reduction and elimination of hazards. PPE is designed to protect against safety and/or health threats. For example, helmets, safety glasses, and safety boots are designed to prevent or reduce the severity of injury in case of emergency (Figure 3).

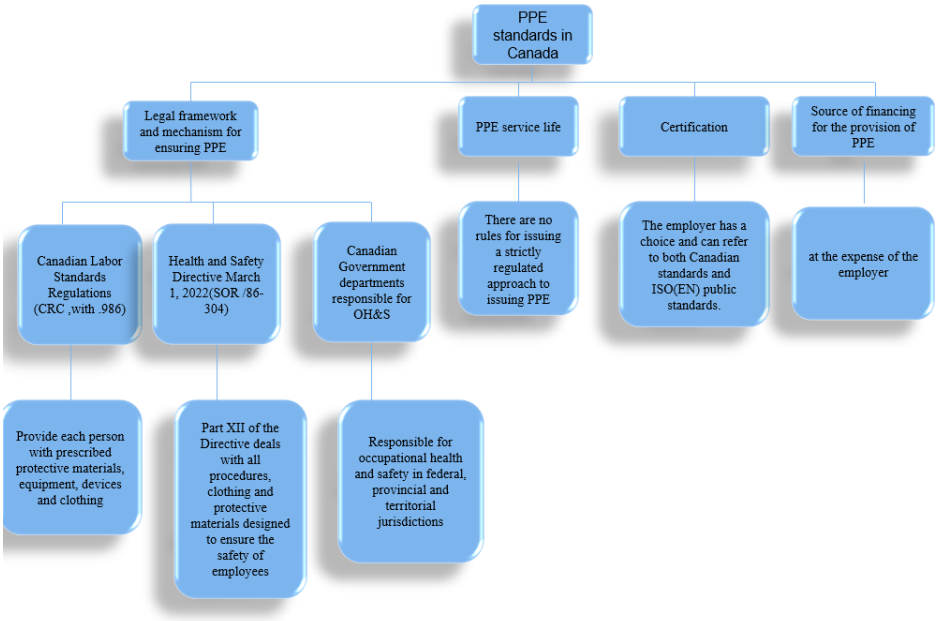



**Fig. 3 - Mechanism for providing and issuing PPE in Canada**

The type and nature of hazards in the workplace in the USA are the main indicators of the correct choice of PPE purchased at the employer’ s expense [12]. At the same time, employees are given instructions on the risks that can be avoided or limited by using PPE, the reasons for using PPE, how to use it safely and effectively, and the actions to maintain it in good condition, such as cleaning, replacing, storing (Figure 4).

In the UK, eliminating the hazard is the most effective way to manage risks. According to the PPE provision policy (Figure 5), after conducting a risk assessment using various control levels, the employer is obliged to provide PPE to its employees at its own expense [13].

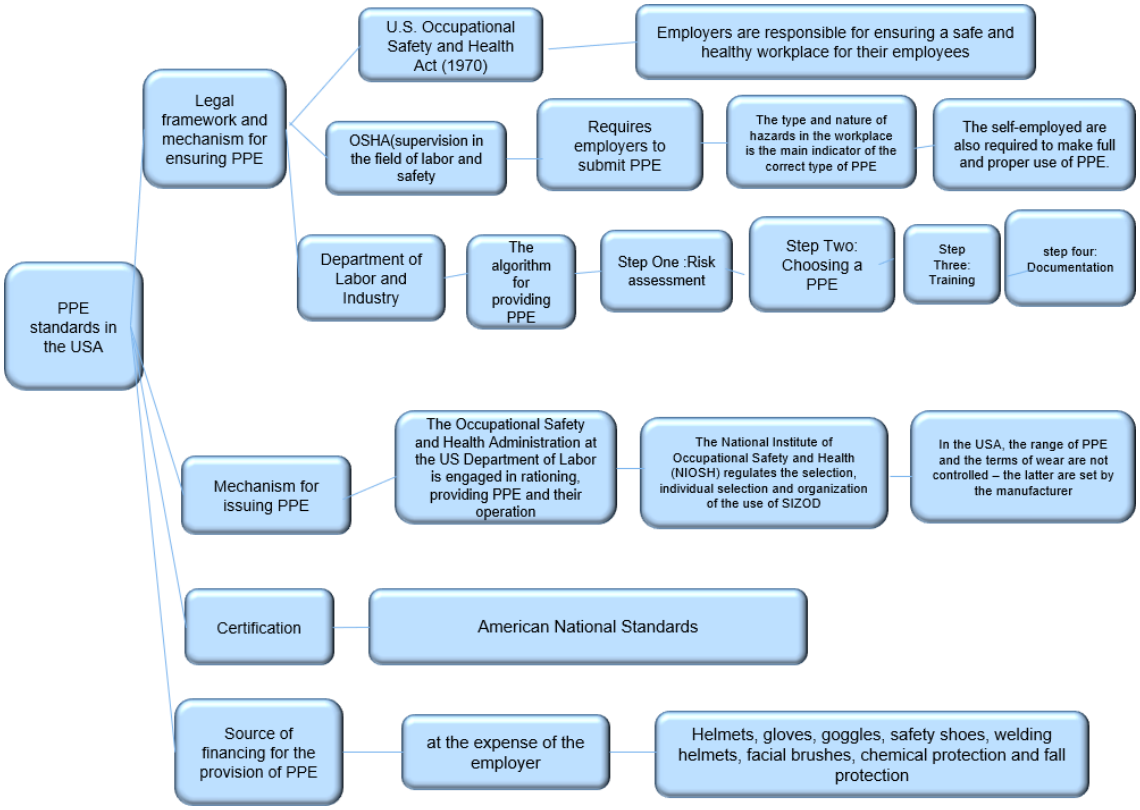



**Fig. 4 - PPE provision and issue mechanism in the USA**

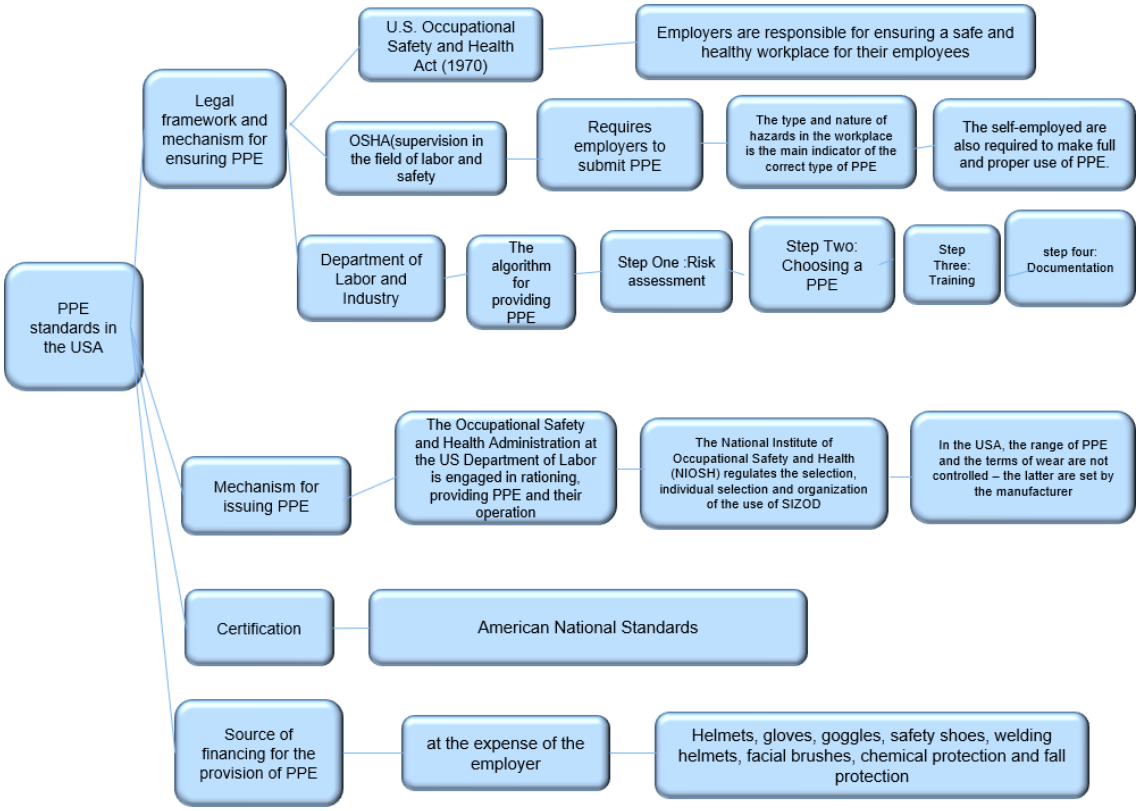



**Fig. 5 - PPE provision and issue mechanism in the UK**

In the EU countries, the conformity assessment processes for personal protective equipment are carried out only in accordance with the EU Regulation 2016/425. Thus, in Poland they must also comply with the requirements specified in the Act dated August 30, 2002 "On the Conformity Assessment System" [14]. In Japan, the regulations on the provision of PPE are based on risk assessment (Figure 6). According to the requirements of the Occupational Safety and Health Act, Japanese employers are required to independently develop accident prevention programs at work and determine what protective equipment they will use to prevent accidents [16].

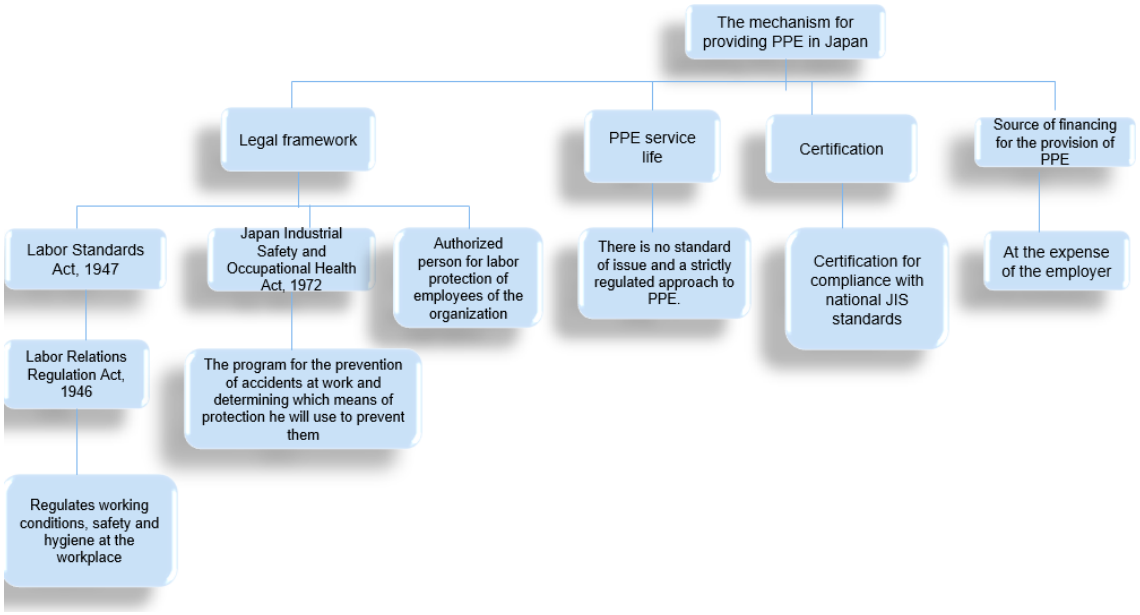



**Fig. 6 - Mechanism for providing and issuing PPE in Japan**

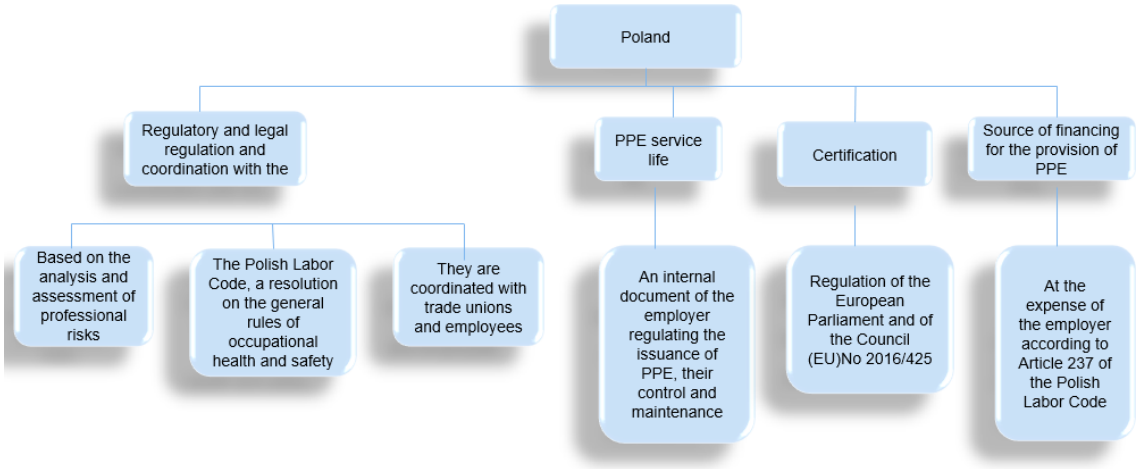



**Fig. 7 - Mechanism for providing and issuing PPE in Poland**

Mixed/hybrid approach – is currently typical for providing PPE in Poland (Figure 7) and Russia. In Poland [14], according to the Labor Code, the employer determines the types of personal protective equipment, as well as work clothes and footwear, the use of which is required in

certain positions. At the same time, this is done on the basis of the Resolution of the Minister of Labor and Social Policy of September 26, 1997 ”On General Rules for Occupational Health and Safety”, which contains detailed rules for the use of PPE, including a list of risks that require personal protective equipment (“Types of work requiring the use of personal protective equipment with an indication and decoding of the types of personal protective equipment”). At the same time, the period of wear and operation is determined based on the manufacturer’ s requirements provided in the documentation for the PPE. Accordingly, the regulatory framework for the list of risks imposes on the employer an obligation to assess the professional risk of each employee, which is provided for by the Labor Code.

Thus, the employer of any enterprise must develop and approve by a local act the standards for the free issuance of PPE to employees, based on the Unified Standard Standards, taking into account the results of the special assessment of working conditions, the results of the assessment of professional risks, the opinion of the representative body of employees. These standards can be developed by the enterprise itself, as well as by involving third-party organizations or specialists [14].

Based on the results of the analysis, the mechanisms and features of the legal regulation of the provision of PPE were grouped as follows:

The list approach, which is based on strict regulatory consolidation of the list of professions and types of work, for which PPE is provided, sets and wearing periods are regulated, in some cases, provision in excess of standards is prohibited. Regulation is carried out on an industry basis, equalizing the working conditions of employees without taking into account the actual state and measures taken by the employer to improve working conditions (change in technology, technical re-equipment, use of collective protective equipment, exclusion of employee employment directly in the zone of exposure to harmful factors, etc.). Approval of standards by an act of the employer is formal in nature, the assessment of the provision of PPE consists in comparing it with uniform/industry standards. This approach is observed in post-Soviet countries such as Russia, Belarus, Kazakhstan.

Risk-oriented approach, which is based on mandatory assessment of the professional risk of a specific employee. The provision of PPE is not standardized at the legislative level, but the employer’ s responsibilities to ensure the protection of employees are legislatively established. However, there are certain PPE that are presented in the standards for specific works (helmet and high-visibility vest for loading and unloading works without the obligation to provide special clothing against contamination, etc.) [18-21]. The standards for issuing and the terms of wearing/operation of PPE are tied to the information contained in the technical documentation for a specific product. The role of employee representatives in this aspect is very important, since the formation of the PPE register by the employer is carried out with their participation/agreement, often with the agreement of the employee himself. This approach is used in Canada, the USA, Great Britain, and Japan.

A mixed/hybrid approach, which is currently typical for providing PPE in Poland and Russia. In Poland, according to the Labor Code, the employer determines the types of personal protective equipment, as well as work clothes and footwear, the use of which is required in certain positions. At the same time, this is done on the basis of the Resolution of the Minister of Labor and Social Policy of September 26, 1997 ”On General Rules for Occupational Health and Safety” [15], which contains detailed rules for the use of PPE, including a list of risks that require personal protective equipment (“Types of work requiring the use of personal protective equipment with an indication and decoding of the types of personal protective equipment”). At the same time, the period of wear and operation is determined based on the manufacturer’ s requirements, given in the documentation for the PPE. Accordingly, the regulatory framework for the list of risks imposes on the employer an obligation to assess the professional risk of each employee, which is provided for by the Labor Code.

Russia is in a transitional stage from the list approach and the hybrid approach used alongside it, characterized by legislative regulation of the procedure for providing PPE (Rules, Standard Standards) without taking into account the industry focus. The key reform provides for the transition from Standard Industry Standards for the Issuance of PPE (more than 60 documents) in favor of Uniform Standard Standards acceptable for all industries and sectors of the economy, which indicate the names of professions, names and types of PPE, their quantities per year. Risk-focused approach consists in introducing standards for the issuance of PPE depending on the hazards that pose a threat to the life and health of workers. A separate appendix provides the names of hazards identified based on the results of the assessment of professional risks, PPE that must be issued with a possible design, additional elements and quantity per year. The approved standards serve as the basis for local regulations at enterprises.

**Results and discussion.** At the same time, the employer' s obligation to use certified PPE remains a single regulated requirement for all approaches. There is a significant regulatory and technical framework, standards, bodies for confirming product compliance with safety and quality requirements, and state control is carried out.

The study found that to ensure occupational safety, it is necessary to identify hazards, subsequently assess the risk of their impact, and provide protective equipment taking into account the risk. The basis for identifying hazards is the classification of hazardous and harmful production factors. It is necessary to highlight those features that will allow the best identification of hazardous and harmful production factors, assess the risks of their impact on the worker' s body, develop protective measures and implement them in practice, thereby preventing injuries and diseases associated with the employee' s work and the employer' s production activities. Based on the classification, it is possible to fully and reliably identify hazards in the workplace [21-24].

In this regard, in the course of scientific work, a classifier of risks associated with the impact of production factors on the worker' s body was developed (Table 1-2) [25,26].

**Table 1 - Classifier of harmful and hazardous production factors**

| No. | Factor code | Name of risks associated with factors of the production environment | Need to provide PPE (+/-) |
|---|---|---|---|
| 1 | **1** | **Impact of industrial factors of mechanical nature** | |
| 2 | **1.1** | **Fall in the work area** | |
| 3 | 1.1.1 | Fall from a height or to a depth | + |
| 4 | 1.1.2 | Fall when slipping on slippery surfaces | + |
| 5 | 1.1.3 | Fall, collapse, avalanche of objects (solid, liquid or gaseous objects) | + |
| 6 | 1.1.4 | Fall, destruction of buildings, structures and their elements | + |
| 7 | **1.2** | **Road accident** | |
| 8 | 1.2.1 | Vehicle collision | + |
| 9 | 1.2.2 | Transport accidents | - |
| 10 | **1.3** | **Impact of production equipment** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 | 1.3.1 | Moving and rotating parts of equipment, mechanisms, machines, tools (impacts, grips, crushing) | + |
| 12 | 1.3.2 | Stationary cutting parts of production equipment, mechanisms, machines, tools (cuts, scratches) | + |
| 13 | 1.3.3 | Impact of high surface temperatures of equipment, mechanisms, machines, tools, liquids, gases, vapors | + |
| 14 | 1.3.4 | Impact of low surface temperatures of equipment, mechanisms, machines, tools | + |
| 15 | **2** | **Impact of production factors of a physical nature** | |
| 16 | **2.1** | **Impact of electric current** | |
| 17 | 2.1.1 | Electric shock from equipment, mechanisms, machines, tools | + |
| 18 | 2.1.2 | Impact of an electric arc | + |
| 19 | **2.2** | **Risk of fire or explosion** | |
| 20 | 2.2.1 | Ignition of flammable substances | + |
| 21 | 2.2.2 | Static electricity | + |
| 22 | 2.2.3 | Exposure to smoke, steam, harmful gases and dust | + |
| 23 | 2.2.4 | Working with pressure vessels | + |
| 24 | **2.3** | ***Climate/microclimate*** | |
| 25 | 2.3.1 | Increased air temperature in open areas | + |
| 26 | 2.3.2 | Decreased air temperature in open areas | + |
| 27 | 2.3.3 | Increased air velocity in open areas | + |
| 28 | 2.3.4 | Increased air humidity in open areas | + |
| 29 | 2.3.4 | Increased air temperature indoors | + |
| 30 | 2.3.4 | Decreased air temperature indoors | + |
| 31 | 2.3.4 | Increased air velocity indoors | + |
| 32 | 2.3.4 | Increased air humidity indoors | + |
| 33 | 2.3.4 | Increased thermal radiation | + |
| 34 | 2.3.4 | Increased atmospheric pressure | - |
| 35 | **2.4** | ***Ionizing radiation*** | |
| 36 | 2.4.1 | Alpha radiation | **+** |
| 37 | 2.4.2 | Beta radiation | **+** |
| 38 | 2.4.3 | Gamma radiation (expository) | **+** |
| 39 | 2.4.4 | X-ray radiation | **+** |
| 40 | 2.4.5 | Electrically charged air particles - aeroions | **+** |

The proposed classifier consists of 6 main groups, 19 names, and 55 subgroups of production factors, and its application is substantiated using examples.

**Table 2 - Classifier of harmful and hazardous production factors**

| No. | Factor code | Name of risks associated with factors of the production environment | Need to provide PPE (+/-) |
|---|---|---|---|
| 1 | **2.5** | ***Non-ionizing radiation*** | |
| 2 | 2.5.1 | Electrostatic field | + |
| 3 | 2.5.2 | Permanent magnetic field (including hypogeomagnetic) | + |
| 4 | 2.5.3 | Industrial frequency electric and magnetic fields | + |
| 5 | 2.5.4 | Broadband electromagnetic fields generated by personal computers | - |
| 6 | 2.5.5 | Infrared radiation | **+** |
| 7 | 2.5.6 | Ultraviolet radiation | + |
| 8 | 2.5.7 | Laser radiation | + |
| 9 | **2.6** | ***Vibroacoustic factors*** | |
| 10 | 2.6.1 | Continuous noise | + |
| 11 | 2.6.2 | Pulsed noise | + |
| 12 | 2.6.3 | General vibration | + |
| 13 | 2.6.4 | Local vibration | + |
| 14 | 2.6.5 | Infrasound | + |
| 15 | 2.6.6 | Ultrasound | + |
| 16 | **2.7** | ***Light environment*** | |
| 17 | 2.7.1 | Insufficient illumination of the work area | + |
| 18 | 2.7.2 | Increased illumination of the work area (brightness of light, direct and reflected, increased pulsation of the light flux) | + |
| 19 | **2.8** | ***Aerosol composition of air*** | |
| 20 | 2.8.1 | Highly and moderately fibrogenic aerosols | + |
| 21 | 2.8.2 | Low-fibrogenic aerosols | + |
| 22 | **3** | **Impact of industrial factors of chemical nature** | |
| 23 | 3.1 | ***Chemical substances contained in the air of the working area (aerosols, vapors, gases, fumes)*** | |
| 24 | 3.1.1 | Acute toxicity substances | **+** |
| 25 | 3.1.2 | Irritant substances | **+** |
| 26 | 3.1.3 | Carcinogenic substances | **+** |
| 27 | 3.1.4 | Allergenic substances | **+** |
| 28 | 3.1.5 | Substances hazardous to reproductive health | **+** |
| 29 | 3.1.6 | Substances prohibited for inhalation and skin contact (antitumor drugs, estrogen hormones, narcotic analgesics) | **+** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 30 | 3.1.7 | Solutions of acids, alkalis, etc., solid and bulk substances that affect the skin and mucous membranes | + |
| 31 | **4** | **Impact of production factors of biological nature** | |
| 32 | 4.1 | Microorganisms-producers, preparations containing living cells and spores of microorganisms | + |
| 33 | 4.2 | Pathogenic microorganisms and viruses (causative agents of especially dangerous and other infectious diseases) | + |
| 34 | 4.3 | Getting of poisons, waste products and plants themselves, insects, arachnids, animals on the skin and inside the body | + |
| 35 | **5** | **Impact of production factors of psychophysiological nature** | |
| 36 | 5.1 | Difficulty of labor | - |
| 37 | 5.2 | Intensity of labor | - |
| 38 | **6** | **Exposure to general industrial contaminants** | |
| 39 | 6.1 | Water (including contaminated) and solutions of non-toxic substances (dyes, adhesives, oily and other substances) and labor products | + |
| 40 | 6.2 | Non-toxic dust (fine chips, small fragments, coarse dust) | + |

The classifier contains the following main names of risks associated with the impact of factors of the production environment and the work process on the worker' s body:

- impact of production factors of a mechanical nature (fall in the work area, road traffic accident, impact of production equipment);

- impact of production factors of a physical nature (electric current, threat of fire or explosion, climate/microclimate, ionizing radiation, non-ionizing radiation, vibroacoustic factors, light environment, aerosol composition of air);

- impact of production factors of a chemical nature (chemical substances contained in the air of the working area (aerosols, vapors, gases, fumes);

- impact of production factors of a biological nature (microorganisms - producers, pathogenic microorganisms and viruses, waste products of plants, insects, arachnids, animals);

- impact of production factors of a psychophysiological nature (severity of work, labor intensity);

- impact of general industrial pollutants (water and solutions of non-toxic substances, non-toxic dust)

**Conclusions.** Analysis of the current mechanisms for providing PPE in the Republic of Kazakhstan has established that regulation is determined by 22 industries and 3,544 professions based on approved standards for issuing special clothing and other personal protective equipment to employees of organizations of various types of economic activity.

Compliance with the established standards in practice puts the employer in a strict framework, on the one hand, with the need to purchase PPE that is inadequate for working conditions, on the other hand, with the impossibility of increasing/decreasing the wearing period and quantity, changing the completeness, etc. The domestic mechanism for providing PPE is characterized by a "list" approach and strict regulation of the types of PPE depending on the profession or position of the employee, which in some cases leads to the creation of barriers in ensuring safe work at enterprises. At the same time, the experience of developed countries shows the effectiveness of using RBA in providing PPE.

Thus, developed foreign countries use models

for providing PPE based on an assessment of professional risks, analyzing specific hazards and providing relevant means of protection against them. The introduction of risk assessment into the labor legislation of the Republic of Kazakhstan and the existing regulatory mechanism for the provision of PPE, which does not take into account the specifics of the labor process and the presence/absence of harmful production factors and professional risks, requires revision. It is assumed that based on the results of the assessment of professional risks, as well as taking into account the physical, chemical, biological factors of the production environment and factors of the labor process, employers should be able to independently develop and approve standards for providing PPE to employees of the enterprise [2].

In this regard, it is necessary to improve the current regulatory mechanism for providing special clothing, footwear and other PPE with increased flexibility in determining the contingent of employees, choosing protective equipment, assigning additional sets, replacement and complex PPE, service life.

Thus, the employer of any enterprise must develop and approve by a local act the standards for the free issuance of PPE to employees, based on the unified standard guidelines, taking into account the results of the special assessment of working conditions, the results of the assessment of professional risks, the opinion of the representative body of employees. These standards can be developed by the enterprise itself, or by involving third-party organizations or specialists.

Considering that the range of modern PPE fully covers protection against all possible factors of the production environment and professional risks, a methodology for providing PPE based on RBA will be developed and implemented, as well as a nomenclature of PPE corresponding to the degree and type of exposure to harmful and (or) hazardous production factors [2].

Also, based on the results of the study, a classifier of risks associated with the impact of production factors on the worker' s body, as well as a classifier of harmful and hazardous production factors were developed.

***Financing:*** *This research has been/was/is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR22182667 "Working Conditions and Occupational Risks: Classification, Categories, and Grouping Criteria in the Transition to the "Green Economy").*

## References

1. Labor Code of the Republic of Kazakhstan. Code of the Republic of Kazakhstan dated November 23, 2015 No. 414-V ZRK. https://adilet.zan.kz.Data obrashhenija: 13.10.2024. [in Russian].

2. Risk-orientirovannyj podhod k obespecheniju sredstvami individual' noj zashhity na predprijatii // Kollektiv avtorov pod redakciej Abikenovoj Sh.K. Nauchno-informacionnoe izdanie. ISBN 978-601-08-2792-9. – Nur-Sultan: RGP na PHV "RNIIOT MTSZN RK", 2022. -220 s.[in Kazakh].

3. Personal Protective Equipment and the Role of a Trained Observer, NETEC [URL: http://file.lacounty.gov]. Data obrashhenija:13.10.2024.

4. Foster, J., Hodder, S.G., Goodwin, J., Havenith, G. (2020). Occupational heat stress and practical cooling solutions for healthcare and industry workers during the COVID-19 pandemic// Ann Work Expo Health.-2022.-Vol.64(9).- P. 915-922. DOI 10.1093/annweh/wxaa082

5. Zakon Respubliki Kazahstan "O biologicheskoj bezopasnosti Respubliki Kazahstan" Postanovlenie Pravitel' stva Respubliki Kazahstan ot 21 maja 2022 goda № 122-VII ZRK https://adilet.zan.kz. [in Russian]. (Data obrashhenija: 28.04.2022).

6. Ortega, R., Gonzalez, M., Nozari, A., & Canelli, R. (2020). Personal Protective Equipment and Covid-19//The New England journal of medicine.-2020.- Vol. 382(26).- e105. DOI 10.1056/NEJMvcm2014809

7. Pritchard, A. (2020). Personal protective equipment//Australian journal of general practice/-2020. DOI 10.31128/AJGP-COVID-07

8. Tehnicheskie reglamenty Tamozhennogo sojuza. O bezopasnosti sredstv individual' noj zashhity (TR TS 019/2011) / Prinjat resheniem Komissii Tamozhennogo sojuza ot 9 dekabrja 2011 g. № 878. https://adilet.zan.kz. [in Russian]. Data obrashhenija: 30.10.2024.

9.Prikaz Ministerstva truda i social' noj zashhity Rossijskoj Federacii ot 9 dekabrja 2014 g. «Ob utverzhdenii tipovyh norm besplatnoj vydachi special' noj odezhdy, special' noj obuvi i drugih sredstv individual' noj zashhity rabotnikam skvoznyh professij i dolzhnostej vseh vidov jekonomicheskoj dejatel' nosti, zanjatym na rabotah s vrednymi i (ili) opasnymi uslovijami truda, a takzhe na rabotah, vypolnjaemyh v osobyh temperaturnyh uslovijah ili svjazannyh s zagrjazneniem» https://normativ.kontur.ru. [in Russian]. Data obrashhenija: 30.10.2024.

10. Prikaz Ministerstva truda i social' noj zashhity Rossijskoj Federacii ot 16.11.2020 № 782n. "Ob utverzhdenii Pravil po ohrane truda pri vypolnenii rabot na vysote" https://normativ.kontur.ru. [in Russian]. Data obrashhenija: 30.10.2024.

11. Technical Report TR-0200 (4230-46)-3. Aerospace Corporation, Los Angeles, California, USA. The Infrastructure Health and Safety Association (IHSA) https://www.ihsa.ca. Date of access: 30.10.2024.

12. Occupational Safety and Health Administration: Employer Payment for Personal Protective Equipment; Final Rule. https://www.osha.gov. Date of access: 02.12.2024.

13. Rules for using PPE in the UK. UK Statutory Instruments, 2022 No. 8: The Personal Protective Equipment at Work (Amendment) Regulations 2022. https://www.hse.gov.uk. Date of access:11.01.2025.

14. Law of August 30, 2002 on the conformity assessment system. [Electronic resource]. https://isap.sejm.gov.pl. Date of access: 11.01.2025.

15. Decree of the Minister of Labor and Social Policy Poland Republic of September 26, 1997. On general rules of labor protection and safety at work. https://www.global-regulation.com Date of access: 30.10.2024.

16. Japan International Cooperation Agency. JICA standard safety specification (JSSS). https://www.jica.go.jp. Date of access: 08.01.2025

17. Vukicevic, A.M., Djapan, M., Isailovic, V., Milasinovic, D., Savkovic, M., Milosevic, P. (2022). Generic compliance of industrial PPE by using deep learning techniques// Safety Sci.- 2020.-Vol.148(5) : 105646. DOI 10.1016/j.ssci.2021.105646

18. Balamurugan, B., Grant, R., Gaurav N. PPE Compliance Detection using Artificial Intelligence in Learning Factories //Procedia Manufacturing.-2020.- Vol.45.- P.277-282. DOI 10.1016/j.promfg.2020.04.017

19. Kursunoglu, N., Onder, S., Onder, M. (2022). The Evaluation of Personal Protective Equipment Usage Habit of Mining Employees Using Structural Equation Modeling//Safety and Health at Work.-2022.-Vol.13(2).- P. 180-186. DOI 10.1016/j.shaw.2022.03.004

20. Jack C.P.Cheng, Peter Kok-YiuWong, Han Luo et al. Vision-based monitoring of site safety compliance based on worker re-identification and personal protective equipment classification//Automation in Construction.-2022.-Vol.139. DOI 10.1016/j.autcon.2022.104312

21. Sholpan Abikenova, Gulnara Issamadiyeva, Elmira Kulmagambetova, Gulzhan Daumova, Nazgul Abdrakhmanova. Assessing Occupational Risk: A Classification of Harmful Factors in the Production Environment and Labor Process // International Journal of Safety and Security Engineering. -2023ю Vol. 13(5).- P.871-881 DOI10.18280/ijsse.130511

22. GOST 12.0.003-2015 "Systema standartov po ohrane truda. Opasnye I vrednye proizvodstvennye

factory. Klassifikacya" GOST RK https://online.zakon.kz [in Russian]. Data obrashhenija: 11.01.2025)

23. Opasnye i vrednye proizvodstvennye faktory. [Jelektronnyj resurs]. https://nalog-nalog.ru]. [in Russian]. Data obrashhenija: 15.10.2024

24. Metodicheskie rekomendacii: Gigienicheskie kriterii ocenki i klassifikacija uslovij truda po pokazateljam vrednosti i opasnosti faktorov proizvodstvennoj sredy, tjazhesti i intensivnosti trudovogo processa. Utverzhdeno prikazom Predsedatelja Komiteta sanitarno-jepidemiologicheskogo nadzora Ministerstva zdravoohranenija Respubliki Kazahstan ot 31 dekabrja 2020 goda № 24. https://online.zakon.kz]. [in Russian]. Data obrashhenija: 15.10.2024.

25. A.S. № 28600 ot 06.09.2022 g. Nomenklatura sredstv individual' noj zashhity v zavisimosti ot vrednyh proizvodstvennyh faktorov i stepeni ih vozdejstvija / Zajavitel': Respublikanskij nauchno-issledovatel' skij institut ohrany truda Ministerstva truda i social' noj zashhity naselenija Respubliki Kazahstan, Astana, 2022 g.

26.Abikenova Sh., Issmadiyeva G., Kulmagambetova E., Daumova G. Assessing Occupational Risk: A Classification of Harmful Factors in the Production Environment and Labor Process// International Journal of Safety and Security Engineering.- 2023.-Vol/13(5).-P.871-881 DOI. 10.18280/ijsse.130511

***Information about the author***

Bekmagambetov A.- higher law degree, candidate of legal sciences, Associate Professor, REM with RSE Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan, Astana,Kazakhstan,e-mail: Adilet1979@mail.ru;

Kulmagambetova E. - candidate of chemical science, Leading Researcher of the Department of Monitoring and Occupational Health, REM with RSE Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan,e-mail: elya_kulmagambet@.mail.ru;

Madeniyet Y. - Candidate of Chemical Science, Dean of the Faculty of Natural Sciences, Professor «Toraighyrov University» NCJSC, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: yelubay.m@tou.edu.kz;

Rakhmetova A. - candidate of medical science, Associate Professor Head of the Department of Monitoring and Occupational Health, REM with RSE Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan, e-mail:elya_ra_anar@.mail.ru;

Tolegenov D.- Researcher at the Department of Chemistry and Chemical Technologies «Toraighyrov University»

NCJSC, Faculty of Natural Sciences, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: www.dika-92@mail.ru

***Сведения об авторах***

Бекмагамбетов А.- кандидат юридических наук, ассоцированный профессор, Республиканский научно - исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан и. о. генерального директора, e-mail: Adilet1979@mail.ru;

Кульмагамбетова Э.- кандидат химических наук, Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, ведущий научный сотрудник отдела биомониторинга и гигиены труда, e-mail: elya_kulmagambet@.mail.ru;

Маденият Е. - кандидат химических наук, профессор декан факультета естественных наук, НАО «Торайгыров Университет»,Павлодар, Казахстан, e-mail: yelubay.m@tou.edu.kz;

Рахметова А. - кандидат медицинских наук, доцент, Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», руководитель отдела биомониторинга и гигиены труда, Астана, Казахстан, e-mail: elya_ra_anar@.mail.ru;

Төлегенов Д. - научный сотрудник кафедры «Химия и химические технологии», НАО «Торайгыров университет», факультет естественных наук, Павлодар, Казахстан, e-mail: www.dika-92@mail.ru

IRSTI 47.09.48 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-795**

# IMPORTANCE OF MXENE NANOCOMPOSITES IN THE DETECTION OF HEAVY METALS

**D.B. Konarbay, Y. Bakytkarim, Zh.S. Mukataeva, N.A. Shadin, D.A. Karazhanova, Zh.R. Kozhagulova**

*Abai Kazakh National Pedagogical University», Almaty city, Kazakhstan*
*Corresponding-author:* konarbay98@bk.ru, Rysgul_01_88@mail.ru

One of the strongest and most common chemical pollution is its environmental pollution with heavy metals. Heavy metals are actively involved in biological processes, which are part of many enzymes. The toxicity of heavy metal ions causes a number of harm to environmental components and human health. That is why the detection of heavy metals is so important. The creation of a reliable and effective system for detecting heavy metals is crucial. And traditional detection methods are often not enough to meet the current needs. Therefore, the use of electrochemical sensors in the detection of heavy metals is currently taking an important place. Electrochemical sensors have become a promising area of research due to their unique capabilities. Improving the detection efficiency of electrochemical sensors is the main area of research. The leading strategy for significantly improving detection performance involves adding nanomaterials to electrochemical sensors. This review compares MXene nanocompasites with the achievements of nanomaterials in the field of electrochemical sensors in recent years. This makes it possible to obtain new ideas for the manufacture of electrochemical sensors with high sensitivity and low detection threshold. We believe that knowing and combining the benefits of different nanomaterials to produce innovative electrode modification materials can eliminate the risk of heavy metal ions in many food, environmental and other industries.

**Keywords:** heavy metals, electrochemical sensors, nanomaterials, modification, MXene nanocomposites.

# АУЫР МЕТАЛДАРДЫ АНЫҚТАУДА MXENE НАНОКОМПОЗИТТЕРДІҢ МАҢЫЗЫ

**Д.Б. Қонарбай, Ы. Бақытқәрім, Ж.С. Мұқатаева, Н.А. Шадин Д.А. Каражанова, Ж.Р. Кожагулова**

*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті», Алматы, Қазақстан,*
e-mail: *konarbay98@bk.ru, Rysgul_01_88@mail.ru*

Ең күшті және ең көп таралған химиялық ластанудың бірі - ол қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы. Ауыр металдар көптеген ферменттердің құрамына кіретін биологиялық процестерге белсенді қатысады. Ауыр металл иондарының уыттылығы қоршаған орта компоненттеріне және адам денсаулығына бірқатар зиянын келтіреді. Сондықтан да ауыр металдарды анықтау өте маңызды болып табылады. Ауыр металдарды анықтау үшін сенімді және тиімді жүйені құру қажет. Ал дәстүрлі анықтау әдістері көбінесе қазіргі қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін жеткіліксіз. Сондықтанда қазіргі кезде ауыр металдарды анықтауда электрохимиялық сенсорларды қолдану маңызды орын алып отыр. Электрохимиялық сенсорлар өзінің ерекше мүмкіндіктерінің арқасында зерттеудің перспективалық бағытына айналды. Электрохимиялық сенсорларды анықтау тиімділігін арттыру зерттеудің негізгі бағыты болып табылады. Анықтау өнімділігін айтарлықтай жақсартудың жетекші стратегиясы наноматериалдарды электрохимиялық сенсорларға қосуды қамтиды. Бұл шолу MXene нанокомпазиттерін соңғы жылдардағы электрохимиялық сенсорлар саласындағы наноматериалдардың жетістіктерін салыстырады. Бұл жоғары сезімталдығы бар және анықтау шегі төмен электрохимиялық сенсорларды дайындау үшін жаңа идеялар алуға мүмкіндік береді. Электродтарды модификациялау үшін инновациялық материалдар алу үшін әртүрлі наноматериалдардың артықшылықтарын білу және біріктіру көптеген азық-түлік, экологиялық және де басқа салалардағы ауыр металл иондарының қаупін жоя алады деген ойдамыз.

**Түйін сөздер:** Ауыр металдар, электрохимиялық сенсорлар, наноматериалдар, модификация, MXene нанокомпозиттері.

## ВАЖНОСТЬ НАНОКОМПОЗИТОВ MXENE ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Д.Б. Конарбай✉, Ы. Бакыткарим✉, Ж.С. Мукатаева, Н.А.Шадин, Д.А. Каражанова, Ж.Р. Кожагулова**

*Казахский национальный педагогический университет имени Абая», г. Алматы, Казахстан, e-mail: konarbay98@bk.ru, Rysgul_01_88@mail.ru*

Одним из самых сильных и распространенных химических загрязнений является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Тяжелые металлы активно участвуют в биологических процессах, входя в состав многих ферментов. Токсичность ионов тяжелых металлов наносит ряд повреждений компонентам окружающей среды и здоровью человека. Именно поэтому обнаружение тяжелых металлов так важно. Необходимо создать надежную и эффективную систему для обнаружения тяжелых металлов. А традиционных методов обнаружения зачастую недостаточно для удовлетворения современных потребностей. Поэтому использование электрохимических сенсоров для обнаружения тяжелых металлов в настоящее время занимает важное место. Электрохимические сенсоры стали перспективным направлением исследований благодаря своим уникальным возможностям. Повышение эффективности обнаружения электрохимических сенсоров является основным направлением исследований. Ведущей стратегией для значительного повышения эффективности обнаружения является добавление наноматериалов в электрохимические сенсоры. В данном обзоре сравниваются нанокомпозиты MXene с достижениями наноматериалв в области электрохимических сенсоров за последние годы. Это позволяет получить новые идеи для изготовления электрохимических сенсоров с выской чувствительностью и низким порогом обнаружения. Мы считаем, что знание и комбинирование преимуществ различных наноматериалов для создания инновационных материалов для модификации электродов может устранить опасность ионов тяжелых металлов во многих пищевых, экологических и других отраслях промышленности.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, электрохимические сенсоры, наноматериалы, модификация, нанокомпозиты MXene.

**Introduction.** Heavy metals are particularly biodegradable pollutants. They enter aquatic ecosystems, enter water and sediment phases, accumulate in organisms, and even at low levels cause a number of serious diseases and disorders [1-4]. For example, neurological, cardiovascular, respiratory and reproductive diseases [5]. Heavy metals in the environment pose a serious threat to wildlife and human health because they are bioavailable and can be absorbed and enriched in food [6]. Toxic metals are largely distributed into the environment. The distribution of heavy metals by wind in the form of particles or vapor depends on their physical state. The meta-components move from the atmosphere to the soil or water surface, resulting in environmental pollution. Industrial wastewater is a major source of metal pollution in the hydrosphere. Wastewater containing toxic heavy metals like nickel, lead, copper, chromium, cadmium, and arsenic poses environmental and health hazards [7]. Heavy metals affecting human health include elements such as mercury, nickel, lead, chromium, cadmium, aluminum and copper [8]. Heavy metals in water, air and soil can be transferred to plants, aquatic organisms and organisms and then enter the food chain and pose a threat to human health [9].

Year after year, the population around the world is growing. As the world' s population grows, the demand for food, drinking water and many other industries increases. Due to the increased demand, the quality requirements for food and drinking water are increasing. To ensure consumer safety, we must detect harmful substances present in very low concentrations. One of the most commonly used

methods today is the use of electrochemical sensors.

Electrochemical sensors are tools for detecting and counting heavy metals because they tend to be highly specific, sensitive, inexpensive and portable. This makes them valuable for small and mobile remote applications. Since complete elimination of food and drinking water contamination may not seem possible in the near future, assessment of legal limits should always be considered in the context of general nutrition, especially in the case of children. Ongoing research continues to improve sensor performance, enhance detection capabilities, and address calibration, interference, and sample preparation issues, further advancing the development of electrochemical sensors in food safety applications [10].

The world of sensors is diverse and due to this, it is developing at a rapid pace. Due to continuous technological improvement it is becoming more and more in demand. Electrochemical sensors are a convenient solution for variable analyzer detection due to their low cost and availability and are widely used in agriculture, food and oil industry as well as in environmental and biomedical fields. Electrochemical sensors have long been required for the study of biological substances. The sensors are characterized not only by their durability, high sensitivity and accuracy, but also by their low cost, speed and simplicity. Many nanomaterials have been obtained in more than two decades. Specific metals, conducting polymers, metal oxides and organometallic and carbon-based nanomaterial structures. Nanomaterials contribute to the analytical performance included in electrochemical analysis. This modification increases the payload capacity by utilizing recognition molecules such as enzymes, antibodies and aptamers as well as bioinspired receptors that can accurately and efficiently capture the target, thereby increasing the specificity of electrochemical sensors [11].

**Table 1 - Lists many MXene-based sensors and their corresponding applications [19]**

| Nanocomposite components | Application |
|---|---|
| $Ti_3C_2$ / reduced graphene oxide | Pressure sensor |
| $Ti_3C_2$/ Ag nanowire | Strain sensor |
| $Ti_3C_2$ / chitosan | Biosensor for detecting pesticides |
| $Ti_3C_2$ / Nafion | Detecting nitrile ions |
| $Ti_3C_2$ / PANI | Ethanol, methanol, ammonia, and acetone detection |
| $Ti_3C_2$ / polyurethane | Stretchable strain sensing fabric |
| $Ti_3C_2$/ poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene) | Capacitive pressure sensor |
| $Ti_3C_2$ / natural microcapsules | Epidermal flexible pressure sensors |
| $Ti_3C_2$ / poly(dimethylsiloxane) | Skin conformal sensors for health monitoring |
| $Ti_3C_2$ / gold nanoparticles | Glucose detection biosensor |
| $Ti_3C_2$ and $TiO_2$ | $H_2O_2$ detection |
| hollow MXene spheres/ reduced graphene | Piezoresistive pressure sensor |
| $Ti_3C_2$ / ink | Strain sensor for health monitoring |

Electrochemistry-an important quantitative analysis strategy for testing various biochemical entities such as proteins, metabolites, neurotransmitters, electrolytes, heavy metals, etc. Further,

demonstrating wide applications in the fields of private health care, public health, clinical diagnostics, food safety and environmental analysis [12-14]. Generally, a complete electrochemical conversion system usually consists of two parts: sensing electrodes and electrochemically sensitive circuits. The former is used to convert biochemical signals into electrical signals. The latter uses various electrochemical test methods to excite the electrodes with voltage, collect, process, analyze the data and transmit them as electrical signals [15,16].

MXenes' electrical conductivity, rich surface chemistry and high aspect ratio are attractive characteristics for sensor processing . The ideal sensor has high performance, low detection , low production cost, low hysteresis, fast and efficient processing reaction, as well as fast recovery properties during reuse . Pressure and deformation sensors are production responsible in a wide pressure range and require high performance in thousands of deformation cycles. The cycles require high resistance in thousands of deformation cycles. The sensors demonstrated this product when made from MXenes, mxen/polymer nanocomposites, and mixed two-dimensional (2D) mxen-based heterostructures. Examples: silver nanoparticles, carbon nanotubes, and graphene oxide nanoparticles are 0D, 1D, and 2D nanoparticles that were combined with MXene and used to create Mxene-based 2D heterostructures [17].The latter includes mxen and heterostructure of 0D, 1D or 2D nanomaterials. These are heterostructures, as well as the detection of pure MXene and MXene /polymer nanocomposites and toxic compounds in food, monitoring of human movements and health status, gas and condition measurement, voice recognition and other input in sensory systems. appropriateness, voice recognition and other aspects [18].

MXene performance in sensor systems depends on the type and concentration of surface functional groups (hydroxyl, oxygen, fluorine, chlorine). For example, the simulation results showed that oxygen-ending MXene has excellent performance for ammonia detection, while hydroxyl-ending MXene has better performance for ethanol detection.To further improve the electrochemical performance of electrochemical sensors, sensitive Nanomaterials and 2D materials have been introduced due to high electrocatalytic effect and high electrical conductivity [20].

Mxene is a novel 2D material with a rare combination of properties such as electrical and metallic conductivity, hydrophilicity, biocompatibility and large surface area , convenient size customization, rich surface chemistry, flexibility, and layered structure. Due to its versatile properties, MXene is considered as a building material for future materials and devices [21].

As an electrode material, MXene is a potential candidate for synthesis for various energy storage devices such as supercapacitors and batteries. Composites based on metal oxides and metal sulfides are the most effective electrode materials for supercapacitor electrodes. Research was carried out to improve the properties of MXene-based composites [22 ].

**Table 2 - Advantages and disadvantages of MXepe materials**

| | Advantages | Disadvantages |
|---|---|---|
| **MXene** | - Stability<br>- Optical properties<br>- Good hydrophilicity<br>- Conductivity<br>- Outstanding mechanical properties<br>- Thermal effect<br>- Excellent biocompatibility<br>- High electrical conductivity | - The preparation process of MXene sensitive materials must be further developed<br>- The abundant functional groups on the surface of MXene materials endow them with customizable optical and electrical properties, but also bring new challenge |

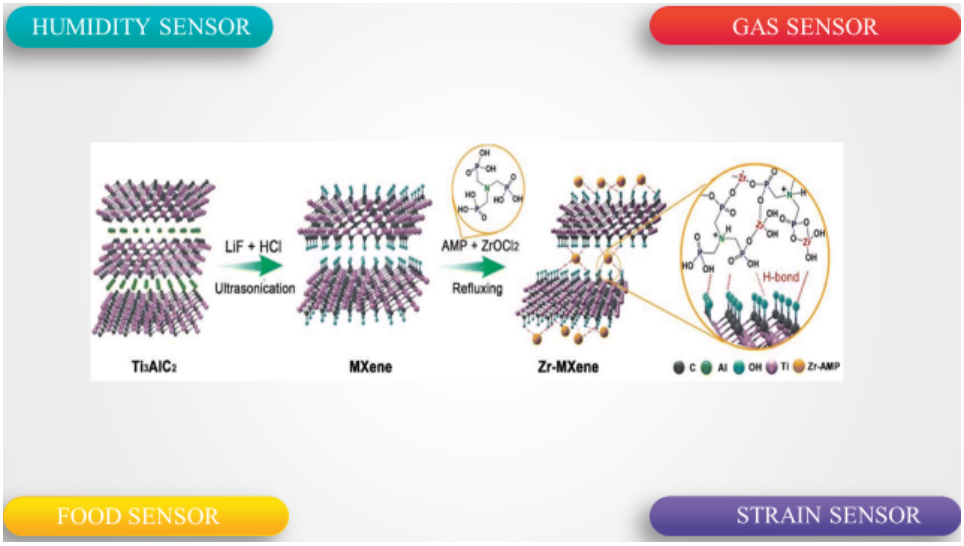



**Figure 1 - Types of Mxene-based sensors [19]**

**Materials and methods.** *Nanocomposite $WO_3$/Mxene*

Al-Zoha Wapsi and others [23] used a hydrothermal method for the synthesis of tungsten oxide nanorods. The synthesis of $WO_3$/MXene by a simple ultrasound method was carried out. The samples obtained were characterized by structural, spectral, morphological and elemental analysis. The photocatalytic and antibacterial activity of synthesized samples, these aspects are discussed in detail. Max ($Ti_3AlC_2$) powder was used in a 50 ml Teflon container to synthesize MXene with the formula $Ti_3C_2Tx$ used. To synthesize MXene with the formula $Ti_3C_2Tx$ in a 50 ml Teflon container. For MXene synthesis, 10 ml of HF is poured into a Teflon container and then released into a suction cup . Then, instead of low HF, MAX 0.5 g powder and a pinch were added. The mixture was equipped with magnetic instruments for an hour at room temperature.

The combustion optimization of the mixture was carried out at the installation temperature for 24 hours with magnetic power. Deionized (DI) water was added to dilute the product, and MXene was obtained by centrifugation at more than 5000 rpm. The washing of these deposits was performed until the PH reached 6. The Aqueous Dispersion was carried out using a PTFE membrane by vaum filtration. Filtrate is here.

For FESEM analysis, samples were sprayed with gold for 120 seconds at a current of 15 ma. Figure-2 A, B $WO_3$ and $WO_3$/MXene nanocomposite

morphology control. Figure-2 - (a) illustrates the block/stick pattern morphology of $WO_3$. Figure-2 (b) MXene $WO_3$ is defined as impregnated with nano wires. MXene Nano sample structure formation in Figure 2 - (c). The size of the $WO_3$ was about 13 nm, after the reduction of FESEM. The MXene layer was estimated at ~175 nm on an additional micro-image. For FESEM analysis, the samples were subjected to gold spraying for 120 seconds at a current of 15 ma. Figure-2 A,B $WO_3$ and $WO_3$/MXene nanocomposite morphology control. Figure 1 shows the morphology of $WO_3$ with a block or stick inscription. Figure - 2 (b) MXene $WO_3$ is detected in an impregnated manner with nano wires. Figure 2 (c) shows the MXene formation of the nanoscale structure. The size of the $WO_3$ volume was about 13 nm, which is after the reduction of FESEM. In the micrograph, the size of the mxen layer was 175 nm.

In this paper, A.Z. Warsi, Aziz, F. Zulfiqar et al. prepared $WO_3$, MXene and $WO_3$/MXene nanocomposite which showed potential applications in biological and environmental remediation. $WO_3$, MXene and WO/Mxene nanocomposite were synthesized by hydrothermal method, wet chemical etching and sonication, respectively. XRD, XRD, FTIR, EDX and FESEM were used to determine the structural, spectral, elemental and morphological characteristics of the synthesized samples, respectively. BET analysis was performed to determine the surface area. The photocatalytic degradation of methylene blue using $WO_3$, MXene and $WO_3$/MXene nanocomposites was 99%, 54% and 89%, respectively. The photocatalytic activity of $WO_3$ was significant. MXene is a two-dimensional material with very low photocatalytic activity, which acts only as an auxiliary material to enhance the photocatalytic ability of the composite with $WO_3$.

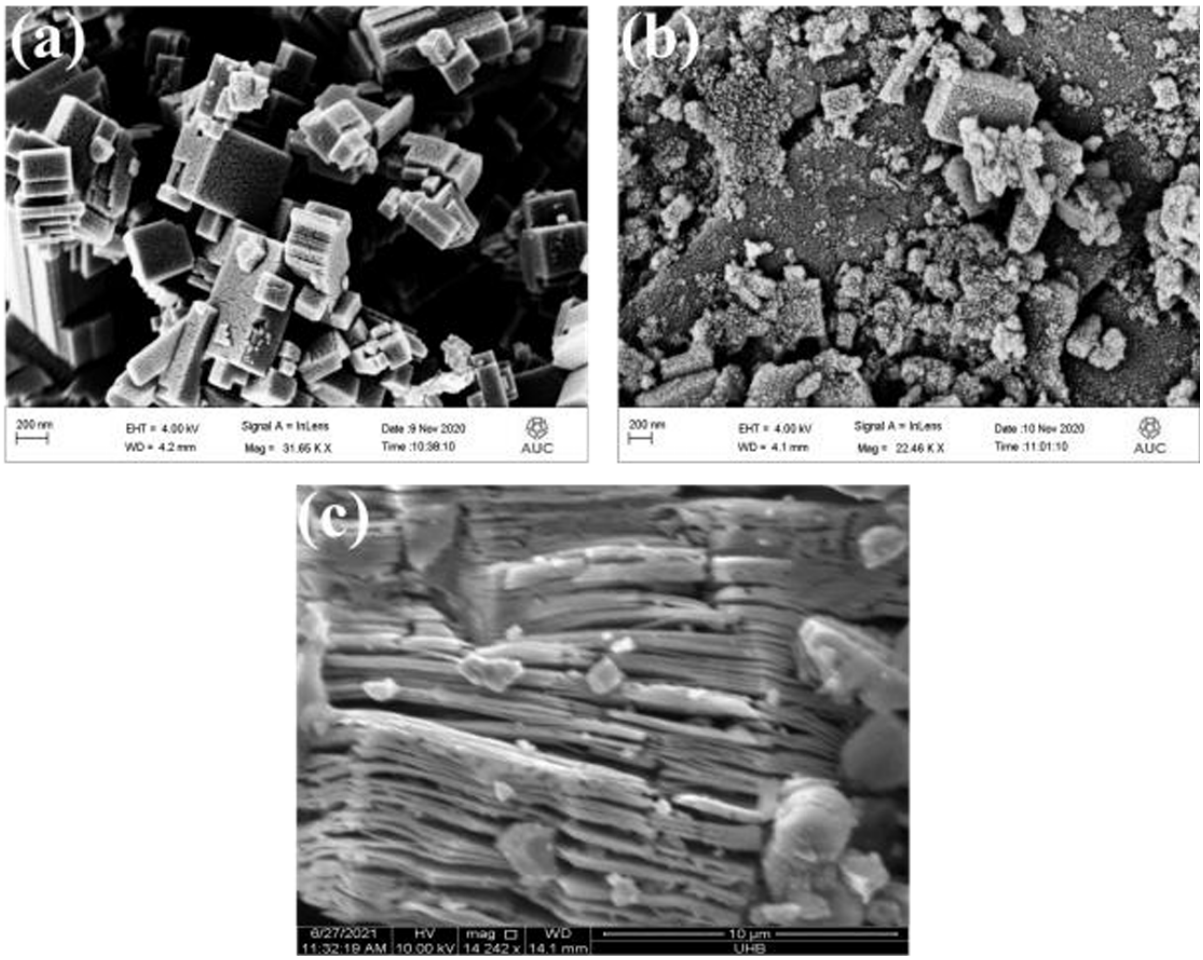



**Figure 2 - FESEM images (A) $WO_3$, (b) $WO_3$/MXene nanocomposite and (c) MXene [23]**

The prepared samples also showed good antibacterial activity against bacteria of positive strain; in case of negative strains, $WO_3$, MXene and $WO_3$/MXene nanocomposite showed antibacterial activity at high concentrations [23].

*$Bi_2S_3$/MXene nanocomposite*

In a study [24] by S. Sinha, A. Raucci et al. developed a novel electrochemical sensing platform using $Bi_2S_3$/MXene nanocomposite. The modified shape, composition and electrical characteristics of the prepared composites and their electrodes were studied by various electrochemical methods SEM, XRD, XPS and others. A 1 mg/ml solution of $Bi_2S_3$/Mxene nanocomposite was prepared by dispersing DI (deionized) in water. This standard solution was the base of the electrode modification process. This initial solution base served as the electrode modification process. An 8 μL dispersion of $Bi_2S_3$/Mxene nanocomposites was carefully placed on the surface of SPE to modify the electrode. $Bi_2S_3$/Mxene nanocomposites were synthesized directly by microwave-assisted hydrothermal method. The figure below shows the accumulation of 3 - (A) [24] $Bi_2S_3$ nanoparticles. These are granular nanoparticles with diameters ranging from 70 to 100 nm. And figure 3 - (B) shows the MXene SPE image. This figure shows the complex layered lamellar structure of MXene after removing the Al layers from the MAX phase. SEM image of $Bi_2S_3$-MXene nanocomposites are shown in Fig.3C and 3D (small and large scale).

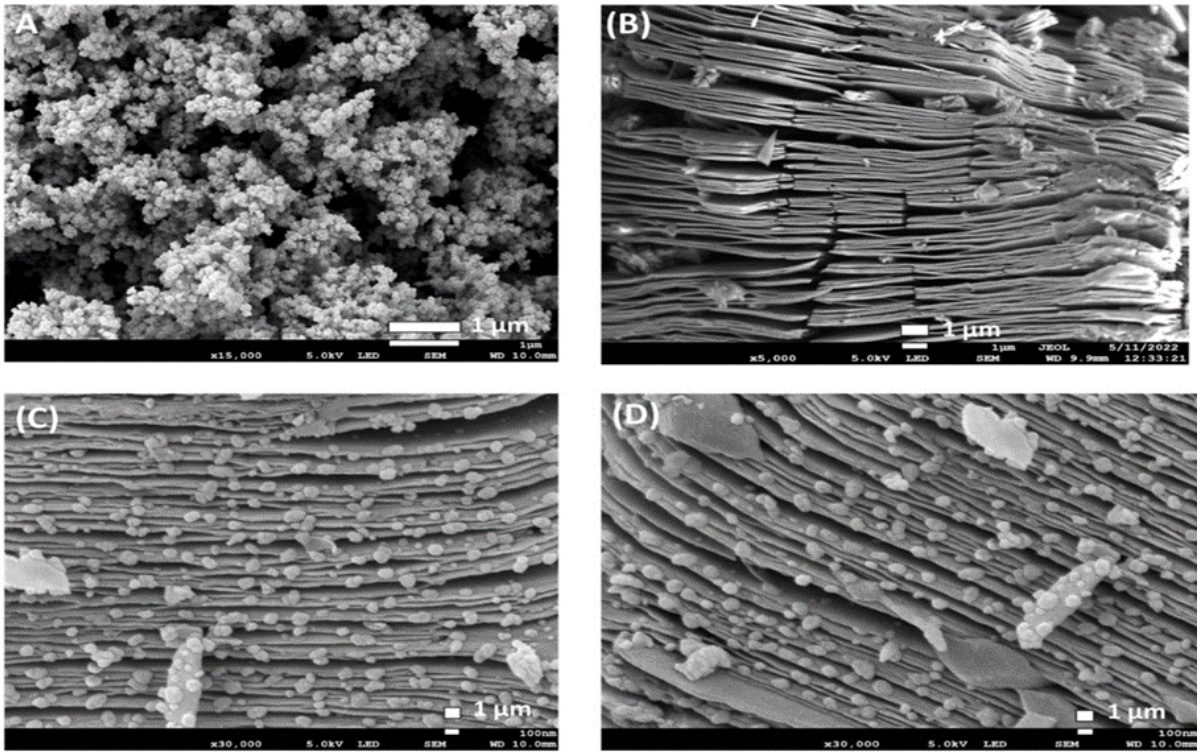



**Figure 3 - Structural characteristics of (A) $Bi_2S_3$; (B) MXene; (C) $Bi_2S_3$-MXene nanocomposite at low magnification; (D) $Bi_2S_3$-MXene nanocomposite at high magnification [24]**

The uniform growth of $Bi_2S_3$ nanoparticles in MXene layers growth of $Bi_2S_3$ nanoparticles (F and OH) was due to the presence of electronegative functional groups. The synergistic effect of $Bi_2S_3$ nanoparticles and MXene can improve the electrochemical performance. First, MXene provides a highly conductive platform for the uniform growth of $Bi_2S_3$ nanoparticles. This leads to reduced agglomeration of $Bi_2S_3$ nanoparticles and increased number of detection sites for the target analyte [25]. Secondly, MXene is highly conductive, which leads to an increase in charge between $Bi_2S_3$ nanoparticles and the electrolyte [26]. In addition, the oxidation resistance property demonstrated by MXene plays an important role in protecting $Bi_2S_3$ nanoparticles from corrosion [27]. The binding of MXene and $Bi_2S_3$ nanoparticles can lead to improved performance in Zn(II) detection.

*The study focuses on the synthesis of a composite made of $MoO_2$@$Mo_2C$-MXene.*

This article discusses the new CdS/$MoO_2$ photocatalyst @$Mo_2C$-MXene developed by You Jin, Huizhuan Jing, Libo Wang, Qianku Hu and Aigo Zhou. 0.2 g of NaBF4 (99.9%, McLean, China) was used as a guiding reagent, dissolved in 15 ml of 1.0 m HCl solution (36-38% C/a , Yantai Shuangshuang Chemical, China) and stirred for 30 minutes. The temperature of the hydraulic system is maintained at 180 ℃ for 24 hours every day. The temperature of the hydraulic system is kept at 180 ℃ for 24 hours every day. Subsequently, $MoO_2$@$Mo_2C$-MXene Composite powders were collected, subjected to washing with deionized water and ethanol to achieve a neutral reaction, and then dried for 12 hours at 60 ℃ for 12 hours under vacuum conditions.

CdS / $MoO_2$@ $Mo_2C$ photocatalysts were effectively synthesized by a two-stage hydrothermal method . In this system, a sediment formed on the surface of the CdS $MoO_2$@$Mo_2C$-MXene Composite, forming an acanthospheric structure. CdS / $MoO_2$@$Mo_2C$(CMM5) showed an exceptional $H_2$ generation rate of 22,672 μmol/(g-h) in visible light under optimal conditions, which is 11.8 times higher than CdS. full row, $Moo_2$@$Mo_2C$-MXene binary co-catalyst using CdS using high photocatalytic activity of productive

$H_2$ generation with $Mo_2C$ MXene as the only co-catalyst. Experimental effects the $CdS/Mo_2C$ system effects work with $CdS /Mo_2C$ with high photophysical and photoelectrochemical properties to serve as an electronic bridge between CdS and $Mo_2C$ MXene with improved electrical conductivity . ”no,” he said. In addition to the $CdS/Mo_2C$ script, the CdS conduction band (CB) is a place to charge when $MoO_2@Mo_2C$ is MXene bound. This effectively limits the re - diffusion of Altered electrons into CdS , thus facilitating the operation of recombination. The band forbidden to control over $CdS/MoO_2@ Mo_2C$ makes it easy to absorb visible light. This $CdS/Mo_2C$ [28] element restored a new photocatalytic system with the formation of a binary $H_2$ co-catalyst.

The process of preparing Ti3C2 involves the use of various chemical and physical methods to create a highly durable and efficient material: The crude powder (50 g) was weighed in the following ratio TiC:Ti:Al = 3.6:1.4:1 and then placed in a Teflon ball mill. Anhydrous ethanol was then added to the ball mill tank as a ball grinding aid and zirconium dioxide (5 nm diameter) as a grinding medium. The mass ratio of raw material powder, anhydrous ethanol and pellets should be 1:1:3. The ball was placed in a grinding vessel and the powder mixture was pulverized at 300 rpm for 4 hours. Next, a ball mill was used to obtain a homogeneous mixture and then it was transferred into a petri dish. The mixture was dried in an oven at 40°C for 24 hours, then sintered in a corundum crucible without pressure.

After the reaction was completely completed, the sintering furnace was allowed to cool down naturally to room temperature and a $Ti_3AlC_2$ ceramic block was obtained by pressureless sintering. A high-energy ball mill was used to completely pulverize the $Ti_3AlC_2$ ceramic block obtained by pressureless sintering i+n the previous step; finally, the desired $Ti_3AlC_2$ powder was successfully obtained. At room temperature, 5 g of $Ti_3AlC_2$ powder was slowly added to 80 mL of 40 wt% HF and left to react for 24 h under magnetic stirring at 1200 rpm. The above corrosion products were purified with deionized water until the pH of the supernatant became > 6 after centrifugation. The substrate was lyophilized to obtain $Ti_3C_2$ powder.

Preparation of the PANI-$Ti_3C_2$ composite: first, 0.2 g of $Ti_3C_2$ powder was dispersed in 30 mL of 1M hydrochloric acid solution, then ultrasonic dispersion was carried out for 1 h until a homogeneous suspension was obtained. Second, 100 μL of pure aniline (ANI) obtained by distillation was added to the suspension and dispersed by ultrasonic dispersion for 1h. Then, 0.335 g of ammonium persulfate (APS) was dissolved in 30 mL of 1 M hydrochloric acid solution and added dropwise to the above solution. Finally, the solution was placed in an ice bath and stirred at 0°C for 6 hours. After reaction, the reaction product was washed with ultrapure water 5 times. After purification, the reaction product was lyophilized to obtain PANI-$Ti_3C_2$ nanocomposite [29].

Figure 1A shows the X-ray diffraction patterns of the obtained PANI, $Ti_3C_2$ and PANI-$Ti_3C_2$. The figure shows that the X-ray diffraction peak of PANI at 2 theta=20.5° corresponds to the surface (020) of the PANI crystal. The diffraction peak of $Ti_3C_2$ on the crystal plane (002) is shifted to the left along the x-axis from that of the original phase $Ti_3AlC_2$, which makes the characteristic peak of $Ti_3C_2$ weaker and wider.

This X-ray diffraction pattern can show that the degree of crystallinity and the degree of structural order of $Ti_3C_2$ are greatly reduced. In the X-ray radiograph of $Ti_3C_2$, the diffraction peaks at 2 theta =7.1°, 17°, 28°, 35°, 41° and 61° correspond to the crystal planes (002), (006), (008), ( 0010), (0012) and (110), respectively. Compared with the $Ti_3C_2$ XRD, the PANI-$Ti_3C_2$ XRD shows a new diffraction peak at 2 theta =20.7° corresponding to (020) crystal surface of PANI. The XRD peak of PANI-$Ti_3C_2$ at 2 theta =26° corresponds to $TiO_2$. This value is due to the fact that a small amount of $Ti_3C_2$ is oxidized by the addition of ammonium persulfate, an oxidizing agent, during the preparation of the PANI-$Ti_3C_2$ composite material. Thus, the phase analysis shows the successful preparation of PANI-$Ti_3C_2$ nanocomposite. $Ti_3C_2$ can easily immobilize enzymes/proteins on its surface, thus acting as a promising support to achieve DET with accelerated electrode kinetics, low detection limits, and high sensitivity and selectivity [30].

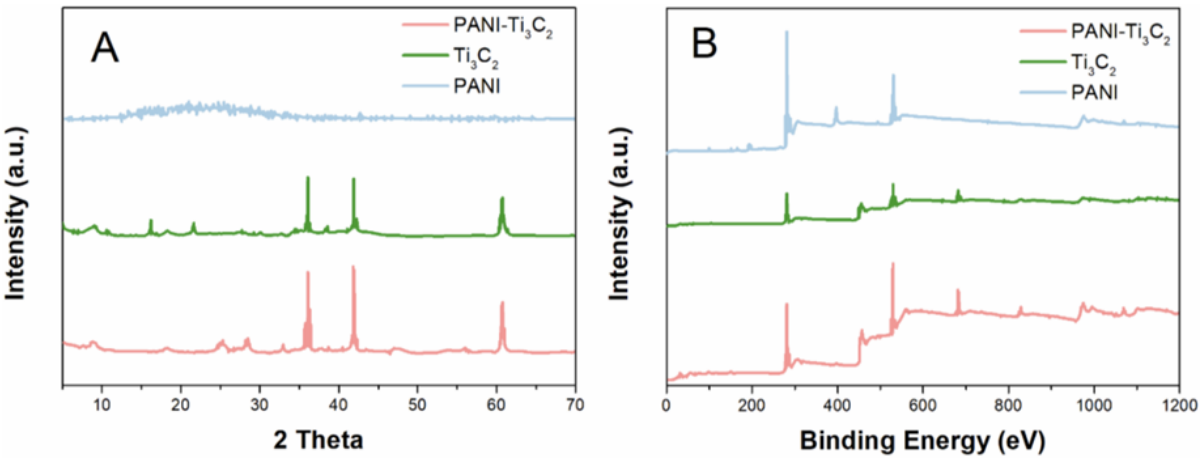



**Figure 4 - (A) XRD patterns of PANI, $Ti_3C_2$ and PANI-$Ti_3C_2$. (B) XPS spectras of PANI, $Ti_3C_2$ and PANI-$Ti_3C_2$ [30]**

Figure 1B shows the XRD spectra of the obtained PANI, $Ti_3C_2$ and PANI-$Ti_3C_2$. As can be seen from the figure, characteristic peaks C1s, O1s, F1s and $Ti_2p$ appear, proving the existence of $Ti_3C_2$. At the same time, the appearance of characteristic peaks O1s and F1s proves the existence of functional groups -O, -OH and -F on the laminates of $Ti_3C_2$. The appearance of C1s and N1s peaks indicates the successful obtaining of PANI. Compared with $Ti_3C_2$ , the broad XPS spectrum of PANI-$Ti_3C_2$ shows N1s peak, which further proves the successful preparation of PANI-$Ti_3C_2$ nanocomposites under low temperature stirring conditions. The above results are in agreement with the results of X-ray diffraction analysis. By the integral approximation method, N1s -analysis of the RFES spectra of the PANI-$Ti_3C_2$ nanocomposite showed four characteristic peaks at 397.1 eV, 398.2 eV, 400.1 eV and 400.5 eV corresponding to the imine structure (=NH-), amino group (-NH-). -), N atom (N-+) with positron and protonated amino group, respectively. The results show that the PANI-$Ti_3C_2$ nanocomposite was successfully obtained by low-temperature oxidation reaction between $Ti_3C_2$ and aniline.

*$Ti_3C_2$/$TiO_2$/CuO nanocomposites*

In experiments, researchers Li, Wang, and Sun dissolved copper nitrate in deionized water and added $Ti_3C_2$ powder. The mixture was incubated for 24 hours, dried, and then synthesized into $Ti_3C_2$/$TiO_2$/CuO nanocomposites by annealing in an argon atmosphere at 500C for 30 minutes at a heating rate of 100C/min [31].

The fabrication of $Ti_3C_2$/$TiO_2$/CuO ternary nanocomposites, consisting of $Ti_3C_2$ nanosheets, $TiO_2$, and CuO nanoparticles, was enhanced by higher electron and hole separation efficiency compared to $TiO_2$, thereby improving their photocatalytic activity [32].

**Discussion and results.** In this research, a series of MXene-based nanocomposites including $WO_3$/MXene, $Bi_2S_3$/MXene, and $Ti_3C_2$/$TiO_2$/CuO were synthesized and characterized. The obtained materials showed high efficiency in various applications including photocatalytic decomposition of organic pollutants and electrochemical detection of heavy metals.

$WO_3$/MXene:

- The morphology of the nanocomposite determined by FESEM revealed the presence of nanowires and layered structure.

- The photocatalytic activity for methylene blue degradation reach-ed 89%, which is higher than that of pure $WO_3$ (99%) and significantly superior to that of MXene (54%).

- The nanocomposite demonstrated antibacterial activity against both positive and negative bacterial strains at high concentrations.

$Bi_2S_3$/MXene:

- The synergistic effect of $Bi_2S_3$ and MXene

was found to improve electrochemical performance, increase the number of active sites for analytical detection, and improve corrosion resistance.

- The nanocomposite was successfully used for Zn(II) detection with high sensitivity.

$Ti_3C_2/TiO_2/CuO$:

- The ternary nanocomposite showed enhanced photocatalytic activity due to the improved electron-hole separation ability.

- The enhanced photocatalytic efficiency was attributed to the presence of $TiO_2$ and CuO, which enhanced the interaction with $Ti_3C_2$.

These results confirm the potential of MXene-based nanomaterials in applications related to ecological remediation, biosensing and environmental monitoring.

The results confirm the significant contribution of MXene-based nanocomposites in improving the properties of sensors and catalysts.

*Photocatalytic activity:*

The high efficiency of $WO_3$/MXene in the photocatalytic decomposition of methylene blue can be explained by the combination of MXene (high conductivity) and $WO_3$ (active catalytic ability) properties. This supports the hypothesis of a synergistic effect in the creation of hybrid nanomaterials. Similarly, $Ti_3C_2/TiO_2/CuO$ nanocomposite demonstrates that the addition of CuO enhances the charge separation ability, which is critical for photocatalysis.

*Electrochemical detection:*

$Bi_2S_3$/MXene showed high sensitivity to Zn(II), which is attributed to the increase of active centers on the surface of MXene and its interaction with $Bi_2S_3$. This result is in line with current research in electrochemistry, where MXene is used as a basic structure to improve the sensor response.

*Limitations and prospects:*

Despite significant advances, difficulties in scaling up the production of MXene nanocomposites should be considered. Additional research is required to optimize synthesis methods and material stability. Prospects for the use of these materials include expanding their applications in environmental monitoring, biomedicine, and water quality control.

Thus, the results of this study confirm the relevance and promise of MXene-based nanocomposites for the development of high-performance sensors and catalysts. Future research should focus on improving the stability and fabrication processes of these materials.

**Conclusion.** This literature review is devoted to the detection of heavy metals. Heavy metals are found in many substances. There are many methods for detecting heavy metals. Despite the large number of methods, we must use the most effective of them. The article is written about the detection of heavy metals using a sensor. In order to improve the sensor, various nanomaterials are used. As a material, Mxene-based nanocompasites were considered. Focused on MXene-based nanocomposites and sensor research methods developed on their basis. MXene materials are a stable single-phase structure consisting of five or more atoms, and its elemental ratio can be adjusted. MXene contains more transition metals, which greatly optimizes material properties such as conductivity, hardness, chemical stability, and bulk capacity.

## References

1. Singovszka E., Balintova M., Junakova N. The Impact of Heavy Metals in Water from Abandoned Mine on Human Health//SN Applied Sciences.-2020.-Vol.2:934 DOI 10.1007/s42452-020-2731-2

2. Munir N., Jahangeer M., Bouyahya A., El Omari N., Ghchime R., Balahbib A., Aboulaghras S., Mahmood Z., Akram M., Ali Shah S.M. Heavy Metal Contamination of Natural Foods Is a Serious Health Issue: A Review//Sustainability.-2022.-Vol.14(1),161. DOI 10.3390/su14010161

3. Ali H., Khan E. Trophic Transfer, Bioaccumulation, and Biomagnification of Non-Essential Hazardous Heavy Metals and Metalloids in Food Chains/Webs-Concepts and Implications for Wildlife and Human

Health//Human and Ecological Risk Assessment.-2018.-Vol. 25(6).-P.1353-1376 DOI 10.1080/10807039.2018.1469398

4. Kumari P., Chowdhury A., Maiti S.K. Assessment of Heavy Metal in the Water, Sediment, and Two Edible Fish Species of Jamshedpur Urban Agglomeration, India with Special Emphasis on Human Health // Human and Ecological Risk Assessment.-2018.-Vol.24(7).-P.1-24 DOI 10.1080/10807039.2017.1415131

5. Sharma S., Nagpal A.K., Kaur I. Appraisal of Heavy Metal Contents in Groundwater and Associated Health Hazards Posed to Human Population of Ropar Wetland, Punjab, India and its Environs // Chemosphere.-2019.-Vol. 227.- P.179 - 190. DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.04.009

6. Cheng S. Heavy metal pollution in China: Origin, pattern and control// Enviro nmental Science and Pollution Research.-2003.-Vol.10.-P.192-198. DOI 10.1065/espr2002.11.141.1

7. Zykova I., Maksimuk N., Rebezov M., Kuznetsova E., Derkho M., Sereda T., Kazhibayeva G., Somova Y., Zaitseva T. Interaction between Heavy Metals and Microorganisms during Wastewater Treatment by Activated Sludge//ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.-2020.-Vol.14(11).- P.2139–2145(2019).

8. Maria J.da Silva M, Paim A.P., I., Pimentel M.F., Cervera M.L., de la Guardia M. Determination of TOtal Mercury in Spanish Samples of Baby Food, Fast Food, and Daily Meal//Journal of the Brazilian Chemical Society.-2023.-Vol.34(4).-P.517-526. DOI 10.21577/0103-5053.20220125

9. Qin G., Niu Z., Yu J., Li Z., Ma J., Xiang P. Soil heavy metal pollution and food safety in China: Effects, sources and removing technology//Chemosphere.-2021.-Vol.267:129205 DOI 10.1016/j.chemosphere.2020.129205

10. Liliana A.N., Gheorghe G., Elena T., Sonia A. Electrochemical sensors and biosensors: effective tools for detecting heavy metals in water and food with possible implications for children's health//International Journal of Electrochemical Science, 19(2024). DOI 10.1016/j.ijoes.2024.100643

11. Baranwal J., Barse B., Gatto G., Broncova G., Kumar A. Electrochemical Sensors and Their Applications: A Review//Chemosensors.-2022.-Vol.10(9):363. DOI 10.3390/chemosensors10090363

12. Sammer-ul H., Zhang X. Microfluidics as an emerging platform for tackling antimicrobial resistance (AMR): a review// Current Analytical Chemistry.-2020.-Vol.16 (1).-P. 41-51 DOI 10.2174/1573411015666181224145845

13. Pohanka M. Screen printed electrodes in biosensors and bioassays. A review// International Journal of Electrochemical Science.-2020.-Vol.15 (11).-P.11024-11035. DOI 10.20964/2020.11.19

14. Ozcelikay G., Karadurmus L., Kaya S.I., Bakirhan N.K., Ozkan S.A. A review: new trends in electrode systems for sensitive drug and biomolecule analysis// Critical Reviews in Analytical Chemistry.-2020.-Vol.50(3).-P. 212-225(2020). DOI 10.1080/10408347.2019.1615406

15. Wang X., Kong L., Zhou S., Ma C., Lin W., Sun X., Kirsanov D., Legin A.,. Wan H, Wang P. Development of QDs-based nanosensors for heavy metal detection: a review on transducer principles and in-situ detection// Talanta.- 2022.-Vol.239. DOI 10.1016/j.talanta.2021.122903

16. Shenashen M.A., Emran M.Y., El Sabagh A., Selim M.M., Elmarakbi A.,. El- Safty S.A. Progress in sensory devices of pesticides, pathogens, coronavirus, and chemical additives and hazards in food assessment: food safety concerns//Progress in Materials Science.-2020.-Vol. 124 DOI 10.1016/j.pmatsci.2021.100866

17. Huang W., Hu L., Tang Y., Xie Z., Zhang H. Recent Advances in Functional 2D MXene-Based Nanostructures for Next Generation Devices// Adv. Funct. Mater.- 2020.- Vol.30 (49). DOI

10.1002/adfm.202005223

18. Zhou L., Zhang X., Ma L., Gao J., Jiang Y. Acetylcholinester ase/chitosan-transition metal carbides nanocomposites-based bio sensor for the organophosphate pesticides detection// Biochem. Eng. J.-2017.-Vol.128. P.243-249. DOI 10.1016/j.bej.2017.10.008

19. Hossein R., Golnoush T., Masoud S. MXene-Based Nanocomposite Sensors// ACS Omega.-2021.-Vol. Vol.6(17).- P.11103-11793. DOI /10.1021/acsomega.0c05828

20. Garcia-Miranda Ferrari A., Carrington P., Rowley-Neale S.J., Banks C.E. Recent advances in portable heavy metal electrochemical sensing platforms, Envi- ron// Environmental Science: Water Research & Technology.-2020.-Vol. 6 (10).- P.2676-2690.DOI 10.1039/D0EW00407C

21. Amtul N., Kulamani P. A Glimpse on the plethora of applications of prodigious material MXene // Sustainable Materials and Technologies.-2022.-Vol.32: e00439 DOI 10.1016/j.susmat.2022.e00439

22. Aadil M., Zulfiqar S., Shahid M., Haider S., Shakir I., Warsi M.F. Binder free mesoporous Ag-doped Co3O4 nanosheets with outstanding cyclic stability and rate capability for advanced supercapacitor applications//Journal of Alloys and Compounds.-2020.-Vol.844:156062 DOI 10.1016/j.jallcom.2020.156062

23. Warsi A.-Z., Aziz F., Zulfiqar S., Haider S., Shakir I., Agboola P.O. Synthesis, Characterization, Photocatalysis, and Antibacterial Study of WO3, MXene and $WO_3$/MXene Nanocomposite// Nanomaterials .-2022.-Vol.12(4): 713 DOI 10.3390/nano12040713

24.Sima S., Ada R., Wanda C., Arshid N., Mohammad K., Stefano C. Bismuth-MXene nanocomposite: A low-cost portable solution for zinc (II) detection in water for safer environmental monitoring//Sensors and Actuators B: Chemical.-2024. Vol 418:136219. DOI 10.1016/j.snb.2024.136219

25. Iqbal M.A., Tariq A., Zaheer A., Gul S., Ali S.I., Iqbal M.Z., Akinwande D., Rizwan S. $Ti_3C_2$-MXene/bismuth ferrite nanohybrids for efficient degradation of organic dyes and colorless pollutants//ACS Omega.-2019.-Vol. 4(24)-P.20530-20539. DOI 10.1021/acsomega.9b02359

26. Palei S., Murali G., Kim C.H., In I., Lee S.Y., Park S.J. A review on interface engineering of MXenes for perovskite solar cells//Nano-Micro Lett.-2023.-Vol.15(1):123 DOI 10.1007/s40820-023-01083-9.

27. Gogotsi Y., Anasori B. The Rise of MXenes//ACS Nano.-2019.-Vol.13(8).-P. 8491-8494. DOI 10.1021/acsnano.9b06394.

28. Sen J., Huijuan J., Libo W., Qianku H., Aiguo Z. Construction and performance of CdS/$MoO_2$@$Mo_2C$-MXene photocatalyst for $H_2$ production// Journal of Advanced Ceramics.-2022.- Vol.11. -P.1431- 1444. DOI 10.1007/s40145-022-0621-3.

29. Haoliang C., Jurui Y. Preparation of $Ti_3C_2$-PANI Composite as Sensor for Electrochemical Determination of Mercury Ions in Water//International Journal of Electrochemical Science.-2020.-Vol.15(3).-P. 2295 – 2306. DOI 10.20964/2020.03.24

30. Sinha A., Dhanjai, Zhao H., Huang Y., Lu X., Chen J., Jain R. MXene: An emerging material for sensing and biosensing//TrAC Trends in Analytical Chemistry.-2018.-Vol.105.-P. 424-435 DOI 10.1016/j.trac.2018.05.021

31. Li Z.Y., Wang L.B., Sun D.D. Synthesis and thermalstability of two-dimensional carbide MXene $Ti_3C_2$//Materials Science and Engineering B- 2015.-Vol.191.- P.33-40. DOI 10.1016/j.mseb.2014.10.009

32. Yang L., Meihuan Y., Aiguo Z., Qianku H., Libo W. Preparation and Photocatalytic Performance of $Ti_3C_2$/$TiO_2$/CuO Ternary Nanocomposites// Journal of Nanomaterials.-2017.-Vol.2017. P.1-5 DOI 10.1155/2017/1978764

***Information about the authors***

Konarbay D.B. **-** Doctoral student at the Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Almaty, Kazakhstan,e-mail: konarbay98@bk.ru;

Bakytkarim Y. **-** Doctor Ph.D, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Rysgul_01_88@mail.ru;

Mukatayeva Zh.- Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zh.mukatayeva@abaiuniversity.edu.kz;

Shadin N.A **-** Doctor Ph.D, Senior Lecturer of the Department of Chemistry, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: nugen_87@mail.ru;

Kozhagulova Zh.R. **-** Senior Lecturer of the Department of Chemistry, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: karazhanova71@mail.ru;

Karazhanova D.A. **-** Senior Lecturer of the Department of Chemistry, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Kozhagulova.zh@gmail.com

***Сведения об авторах***

Конарбай Д.Б.– докторант Казахский Национальный Педагогического им. Абая, Алматы, Казахстан, e-mail: konarbay98@bk.ru;

Бакыткарим Ы**.** – доктор PhD, старший преподаватель кафедры химии Казахского национального педагогического университета им. Абая, Алматы, Казахстан. e-mail: Rysgul_01_88@mail.ru;

Мукатаева Ж.С.– кандидат химических наук, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой химии Казахского национального педагогического университета им. Абая, Алматы, Казахстан. e-mail: zh.mukatayeva@abaiuniversity.edu.kz;

Шадин Н.А.– доктор PhD, старший преподаватель кафедры химии Казахского национального педагогического университета им. Абая, Алматы, Казахстан. e-mail: nugen_87@mail.ru;

Кожагулова Ж.Р. - старший преподаватель кафедры химии Казахского национального педагогического университета им. Абая, Алматы, Казахстан. e-mail: karazhanova71@mail.ru;

Каражанова Д.А. старший преподаватель кафедры химии Казахского национального педагогического университета им. Абая, Алматы, Казахстан. e-mail: Kozhagulova.zh@gmail.com

IRSTI 61.01.91 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-841**

# TESTING A NEW TECHNOLOGY OF PROCESSING COPPER ELECTROLYTE TO OBTAIN NICKEL SULFATE

**Kh.B. Omarov, N.U. Nurgaliyev, A.S. Mostovoy, Z.B. Absat, S.K. Aldabergenova, Zh.T. Nurtai, E.B. Zhunussova, A.K. Zhumabekova, M.A. Issabayeva**

*[1]Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,*
*[2]Karaganda State University named after E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan,*
*[3]Toraighyrov university, Pavlodar, Kazakhstan,*
*[4]Saratov State Technical University named after Y.Gagarin, Saratov, Russia,*
*Corresponding author's: homarov1963@mail.ru; nurgaliev_nao@mail.ru*

Complex processing of electrolyte is one of the priority tasks of copper producers. In this work, in order to obtain high-quality copper products and nickel sulfate, the following methods were used: neutralization, demineralization, extraction of impurities (As, Sb, Bi) with pseudo-brookite, additional oxidation of iron to trivalent, neutralization of the solution with nickel carbonate with the release of insoluble compounds of copper, iron and zinc and crystallization of nickel sulfate. The advantage of using basic copper sulfate as a neutralizing agent is the prevention of contamination of the electrolyte with foreign components, as well as its high chemical activity. The quantities required of basic copper sulfate for the implementation of the technology are formed at subsequent stages of processing. High-quality copper sulfate is obtained. Basic copper sulfate is also a raw material for obtaining copper oxide. The removal of such impurities as arsenic, antimony and bismuth is carried out using pseudo-brookite as their extractant. To prevent the ingress of divalent iron into the products, it was oxidized to trivalent by introducing calculated amounts of hydrogen peroxide. The working solution was purified from iron, zinc and residual copper by introducing phosphoric acid and nickel carbonate. Nickel sulfate was isolated from the solution by crystallization, its average yield was 71.6%. Identification of intermediate and target products was carried out by IR spectroscopy and laser atomic emission spectroscopy. The test results showed the efficiency of this method of processing copper electrolyte, aimed at expanding the range of products based on copper and nickel.

**Keywords:** copper electrolyte, pseudobrookite, nickel sulfate, deep decontamination, copper sulfate, neutralization, crystallization

# НИКЕЛЬ СУЛЬФАТЫН АЛУ ҮШІН МЫС ЭЛЕКТРОЛИТІН ҚАЙТА ӨҢДЕУДІҢ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯСЫН СЫНАУ

**[1]Х.Б. Омаров, [1]Н.У. Нургалиев, [4]А.С. Мостовой, [2]З.Б. Абсат, [2]С.К. Алдабергенова, [1]Ж.Т. Нұртай, [1]Э.Б. Жунусова, [1]А.К. Жумабекова, [3]М.А. Исабаева**

*[1]Қ.Құлажанов атындағы технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті ұлттық, Қарағанды, Қазақстан,*
*[3]Торайғыров университеті, Павлодар, Қазақстан,*
*[4]Ю.А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті, Саратов, Ресей,*
*e-mail: homarov1963@mail.ru; nurgaliev_nao@mail.ru*

Электролитті кешенді өңдеу мыс өндірушілердің басым міндеттерінің бірі болып табылады. Бұл жұмыста жоғары сапалы мыс өнімдері мен никель сульфатын алу үшін келесі әдістер қолданылды: бейтараптандыру, мыссыздандыру, қоспаларды (As, Sb, Bi) псевдобрукитпен экстракциялау, темірді үш валентті темірге дейін тотықтыру, темір, мырыш және мысты ерімейтін қосылыстар түрінде шығару үшін ерітіндіні никель карбонатымен бейтараптандыру және никель сульфатын кристалдандыру. Бейтараптандырушы реагент ретінде негізгі мыс сульфатын пайдаланудың артықшылығы электролиттің бөгде компоненттермен ластануын болдырмау, сонымен қатар оның жоғары химиялық белсенділігі болып табылады. Технологияны жүзеге асыруға оның қажетті мөлшерлері өңдеудің келесі кезеңдерінде қалыптасады. Жоғары сапалы мыс купоросын өндіруді қамтамасыз етеді.

Негізгі мыс сульфаты да мыс оксидін алу үшін шикізат болып табылады. Мышьяк, сурьма және висмут сияқты қоспаларды жою үшін экстрагент ретінде псевдобрукитт қолданылды. Екі валентті темірдің өнімдерге енуіне жол бермеу үшін оны сутегі асқын тотығының есептік мөлшерін енгізу арқылы үш валентті темірге дейін тотықтырдық. Жұмыс ерітіндісін темірден, мырыштан және мыс қалдықтарынан тазартуға фосфор қышқылы мен никель карбонатын енгізу арқылы қол жеткізілді. Никель сульфаты ерітіндіден кристалдану арқылы бөлініп алынды, оның орташа шығымы 71,6% құрады. Аралық және мақсатты өнімдерді анықтау ИҚ-спектроскопия және лазерлік атомдық эмиссиялық спектроскопия көмегімен жүзеге асырылды. Сынақ нәтижелері мыс пен никель негізіндегі өнімдердің ассортиментін кеңейтуге бағытталған мыс электролитін өңдеудің бұл әдісінің тиімділігін көрсетті.

**Түйін сөздер:** мыс электролиті, псевдобрукит, никель сульфаты, мыс электролитін терең мыссыздандыру, мыс купоросы, бейтараптау, кристаллдау.

## ИСПЫТАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАТА НИКЕЛЯ

**[1]Х.Б. Омаров✉, [1]Н.У. Нургалиев✉, [4]А.С. Мостовой, [2]З.Б. Абсат, [2]С.К. Алдабергенова, [1]Ж.Т. Нұртай, [1]Э.Б. Жунусова, [1]А.К. Жумабекова, [3]М.А. Исабаева**

*[1]Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*[2]Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан,*
*[3]Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан,*
*[4]Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, Саратов, Россия,*
*e-mail: homarov1963@mail.ru; nurgaliev_nao@mail.ru*

Комплексная переработка электролита одна из приоритетных задач производителей меди. В данной работе с целью получения качественной медной продукции и сульфата никеля использованы метод нейтрализации, обезмеживание, экстракция примесей (As, Sb, Bi) псевдобрукитом, доокисление железа до трехвалентного, нейтрализация раствора карбонатом никеля с выделением нерастворимых соединений меди, железа и цинка и кристаллизации сульфата никеля. Преимуществом использования основного сульфата меди в качестве нейтрализующего реагента является недопущение загрязнения электролита посторонними компонентами, а также его высокая химическая активность. Необходимые его количества для реализации технологии образуются на последующих стадиях переработки. Обеспечивается получение качественного медного купороса. Основной сульфат меди является также сырьем для получения оксида меди. Вывод таких примесей, как мышьяк, сурьма и висмут осуществлен применением псевдобрукита в качестве их экстрагента. Для предупреждения попадания двухвалентного железа в продукты, его окисляли до трехвалентного введением расчетных количеств пероксида водорода. Очистка рабочего раствора от железа, цинка и остаточного содержания меди достигалась введением фосфорной кислоты и карбоната никеля. Сульфат никеля выделен из раствора методом кристаллизации, его средний выход составил 71,6%. Идентификация промежуточных и целевого продуктов проведена методами ИК-спектроскопии и лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии. Результаты испытаний показали эффективность данного способа переработки медного электролита, направленной на расширение ассортимента продукции на основе меди и никеля.

**Ключевые слова:** медный электролит, псевдобрукит, сульфат никеля, глубокое обезмеживание, медный купорос, нейтрализация, кристаллизация

**Introduction.** Processed technological solutions of electrolytic refining of copper contain significant amounts of copper and nickel sulfates, sulfuric acid, arsenic and other components of copper electrolyte. To avoid the concentration of impurities in the electrolyte, part of the working solution is removed

from the process for processing. The process of processing copper electrolyte is aimed at creating conditions for the selective release of harmful and undesirable impurities and ensuring the effective separation of valuable components for their further use in the technological cycle of copper production and obtaining marketable products. Analysis of existing developments [1-11] indicates a number of significant shortcomings in the known technological developments for the removal of arsenic from copper electrolyte and further processing of the solution, such as contamination of the electrolyte with foreign components, loss of copper in the form of copper-arsenate cakes, etc., due to which some of the proposed technologies have not been implemented.

To eliminate copper losses and obtain nickel sulfate, we have developed a new method for processing copper electrolyte [12]. The electrolyte processing process consists of four main stages, followed by vacuum filtration and crystallization of the final product:

- neutralization and deep de-copperization of copper electrolyte;

- extraction of arsenic, antimony and bismuth into the solid phase with pseudobrookite;

- additional oxidation of ferrous iron to ferric;

- deep neutralization of the working solution of carbon nickel with the release of insoluble compounds, iron and zinc, and crystallization of nickel sulfate.

According to the technological scheme, the process of processing copper electrolyte with obtaining nickel sulfate as a target product consists of four main stages:

This stage is carried out under the conditions accurately determined by the authors [12, 13]. The copper electrolyte is preliminarily diluted with water by two times. The latter neutralization is carried out by introducing a copper (II) oxide weighed portion in a molar ratio of CuO : Cu = 3:1 with constant stirring for four hours at a temperature of $98^0$C. The basic copper sulphate formed after separation is used to neutralize the electrolyte following portions. This operation is carried out at a temperature of $85^0$C with constant stirring for 15 minutes until the pH 1.3-1.5 reached. The basic copper sulfate is taken in a molar ratio to sulfuric acid of 2:1. Electrolyte samples are taken throughout the experiment and the solution pH is determined until the required value is reached.

The resulting copper-nickel mother liquors are re-diluted with water 2 times and subjected to deep de-curing with copper (II) oxide (CuO:Cu = 3:1) at $98^0$C for four hours with constant stirring.

2. The arsenic, antimony and bismuth extraction into the solid phase with the help of pseudobrukite is carried out in accordance with the method developed by us earlier [14].

The process is carried out in a thermostated cell at a temperature of $60^0$C with a given sulfuric acid concentration at constant stirring for one hour. A pseudobrukite weighed portion is taken equal to the ratio of the precipitant to arsenic 1:1 and served in two portions (the precipitant (DRP) dosage ratio is equal to 2). The hot solutions are then filtered out. The precipitate is separated from the resulting solution.

3. Additional oxidation of ferrous iron to ferric iron is carried out according to the conditions strictly specified by the authors [15]: a 50% solution of hydrogen peroxide is used as an oxidizing reagent, which is introduced into solutions at a temperature of $55^0$C, the oxidation process takes 1 hour with constant stirring. The amount of hydrogen peroxide required to oxidize all $Fe^{2+}$ ions to $Fe^{3+}$ is calculated from the reaction equation:

$$H_2O_2 + Fe^{2+} + H_2 \rightarrow Fe^{3+} + 2H_2O \quad (1)$$

4. Deep neutralization of the working solution with nickel carbonate with the release of insoluble compounds of copper, iron and zinc, and crystallization of nickel sulfate.

Before deep neutralization of the electrolyte with

nickel carbonate, it is necessary to transfer iron, zinc and the residual content of copper in solutions into a solid phase.

For this purpose, an 87% solution of orthophosphoric acid in a predetermined amount is injectedinto the working solutions. Orthophosphoric acid in a stoichiometric ratio is injected to bind impurities into sparingly soluble phosphates according to the reaction equation:

$$3Me^{2+} + 3NiCO_3 + 2H_3PO_4 \rightarrow Me_3(PO_4)_2 \downarrow + 3Ni^{2+} + 3CO_2 \uparrow + 3H_2O \quad (2)$$

whereas – $Me^{2+}$- ions $Cu^{2+}$and $Zn^{2+}$.

With the participation of the $Fe^{3+}$ ion, the reaction proceeds according to the following equation:

$$2Fe^{3+} + 3NiCO_3 + 2H_3PO_4 \rightarrow 2FePO_4 \downarrow + 3Ni^{2+} + 3CO_2 \uparrow + 3H_2O \quad (3)$$

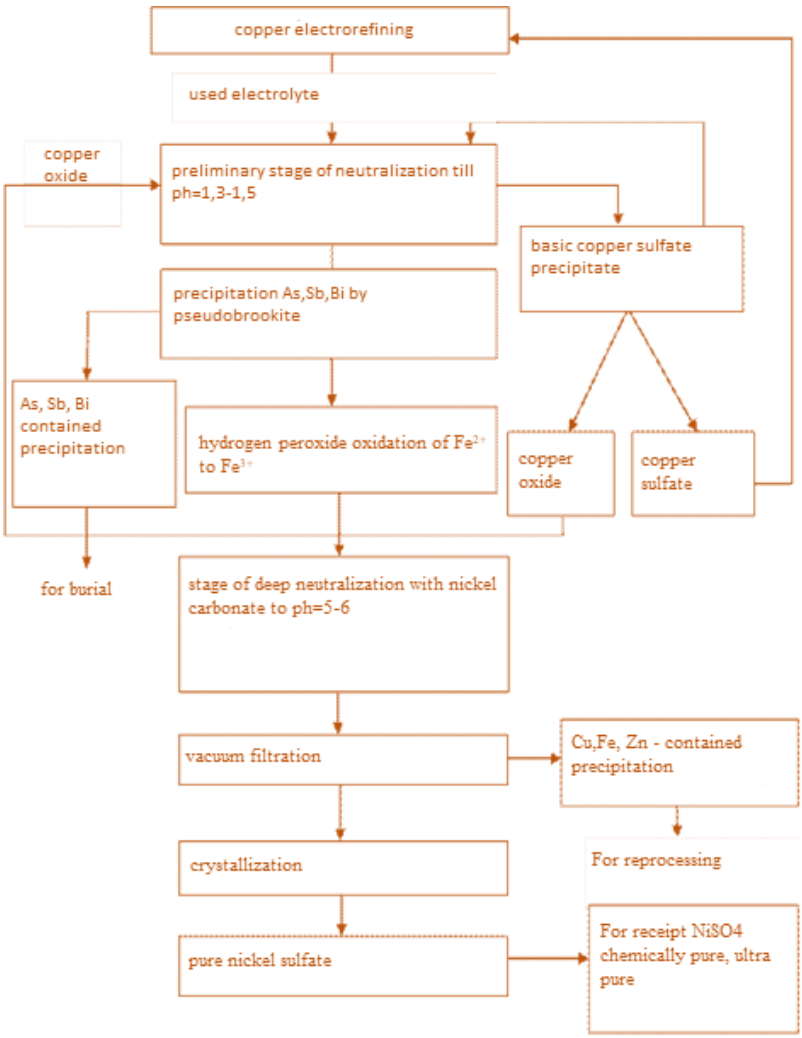



**Fig. 1 - Technological scheme of the integrated processing of copper electrolyte to obtain nickel sulfate**

Then the solutions are heated to $85^0$C with stirring. Water is added in an amount calculated from the reaction equation and heated further to $90^0$C. A nickel carbonate predetermined amount is

added to the heated solutions in portions.

The solutions are constantly stirred and maintained at a temperature of $90^0$C for one and a half hours. When adding each portion, it is necessary to take a sample and measure the solutions pH. Measurements of pH are carried out until the value of 5.5-5.9 is set. With each pH measurement, the samples are cooled to a temperature of 23-$25^0$C. Then the solutions are maintained at a temperature of $90^0$C. The authors of [15] found required conditions under which precipitates of iron, copper and zinc insoluble salts are formed, namely pH = 5.5-5.9.

At the process end, the solutions are subjected to vacuum filtration in a hot state. Unreacted nickel carbonate as well as copper, iron and zinc salts insoluble precipitates remain on the filter. The solutions pH is brought to values of ≈ 1.99-2.02 with the help of adding the calculated amounts of concentrated sulfuric acid. The authors of [15] established that this pH limit is the conditions under which the nickel sulfate crystallization occurs. Further, the investigated solutions are cooled to a temperature of 20-$23^0$C and left to stay aside for the nickel sulfate crystallization.

The purpose of this work is to test a new technology of processing of copper electrolyte with the removal of copper in the form of products assalts and hydroxides in large-scale laboratory conditions, and obtain a new product - nickel sulfate in accordance with the technological scheme developed by us (Figure 1).

**Materials and methods.** The object of large-scale laboratory tests is the technological copper-containing sulfuric solution of the corporation ”KAZAKHMYS SMELTING” (Republic of Kazakhstan, city of Balkhash). The quantitative content of the main components of the process solution (Cu, Ni, $H_2SO_4$, As, Sb, Bi, Fe, Zn) was determined on a SPEKS SSP-705-4 scanning spectrophotometer, as well as on a laser atomic emission spectrometer SPEKS LAES MATRIX CONTINUUM (Closed Joint Stock «Company Spectroscopic Systems» Russian Federation, 2016) , the results of which are presented in Table 1.

Large-scale laboratory tests were carried out with a volume of the working solution equal to 500 ml.

**Table 1 - Electrolytecomposition**

| Component | Cu | Ni | H2SO4 | As | Sb | Bi | Fe | Zn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| g/l | 51.20 | 16.98 | 95.88 | 14.04 | 8.63 | 5.78 | 9.42 | 9.17 |

**Table 2 - Results of the copper electrolyte neutralization process**

**($Cu_3(OH)_4SO_4$:$H_2SO_4$) = 2:1; t = $85^0$C; τ = 15 min)**

| pH of working solution | | $H_2SO_4$(g/l) | Cu(g/l) | Ni(g/l) | As(g/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| Before experiment | After experiment | | | | |
| 0.08 | 1.31 | 2.79 | 31.0 | 16.70 | 14.03 |

**Results and discussion.** Based on known methods for processing copper electrolyte [12,14], 500 ml of water was added to a copper electrolyte with a volume of 500 ml, and treated with 96 g of copper (II) oxide in a molar ratio CuO:Cu = 3:1. The reaction mass was heated in a thermostated cell to $98^0$C with constant stirring for four hours. The solution volume was decreased by 2 times at the end of the neutralizing process. The solution was filtered in a hot state, resulting in a precipitate of basic dark green copper sulfate weighing 406.59 g on the filter. Further, basic copper sulfate obtained in an amount

of 348.3 g was used for subsequent neutralization of copper electrolyte with a volume of 500 ml for each experiment.

The neutralization of free sulfuric acid was carried out for 15 min in a thermostated cell at a temperature of $85^0$C. The solution pH was monitored during the experiment until its values reached 1.31. Hot solutions were subjected to vacuum filtration, and then cooled to a temperature of $20^0$C. Copper sulfate weighing ≈ 43.8 g was obtained in each experiment. The solutions were analyzed for the residual content of sulfuric acid, copper, nickel, and arsenic. The average values of the investigation results are shown in Table 2.

The obtained copper-nickel mother liquors were re-diluted with water 2 times and subjected to de-curing with copper (II) oxide. Width of the confidence interval according to the Cochran criterion for copper content $\Delta = 0.18\delta = 2\Delta$.

The resulting basic copper sulfate weighing 24.99 g was used to neutralize the next portion of the electrolyte. The main copper sulfate is also a raw material for the production of copper oxide, copper sulfate. The resulting solutions, after neutralization and de-curing of the electrolyte, were analyzed for the residual content of sulfuric acid, copper, nickel, and arsenic. The average values of the analysis results are shown in Table 3.

**Table 3 - Copper electrolyte dressing from copper results**

**(CuO:Cu= 3:1; t = $98^0$C; τ = 4 hour)**

| pH of working solution | | $H_2SO_4$(g/l) | Cu(g/l) | | Ni(g/l) | As(g/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Before experiment | After experiment | | Before experiment | After experiment | | |
| 1.31 | 2.37 | 0.21 | 31.0 | 0.79 | 16.5 | 14.01 |

Copper-bearing sediments were identified by IR spectroscopic analysis (Figure 2). According to reference data [15], intense absorption bands at 1106-1366 $cm^{-1}$ and 451-621 $cm^{-1}$ are related to the sulfate ion. Also, a band in the region of 3140 - 3433 $cm^{-1}$ is characteristic of stretching vibrations of OH-groups, and absorption bands at 1340-1627 $cm^{-1}$ associated with the presence of water molecules in a highly hydrated sediment. Based on the data of the IR spectra of the precipitate and the results of photometric analysis for copper, it was established that the resulting precipitate is the main copper sulfate $Cu_3(OH)_4SO_4$.

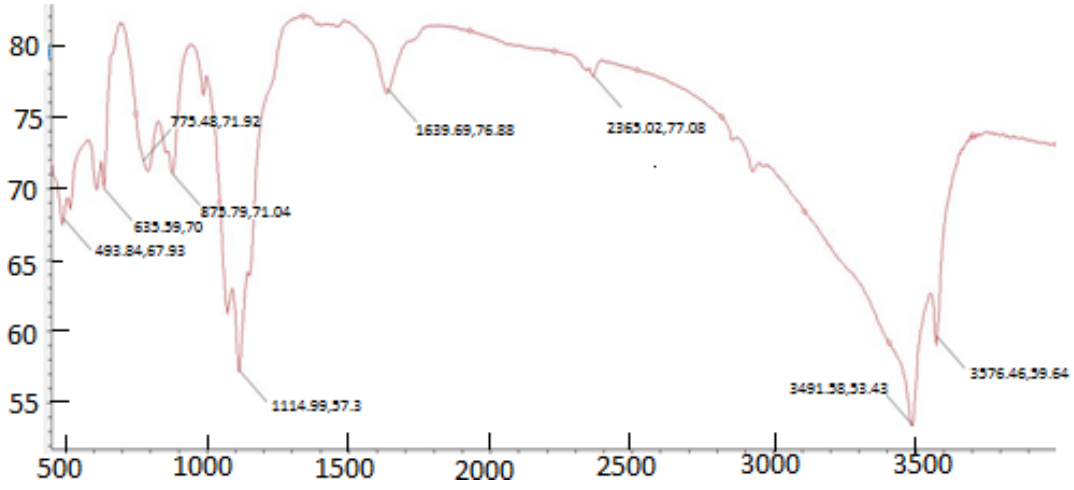



**Fig. 2 - IR spectrogram of a copper-bearing precipitate**

Additionally, the analysis for the content of impurities in the resulting sediment was carried out on a laser atomic emission spectrometer SPEX LAES MATRIX CONTINUUM (Figure 3). As can be seen from the spectrogram, intense green peaks are observed, which correspond to copper ions. The presence of such impurities as iron, zinc, arsenic, antimony, bismuth in the composition of the precipitate is not observed on the spectrogram. Thus, the resulting basic copper sulfate does not contain foreign impurities of other metals and is a chemically pure compound.

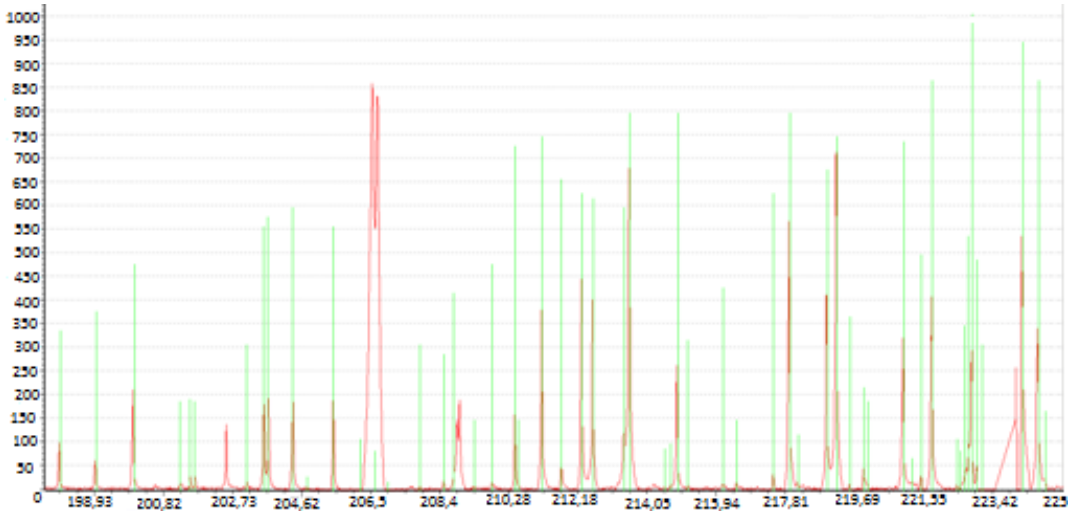



**Fig. 3 – Laser spectrogram of copper-bearing sediment**

The deposition of arsenic, antimony and bismuth with pseudobrookite was carried out in a thermostated cell at a temperature of $60^0$C, with a given concentration of sulfuric acid with constant stirring for one hour. We used the resulting solutions with a volume of 182 ml each. A weighed portion of pseudobrookite was taken equal to the ratio of the precipitant to arsenic 1:1 in the amount of 14.01 g and fed in two portions (DRP= 2). Then the solution was filtered while hot, the resulting filtrates with a volume of 165 ml were analyzed for the residual arsenic content, antimony and bismuth in them. The results of analyzes for the residual content of antimony, bismuth arsenic, shown in Table 4, showed that their content in solutions is reduced to trace amounts, i.e., the resulting solutions are almost completely purified from them.

For the oxidation of $Fe^{2+}$ ions to $Fe^{3+}$, 3.1 ml of hydrogen peroxide was introduced into solutions with a volume of 158 ml of each experiment. Then the solutions were stirred for one hour in a thermostated cell at a temperature of 50-$55^0$C. At the end of the experiments, the solutions were cooled and analyzes were carried out for the total iron content and for $Fe^{3+}$, the results of all analyzes of the experiments were averaged (g/l): $C(Fe_{tot})$ = 6,035; $C(Fe^{3+})$ = 6,030. Under these conditions, complete oxidation of $Fe^{2+}$to$Fe^{3+}$ions is achieved.

In order to purify working solutions from ions of copper, iron, zinc ($C(Zn^{2+})$ = 6.7 g/l; $C(Fe^{3+})$ = 6.03 g/l; $C(Cu^{2+})$ = 0.79 g/l) a solution of phosphoric acid in the amount of 13.8 mlwere added in them.

Then the solutions were heated with stirring to $85^0$C, added $H_2O$ in an amount of 25.5 ml, and the solutions were heated to $90^0$C. Nickel carbonate weighing 12.62 g was added to the heated solution in portions. The solutions were constantly stirred and kept at a temperature of $90^0$C for 1.5 hours. With the addition of each portion of nickel carbonate, a sample was taken and the pH of the solutions was measured. Nickel carbonate was added until a pH of about 5.98 was reached.

Insoluble precipitates and unreacted nickel carbonate were separated by vacuum filtration. 0.1 ml of concentrated sulfuric acid was added to the

filtrate, after the addition of which the pH of the solutions reached a value of ≈ 2.39.

At the end of the process, the solution was subjected to vacuum filtration while hot. Insoluble sediments weighing 2.19 g remained on the filter. Then the test solution was cooled to a temperature of 20-23$^0$C. Crystals of nickel sulfate began to grow in the solution on the seventh day. The crystals were separated from the working solution by filtration, washed with distilled water, dried, and weighed. As a result, we got 66.35 g heptahydrate nickel sulfate, on average in each experiment.

**Table 4 – The results of the precipitation of arsenic, antimony and bismuth by pseudobrookite($t$ = 60 $^0$C; $\tau$ = 1 hour; DRP= 2)**

| № Experiment | Fe2TiO5:As | Concentration after experiment, (g/l) | | | Degree of precipitation, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | As | Sb | Bi | As | Sb | Bi |
| 1 | 0.5:1 | 0.070 | 0.0023 | 0.0011 | 99.15 | 99.85 | 99.88 |
| 2 | 0.8:1 | 0.032 | 0.0016 | 0.0005 | 99.67 | 99.89 | 99.90 |
| 3 | 1:1 | Traces | Traces | Traces | 99.99 | 99.99 | 99.99 |
| 4 | 1.2:1 | Traces | Traces | Traces | 99.99 | 99.99 | 99.99 |
| 5 | 1.5:1 | Traces | Traces | Traces | 99.99 | 99.99 | 99.99 |

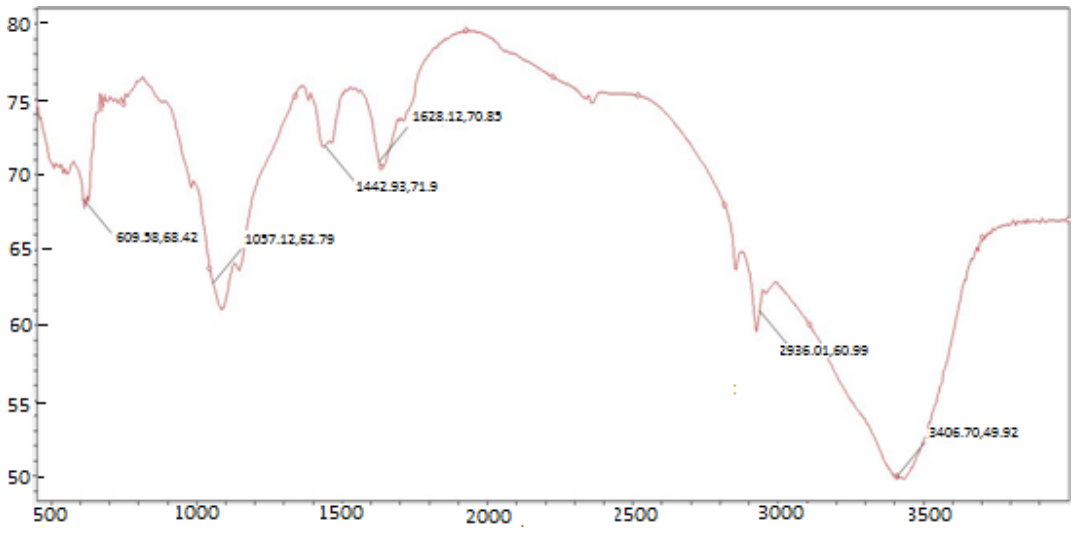



**Fig. 4 - IR spectra of crystals of the obtained nickel sulfate**

Calculated the average yield of the target product of nickel sulfate. The theoretical mass of the target product according to calculations from the reaction equations:

$$NiCO_3 \rightarrow NiO + CO_2 \uparrow \quad (4)$$

$$NiO + H_2SO_4 \rightarrow NiSO_4 + H_2O \quad (5)$$

$$NiSO_4 + 7H_2O \rightarrow NiSO_4 \cdot 7H_2O \quad (6)$$

was 92.59 g. The average yield of the target product of nickel sulfate was 71.66% of the theoretically possible.

Analysis of the obtained IR spectra of nickel sulfate crystals (Figure 4) confirmed the absence of copper, iron and zinc impurities in nickel sulfate crystals. In the figure, one can see intense bands at 1106-1366 $cm^{-1}$ and 451-621 $cm^{-1}$, which corresponds to the absorption bands of sulfate ions; in addition, bands are observed in the region of 1340-1670 $cm^{-1}$, characteristic of the presence of crystallized water in a highly hydrated sediment. It is also possible to observe low-intensity absorption bands in the region of 3440-3470 $cm^{-1}$ characteristic of stretching vibrations of OH-groups, and an insignificant absorption band at 2830-2850 $cm^{-1}$related to the carbonate ion [15]. That is, the obtained crystals were confirmed to be nickel sulfate ($NiSO_4 \cdot 7H_2O$).

The nickel sulfate obtained as a result of large-scale laboratory tests, as noted earlier, does not contain metal impurities, and can be used as a raw material for obtaining nickel sulfate of reagent grade, special grade, which in turn confirms the technological significance of the tests carried out and the effectiveness of the technological scheme of the new technology for processing copper electrolyte (Figure 1).

**Conclusion.** The large-scale laboratory tests have shown the efficiency of the new technology of processing copper electrolyte and the possibility, along with obtaining marketable copper products: basic copper sulfate, copper oxide, copper sulfate, to expand the range of products of vitriol processing based on nickel - nickel sulfate. The results of large-scale laboratory tests can serve as initial data for planning and conducting subsequent production tests of a new technology of processing copper electrolyte.

## References

1. Wang, Biao Liu , Xue-wen Wang , Yu-qi Meng , Xing-ming Wang , Ming-yu Wang Separation and recovery of Ni from copper electrolyte by crystallization of nickel ammonium sulfate double salt // Transactions of nonferrous metals. -Sociaty of China, 2022.- Vol. 32(11).- P. 3780-3789. DOI 10.1016/S1003-6326(22)66057-6.

2. Kholikulov D.B., Abdurahmonov S., Boltaev O.N., Matkarimov S.T**.** Separation of metals from technological solutions. Copper production // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research.- 2020. - Vol. 8(7). - P. 3557-3561. DOI 10.30534/ijeter/2020/110872020

3. Sokolov A.Ju., Shhelokova E. A., Voroncov K. A., Kasikov A. G. Kompleksnaja pererabotka otrabotannogo mednogo jelektrolita//Trudy Kol' skogo nauchnogo centra RAN.-2023.- T. 14(1) - S. 229-233. DOI 10.37614/2949-1215.2023.14.1.041. [in Russian]

4. Narembekova A., Tokenova Z.Sh. Al' ternativnaja tehnologija pererabotki med' soderzhashhih rastvorov // Trudy universiteta.- 2020. -№3 (80).- S.34-38. DOI 10.52209/1609-1825_2020_3_33. [in Russian]

5. Kholikulov D., Boltaev O. Separation of Copper from Technological Solutions to the Production of Copper Sulphate // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. -2020. -Vol. 7(1). -P. 12626-12631.

6. Deng Z., Oraby E., Li H., Eksteen J. Extraction of Copper from Chalcopyrite Using Alkaline Glycine–Ammonia Solutions//Minerals.-2022.-Vol. 12(12): 1507. DOI 10.3390/min12121507.

7. Moazzami Y., Shafaei Tonkaboni S.Z., Gharabaghi M. Leaching Kinetics of Chalcopyrite Concentrate by Ionic Liquids // Iranian Journal of Materials Science and Engineering. -2022. -Vol. 19(4). DOI 10.22068/ijmse.2812

8. Sergeev S. Mednye problemy cvetnoj metallurgii // Sbornik nauchnyh trudov Kazahstana. – Almaty, 2010.-№ 3.- S. 1-3. [in Russian]

9. Harchenko E.M., Zhumashev K.Zh. Izuchenie nauchno-tehnologicheskih osnov sovmestnoj pererabotki otval' nyh mednyh shlakov i obrabotannogo mednogo jelektrolita // Vestnik JuUrGU. Serija «Metallurgija». -2011. -№ 36.- № 17.- S.18-22. [in Russian]

10. Sadykov R. R., Shulga E. V., Petrov A. F., Kotukhov S. B. Two-stage neutralization method to process copper-nickel sulfurous solutions of the Copper Plant, Polar Division of PC MMC Norilsk Nickel // Tsvetnye Metally.-2015.- Vol.6. -P. 54 - 59. DOI 10.17580/tsm.2015.06.11.

11. Liu X., He Y., Zhao Z., Chen X. Study on removal of copper from nickel-copper mixed solution by membrane electrolysis//Hydrometallurgy.-2018.-Vol.180.- P.153-157. DOI 10.1016/j.hydromet.2018.07.019.

12. Omarov H.B., Əbsət Z.B., Aldabergenova S.K., Muzapparov A.A., Umanova I.K. Sposob pererabotki mednogo jelektrolita: pat. 3082 Respublika Kazahstan. - № 2018/0029.2; zajavl. 15.01.2018; opubl. 10.09.2018, Bjul. № 34. [in Russian]

13. Bakeev M.I., Narembekova A., Zharmenov A.A., Zhumashev K.Zh., Turumbetov U.A. Sposob pererabotki mednogo jelektrolita: pat. 15985 Respublika Kazahstan. - № 2003/0815.1; zajavl. 16.06.2003; opubl. 15.07.2005, Bjul. № 7. [in Russian]

14. Omarov H.B., Absat Z.B., Aldabergenova S.K., Rahimzhanova N.Zh., Muzapparov A.A. Issledovanie processa osazhdenija mysh' jaka iz mednogo jelektrolita psevdobrukitom // Izvestija vuzov.Cvetnaja metallurgija.-2017.-№ 6. -S.11-19. DOI 10.17073/0021-3438-2017-6-11-19. [in Russian]

15. Spectral Database for Organic Compounds SDBS. URL: http://sdbs.db.aist.go.jp .Date of address: 27.12.2024

***Information about the authors***

Omarov K.B. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: homarov1963@mail.ru;

Nurgaliyev N.U. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana,, Kazakhstan, e-mail:nurgaliev_nao@mail.ru;

Mostovoy A.S. - Candidate of technical sciences, Associate professor, Saratov State Technical University named after Y. Gagarin, Saratov, Russia, e-mail: mostovoy19@rambler.ru;

Absat Z. B. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemical Technology and Petrochemistry of the Karaganda University named after Academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: zaure.absat.76@mail.ru;

Алдабергенова С.К. - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Karaganda University named after Academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: aldsau@mail.ru;

Nurtai Zh.T. - PhD, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: zhadira_nurtai@mail.ru;

Zhunussova E.B. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: tahmina.66@mail.ru;

Zhumabekova A.K. - Candidate of Chemical sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: zhumabekova_ak@mail.ru;

Issabayeva M.A. - Candidate of Chemical Sciences, Professor, Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: isabaeva.manar@mail.ru

***Сведения об авторах***

Омаров Х.Б. - доктор технических наук, профессор, Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: homarov1963@mail.ru;

Нургалиев Н.У. - кандидат химических наук, ассоциированный профессор, Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: nurgaliev_nao@mail.ru;

Мостовой А.С. - кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Саратовский государственный технический

университет имени Ю.А. Гагарина, Саратов, Россия, e-mail: mostovoy19@rambler.ru;

Абсат З.Б. - кандидат химических наук, ассоциированный профессор, Карагандинский университет им. академика Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан, e-mail: zaure.absat.76@mail.ru;

Алдабергенова С.К. - кандидат химических наук, ассоциированный профессор,Карагандинский университет им. академика Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан, e-mail: aldsau@mail.ru

Нұртай Ж.Т. - доктор PhD, ассоциированный профессор, Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: zhadira_nurtai@mail.ru;

Жунусова Э.Б. - кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: tahmina.66@mail.ru;

Жумабекова А.К. - кандидат химических наук, ассоциированный профессор, Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: zhumabekova_ak@mail.ru;

Исабаева М.А. - кандидат химических наук, профессор, Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан, e-mail: isabaeva.manar@mail.ru

ҒТАМР 65.09.03 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-753**

## БАҚША ЖӘНЕ КӨКӨНІС ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЛИКОПИННІҢ ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

**У.Ч. Чоманов, Г.Е. Жумалиева, А.Б. Байзақова**

*«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы, Казақстан*

*Corresponding-author: guljan_7171@mail.ru*

Мақалада онкологиялық аурулардың алдын алу үшін жоғары сапа көрсеткіштері бар тағамдық қоспалар мен функционалдық тағамдық өнімдерді өндіру технологиясын жасау мақсатында бақша дақылдары мен көкөністердегі (қарбыз, қызанақ) ликопиннің құрамын анықтау және қарбыз бен қызанақтан алынған шырындардың сапалық көрсеткіштерін анықтау бойынша жүргізілген зерттеулер нәтижелері ұсынылған.

Зерттеу нәтижесі бойынша ликопиннің ең көп мөлшері қызанақ (23,5%) және қарбыз (20%) үлгілерінен табылды. Қарбыз бен қызанақтың отандық сорттарынан алынатын шырындардың сапалық көрсеткіштері анықталды. Қарбыз шырынында Brix бойынша еритін заттардың мөлшері 8,1-ден 8,4-ке дейін екені, ал титрленетін қышқылдық бойынша 0,38-ден 0,46 градусқа дейін ауытқитындығы анықталды. Томат шырынында Brix бойынша еритін заттардың мөлшері 6,8-ден 7,6-ға дейін, титрленетін қышқылдық ауытқушылығы 0,46-дан 0,51 градусқа дейінгі көрсеткіштер анықталды. Физико-химиялық көрсеткіштер бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде барлық үлгілер титрленетін қышқылдық бойынша рұқсат етілген шектерде.

Зерттеу барысында шырындарда (қарбыз, қызанақ) анықталған физикалық-химиялық көрсеткіштер оны ликопин және функционалдық белсенді тағамдық қоспаларды алу үшін қолданудың өзектілігін растайды, бұл тағам өнімдерінің жекелеген түрлерін өндіру үшін шикізат базасын кеңейтуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** ликопин, қарбыз, қызанақ, каротиноидтар, бақша мен көкөніс дақылдары, каротиноидтар.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЛИКОПИНА В БАХЧЕВЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ

**У.Ч. Чоманов, Г.Е. Жумалиева, А.Б. Байзакова**

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Алматы, Казахстан,*

*e-mail: guljan_7171@mail.ru*

В статье представлены результаты исследований по определению и содержанию ликопина в бахчевых и овощных культурах (арбуз, томаты) и по определению показателей качества соков, полученных из арбуза и томатов с целью разработки технологии производства БАДов и пищевых продуктов функционального назначения с высокими качественными показателями для профилактики онкологических заболеваний.

В ходе проведенных исследований было установлено, что наибольшее содержание ликопина обнаружено в образцах томатов (23,5%) и арбуза (20%). Определены качественные показатели соков из отечественных сортов арбуза и томата. Арбузные соки по содержанию растворимых веществ по Brix находятся от 8,1 до 8,4. По титруемой кислотности от 0,38 до 0,46 град. Томатные соки по содержанию растворимых веществ по Brix находятся от 6,8 до 7,6. По титруемой кислотности тоже 0,46 до 0.51 град. В результате проведенных исследований по физико-химическим показателям все образцы находятся по титруемой кислотности в пределах допустимой нормы.

Физико-химические показатели, определенные в соках (арбузном, томатном), подтверждают актуальность его использования для получения ликопина и БАДа функционального назначения, который позволит расширить сырьевую базу для производства некоторых видов пищевых продуктов.

**Ключевые слова:** ликопин, арбуз, томат, каротиноиды, бахчевые и овощные культуры, каротиноиды.

## DETERMINATION AND STUDY OF THE CONTENT OF LYCOPENE IN MELONS AND VEGETABLE CROPS

**U. Chomanov, G. Zhumalieva✉, A. Baizakova**

*«Kazakh research institute of processing and food industry» LTD, Almaty, Kazakhstan, e-mail: guljan_7171@mail.ru*

The article presents the results of studies on the determination and content of lycopene in melons and vegetables (watermelon, tomatoes) and on the determination of the quality indicators of juices obtained from watermelon and tomatoes in order to develop a technology for the production of dietary supplements and functional food products with high quality indicators for the prevention of oncological diseases.

In the course of the studies, it was found that the highest content of lycopene was found in samples of tomatoes (23.5%) and watermelon (20%). The quality indicators of juices from domestic varieties of watermelon and tomato were determined. Watermelon juices by the content of soluble substances according to Brix are from 8.1 to 8.4. By titratable acidity, also from 0.38 to 0.46 degrees. Tomato juices by the content of soluble substances according to Brix are from 6.8 to 7.6. By titratable acidity, also 0.46 to 0.51 degrees. As a result of the conducted studies on physicochemical indicators, all samples are within the permissible norm for titratable acidity.

Physicochemical indicators determined in juices (watermelon, tomato) confirm the relevance of its use for obtaining lycopene and functional dietary supplements, which will expand the raw material base for the production of certain types of food products.

**Keywords:** lycopene, watermelon, tomato, carotenoids, melons and vegetables, carotenoids.

**Кіріспе.** Толыққанды тамақтану адам өмірінің негізі болып табылады және адамның жүрек-қан тамырлары (атеросклероз, миокард инфарктісі, инсульт, гипертония және т.б.), онкологиялық, асқазан-ішек, метаболикалық (семіздік, остеохондроз т.б.) ауруларының көпшілігінің алдын алудың маңызды факторы болып саналады. Қазіргі уақытта еліміздің әртүрлі аймақтарында халықтың аса биологиялық құнды азық-түлік өнімдерін тұтынуының айтарлықтай төмендеуі, витаминдер мен бірқатар минералды заттардың жеткіліксіз тұтынуы байқалады. Бұл мәселені шешудің бір жолы антиоксиданттық белсенділігі бар және адам денсаулығын сақтауда, иммундық жүйені нығайтуда және созылмалы аурулардың алдын алуда маңызды физиологиялық рөл атқаратын каротиноидтарды тамақ рационына қосу болуы мүмкін.

Биологиялық қасиеттеріне байланысты каротиноидтар адам өмірінде маңызды физиологиялық рөл атқарады және олардың қолдану аясының кеңеюі каротиноидтар мен оларды қолданатын тағам өнімдерінің өндірісін арттыруды қажет етеді. Осыған сәйкес, каротиноидтарды алудың қолданыстағы технологияларын жетілдіру және шикізат базасын кеңейту, оның ішінде құрамында каротині бар шикізатты қайта өңдеу зауытында қайталама ресурстарды пайдалану арқылы кеңейту саласындағы зерттеулер өзекті болып табылады.

Бақша дақылдары мен көкөніс дақылдарында каротиноидтар (ликопин) әдемі түс беріп қана қоймайды, сонымен қатар ағзадағы асқын тотығумен күресетін, бос радикалдарды, канцерогендерді дезактивациялауға көмектесетін және қатерлі ісік пен жүрек-қан тамырлары ауруларының дамуын тежейтін жоғары антиоксиданттық қасиеттерге ие [1].

Ликопин - қызанақ, гуава және қарбыз сияқты кейбір өсімдіктердің жемістерінің түсін анықтайтын каротиноидты пигмент. Ликопин антиоксиданттық белсенділікке ие, атап айтқанда, қатерлі ісіктерінің пайда болуы мен дамуына жол бермейтін ДНҚ-ны қорғауда негізгі рөл атқарады.

Ол атеросклероздың, катаракатаның алдын алу шарасы ретінде әрекет етеді және кейбір қабыну процестерін емдейді [2].

Ликопин – майда еритін каротиноид, ол қызанақта, қарбыз целлюлозасында (3,55-4,86 мг/100 г), қызыл грейпфрутта, шырғанақ пен итмұрында кездеседі. Ликопин Е-160 тағамдық қоспасы ретінде тіркелген және Ресейде, Беларусьте, АҚШ-та, Австралияда, Жаңа Зеландияда және Еуропалық Одақта пайдалануға рұқсат етілген. Ликопиннің ұсынылатын мөлшері тәулігіне 5-10 мг құрайды [3]. Ликопиннің адам ағзасындағы негізгі қызметі антиоксидант болып табылады. Тотығу стрессін азайту атеросклероздың дамуын бәсеңдетеді, сонымен қатар онкогенезді болдырмайтын ДНҚ қорғанысын қамтамасыз етеді. Ликопин және құрамында ликопин бар тағамдарды тұтыну адамдарда тотығу стресс маркерлерінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Ликопин адам қанындағы ең күшті каротиноид және антиоксидант болып табылады [4].

Ғалымдар өз зерттеулерінің нәтижесінде қартаю үдерісін баяулату, иммундық жүйенің қызметін арттыру, жүрек-қан тамырлары ауруларының қаупін төмендету, жасушааралық метаболизмнің тұрақтылығын қамтамасыз ету және онкологиялық патологиялардың алдын алу механизмдерін анықтауға ұмтылады. Осы мақсатта каротиноидтар арасындағы ең күшті антиоксиданттардың бірі болып табылаты ликопиннің биологиялық әсері кеңінен зерттелуде. Ең күшті антиоксиданттардың бірі ретінде оның синглетті оттегін бейтараптандыру қабілеті β-каротиннен екі есе, α-токоферолдан он есе және глутатионнан жүз жиырма бес есе тиімдірек [5]. 1903 жылы *Lycopersicum esculentum* (қызанақ) тұқымынан бөлініп алынған ликопин өзі бөлініп алынған жемістің атымен аталған [6].

Адамдарда қатерлі ісіктерді емдеуде ликопинді зерттеу оның простата безінің жергілікті қатерлі ісігін емдеу тиімділігін арттыратынын көрсетеді [7]. Сондай-ақ, қуық асты безінің қатерлі ісігіне шалдығу қаупі жоғары ерлер арасында простата обырына байланысты өлім деңгейін төмендетуге ықпал етеді және гормоналды сезімталдық күйіне тәуелсіз түрде қайталанатын простата обырының дамуын тежейді [8]. Бұдан бөлек, ликопин өмір сүру сапасын жақсартуға, сүйек ауырсынуын жеңілдетуге және төменгі зәр шығару жолдарының симптомдарын бақылауды қамтамасыз етуге қабілетті екені анықталған [9].

Сондай-ақ, ликопин көздің көптеген ауруларының дамуында маңызды рөл атқаратын тотығу стрессінен қорғанысты қамтамасыз етеді. Зерттеулер көрсеткендей, ликопин егде жастағы адамдарда көру қабілетінің жоғалуына алып келуі мүмкін макулярлы дегенерацияның дамуына әсер ететін химиялық және қабыну процестерін тежейді.

Ликопин - жемістер мен көкөністерге сары, қызғылт сары және қызыл түстер беретін және суда ерімейтін каротиноидтар тұқымдасының қосылысы. Біздің ағзамыз ликопинді өздігінен синтездей алмайды, сондықтан қызыл түсті көкөністерді, жемістерді жеу керек немесе байытқыш ретінде тағам рационын тағамдық қоспалармен байытуға болады. Ағзада ликопин күшті антиоксидант ретінде әрекет етіп, жасушаларды бос радикалдар тудыратын тотығу әсерінен қорғайды. Тотығу үдерісі қабыну реакцияларын қоздырып, қант диабеті, Альцгеймер ауруы, қатерлі ісік және жүрек-қан тамыр жүйесімен байланысты патологиялардың дамуына ықпал етеді. Антиоксиданттық қасиеттерінің арқасында ликопин зиян холестерин деңгейін төмендету арқылы инфаркт пен инсульт қаупін азайтуға көмектеседі, сонымен қатар, бұл қосылыс теріні ультракүлгін сәулелердің зиянды әсерінен қорғай отырып, меланоманың даму қаупін төмендетуге ықпал етеді. Ликопиннің сүйек тінінің жасушаларына да оң әсері бар, ол олардың өмірлік циклін ұзартуға және сүйек тінінің жалпы күйін жақсартуға көмектеседі.

Ликопин термиялық өңдеу арқылы жойылмайды, сондықтан ол негізінен қызанақтан жасалған тағамдар мен өнімдерде кездеседі. Сонымен қатар, жоғары температура каротиноидтың құрылымын өзгертеді, осылайша ол денеге жақсырақ және толық сіңе бастайды. Томат пастасында жаңа піскен қызанақтарға қарағанда 30 есе көп ликопин бар. Бірқатар зерттеулер каротиноид ликопині бар тағамдарды үнемі тұтыну жүрек-

қан тамырлары аурулары мен қуық асты безінің қатерлі ісігінің қаупін төмендететінін көрсетті [10].

Жергілікті көкөністер мен бақша дақылдары ликопин алу үшін пайдаланылғандықтан, бұл өндіріс шығындарының төмен болуына әкеледі. Бір қызығы, құрамында ликопин бар өнімдер шикі күйінде тұтынылғанда, ол ағзаға аз мөлшерде сіңеді. Оларды термиялық өңдеу кезінде ликопин концентрациясы артады, бірақ бұл жағдайда да жеткіліксіз болуы мүмкін.

Осыған байланысты, ликопинді тамақ өндірісінде қолдану қазіргі өмір салты жағдайында маңызды және қажетті элементке айналуда. Оның антиоксиданттық, қабынуға қарсы және қорғаныш қасиеттері тағам өнімдерінің биологиялық құндылығын арттырып, түрлі аурулардың алдын алу мүмкіндігін кеңейтеді.

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеу объектілері - қарбыз және қызанақ шырындары, каротиноидты ликопин. Зерттеу үшін қарбыз мен қызанақтың әртүрлі отандық сорттарынан сынамалар алынды. Қарбыздан 1-үлгі – «Асар» қарбызы, 2-үлгі «Достық10», 3-үлгі – «Кримсон Свит» қарбызы; қызанақтан 4-үлгі - «Солнечный» қызанағы; 5-үлгі –«Колхозный 34» қызанағы; 6-үлгі – «Ахтанақ» қызанағы.

Зерттеу үшін жалпы қабылданған стандартты әдістер қолданылды: органолептикалық, физика-химиялық, биохимиялық, санитарлық-гигиеналық.

Зерттеу үшін келесі әдістер қолданылды:

- МЕМСТ ISO 750-2013 Өңделген жеміс-көкөніс өнімдері. Титрленетін қышқылдықты анықтау.

- МЕМСТ ISO 2173-2013 еритін қатты заттарды рефрактометриялық әдіспен анықтау.

- МЕМСТ 29031-91 Құрғақ заттарды анықтау әдісі.

Құрғақ заттардың мөлшері SNEL-104 рефрактометрі арқылы анықталды. Шикізат пен өнімдердің ылғалдылығы МХ-50 ылғал өлшегішінің көмегімен анықталды. Өлшеу нұсқауларға сәйкес жүргізіледі: 5 грамм сынама алынады, шыныаяққа біркелкі қабатта жайылды және 130°С температурада кептіріледі.

- МЕМСТ 51433-99 Жеміс-көкөніс шырындары. Рефрактометр көмегімен еритін қатты заттардың құрамын анықтау әдісі.

- ликопинді анықтау әдісі. Гександы сусыздандыру әдісі.

Ликопин мөлшері гександы сусыздандыру әдісі арқылы анықталды, онда шырындардың бензинде ерітілуі нәтижесінде ликопин гексан фракциясына ауысады. Өсімдік пигментін бөліп алу үшін әр сынамадан 2,5 мл алынып, пробиркаларға құйылды, содан кейін әр пробиркаға тең мөлшерде бензин қосылды. Қоспа мұқият шайқалып, анық екі фазалы жүйе түзілгенше қалдырылды. Жоғарғы фаза (гексан) ашық, мөлдір, сары-қызғылт сары түсті болды, ал төменгі фаза (сулы) ақшыл қызыл түсті және мөлдір емес болып көрінді. Жоғарғы мөлдір қабат тамшуыр көмегімен мұқият алынып, фарфор шыныаяққа құйылды, содан кейін су моншасында 0,25–0,5 мл қалғанға дейін буландырылды. Ликопиннің мөлшері жоғарғы фазаның биіктігі бойынша анықталды.

- МЕМСТ 5898 – 87 Қышқылдық пен сілтілілікті анықтау.

- МЕМСТ Р 51478-99 (ISO 2917-74) сутегі ионының pH концентрациясын анықтау.

- МЕМСТ Р ISO 22935-2-2011 органолептикалық бағалаудың ұсынылған әдістері.

- МЕМСТ 51433-99 «Жеміс-көкөніс шырындары. Рефрактометр көмегімен еритін қатты заттардың құрамын анықтау әдісі.

- белсенді қышқылдықты Testo 206-pH1 pH өлшегішінің көмегімен анықтау.

**Нәтижелер мен талқылау**.Зерттеу үшін бақша дақылдары (қарбыз) және көкөніс дақылдары (қызанақ) алынды. Жұмыс үшін қарбыз мен қызанақтың келесі сорттары пайдаланылды:

1. «Асар» қарбыз сорты. Орташа салмағы: 7-12 кг, қабығы қалың, қара жолақты ерте пісетін сорт. Целлюлозасы ашық қызыл, ірі түйіршікті, шырынды және қарбызға тән хош иіске ие. Бұл сорт негізгі ауруларға төзімділігімен және ұзақ

сақталу қабілетімен ерекшеленеді.

2. «Достық-10» қарбызы. Орташа салмағы 5-10 кг аралығында болатын, салыстырмалы түрде орташа кеш пісетін қарбыз сорты. Қабығы жұқа, қара жолақты. Целлюлозасы ашық қызыл, ұсақ түйіршікті, шырынды және қарбыз хош иісі айқын білінеді. Сорт негізгі ауруларға төзімді және жиналған өнімді 3 айға дейін сақтауға қабілетті. Өсіп-өну кезеңі 90-95 күнді құрайды. Бұл сорт оңтүстік аймақтарда ашық алаңдарда және пленкалы жылыжайларда өсіруге бейімделген.

3. «Кримсон Свит» сорты – ерте пісетін, ашық және қорғалған топырақ жағдайларына арналған қарбыз сорты. Өсу мерзімі 65-80 күн. Өсімдіктің ұзындығы 3-5 м аралығында, ірі жемісті, ұзын сопақша пішінді, ұзындығы 50-60 см, салмағы 12-15 кг дейін жетеді. Қабығы ашық жасыл түсті, қара-жасыл мәрмәр өрнектері бар. Целлюлозасы бай қызғылт-қызыл, тығыз, шырынды және тәтті. Бір өсімдіктен 25-30 кг өнім алынады.

4. «Солнечный» сорты – ерте пісетін қызанақ сорты. Жемістері қызыл түсті, сопақша, сәл жұмыртқа тәрізді, салмағы 85-105 г аралығында. Құрылымы тығыз, 3-5 тұқым камерасы бар, жапырақшадан оңай бөлінеді. Егіннің біркелкі пісуі өнімді жинау мен тасымалдау барысында артықшылық береді. Көшет отырғызғаннан кейін 53-56 күнде өнім береді. Сорт негізгі қызанақ ауруларына төзімді.

5. «Колхозный 34» сорты – орта маусымдық қызанақ сорты. Жемістері жалпақ дөңгелек пішінді, қызыл фонда сары жолақтары бар. Пісу барысында күн сәулесінің әсерінен түсі қанық қызыл реңкке ие болады. Целлюлозасы көп камералы, шырынды және тәтті. Жемістерінің орташа салмағы 200-400 г. Бұл сорт салаттарға, шырындарға, соустар мен макарон өнімдерін дайындауға қолайлы.

6. «Ахтанақ» сорты – орта маусымдық қызанақ сорты, өну кезеңі 115-127 күнді құрайды. Жемістері дөңгелек, тегіс, піскен кезде қызыл түске ие, салмағы 60-100 г аралығында. Шырынды, дәмдік қасиеттері жоғары, жарылуға бейім емес. Сорт жаңа піскен күйінде тұтынуға, консервілеуге және қайта өңдеуге жарамды.

Таңдап алынған бақша және көкөніс дақылдарынан (қарбыз, қызанақ) шырындар

дайындалды.

Қарбыз шырыны шырынды целлюлозаны престеу әдісі арқылы бөлу технологиясымен дайындалды. Өңдеу процесінде ірі целлюлоза бөлшектері жойылады, бірақ өнім құрамында белгілі бір мөлшерде диеталық талшықтар сақталады. Шикізат ретінде піскен, ашық түсті және зақымданбаған қарбыздар таңдалып алынды.

Піскен қарбыз ағынды су астында 20-25°С температурада жуылды, қабығы аршылып, қалыңдығы 1 мм-ден аспайтын ақ целлюлоза қабаты қалдырылды. Қарбыз целлюлозасы үлкен кесектерге кесіліп, тұқымдары алынып тасталды. Целлюлоза шырынның ауырлық күшімен ағуына мүмкіндік беру үшін 1 минут бойы көлбеу перфорацияланған бетте ұсталды, содан кейін 80 л/сағатқа дейінгі престеу жылдамдығымен сығылды. Алынған шырын 85-90°С температурада 8-10 минут бойы пастерленді және алдын ала жуылып, стерильденген ыдыстарға құйылды. Одан кейін орау процесі жүргізіліп, өнім 18-20°С температураға дейін салқындатылды. Дайын шырын 2-4°С температурада сақталды.

Томат шырынын алу үшін піскен, қабығы аршылған және сұрыпталған қызанақтар 20-25°С температурадағы ағынды сумен жуылды. Өңдеу барысында олар 60-70°С-қа дейін қыздырылып, ұсақталды, содан кейін пресс астында сығылды. Алынған шырын тұқымдардан, ірі қосындылардан (жемістердің жасыл бөліктері мен қабығынан) тазарту мақсатында електен (дәке арқылы) өткізілді және стерильді ыдыстарға құйылды. Микроорганизмдерді жою қажеттілігі қызанақ шырынының қышқылдығының төмен болуымен байланысты, себебі оның pH деңгейі 5,5-6,5 аралығында, бұл бірқатар микроорганизмдердің, соның ішінде спора түзетіндердің дамуына қолайлы жағдай туғызады. Осыған байланысты қызанақ шырыны 110°С температурада 20-25 минут бойы зарарсыздандырылды.

Зерттеулер нәтижесінде қарбыз мен қызанақтың отандық сорттарының үлгілеріндегі каро-

тиноидты ликопиннің мөлшері анықталды. Қарбыз бен қызанақтың құрамындағы ликопиннің болуы зерттеліп, талдау жүргізілді. Алдын ала таңдап алынған қарбыз бен қызанақтың әртүрлі отандық сорттарының жаңа үлгілері зерттеліп, сынақтан өткізілді.

Қарбыз және қызанақ шырындарының органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері зерттелді.

Қарбыз және қызанақ шырынының әртүрлі үлгілерінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері 1-кестеде келтірілген.

Үлгілер: қарбыз: 1-үлгі, 2-үлгі, 3-үлгі. қызанақ: 4-үлгі, 5-үлгі, 6-үлгі.

**1. кесте. Қарбыз бен қызанақтың органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері**

| Үлгілер | Шырын көрсеткіштері | | | |
|---|---|---|---|---|
| | сыртқы түрі, консистенциясы, дәмі, иісі және түсі | титрленетін қышқылдық, °Т | белсенді қышқылдық, pH | еритін қатты заттардың мөлшері, (°Brix) |
| 1- үлгі | айқын қарбыз дәмі, тәтті, біркелкі, ашық қызғылт, мөлдір емес, жұмсақсыз және тұнбалы | 0,41 | 4,4 | 8,1 |
| 2- үлгі | | 0,38 | 4,3 | 8,4 |
| 3- үлгі | | 0,45 | 4,4 | 8,2 |
| 4- үлгі | айқын тән қызанақ хош иісі, бүкіл массаға таралған майда ұнтақталған жұмсағы бар біртекті сұйықтық, қызыл түсті | 0,46 | 5,8 | 7,6 |
| 5- үлгі | | 0,49 | 5,5 | 7,0 |
| 6- үлгі | | 0,51 | 6,0 | 6,8 |

1-кестеде ұсынылған мәліметтерге сәйкес, алынған барлық шырындардың сапа көрсеткіштері белгіленген рұқсат етілген шектерге сәйкес келетіні анықталды. Барлық қарбыз шырындары ашық қызғылт түсті болып, қарбызға тән тәтті дәмге ие болды. Brix шкаласы бойынша еритін заттардың мөлшері 8,1-ден 8,4%-ға дейін, ал титрленетін қышқылдық 0,38-ден 0,45°-қа дейін өзгерді.

Томат шырындары қызыл түсті, құрамында массаға біркелкі бөлінген майда ұнтақталған целлюлоза болды. Brix бойынша еритін заттардың мөлшері 6,8-ден 7,6%-ға дейін, ал титрленетін қышқылдық 0,46-дан 0,51° аралығында ауытқыды. Алынған нәтижелерге сәйкес, «Асар» қарбызы мен «Солнечный» қызанақ сорттарынан алынған шырындар органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері бойынша ең жоғары бағаға ие болды.

Зертханалық жағдайда ликопин қарбыз бен қызанақ шырынынан гексан әдісімен бөлініп алынды.

Зерттеу нәтижелері барлық зерттелген қарбыз және қызанақ үлгілерінде ликопиннің бар екенін, алайда оның мөлшері мен түс ерекшеліктері әртүрлі болатынын көрсетті. 2-кестеде гександы сусыздандыру әдісі арқылы анықталған ликопин көрсеткіштері ұсынылған.

Ликопинді оқшаулау бойынша жүргізілген талдаулар нәтижесі ликопиннің ең көп мөлшері қарбыз үлгісінің 1-үлгісінде (20%) және 4-үлгідегі қызанақта (23,5%) бар екені екенін көрсетті. Осылайша, алынған эксперименттік деректер ликопиннің барлық зерттелген қарбыздар мен қызанақтарда кездесетінін растайды. Ликопиннің ең жоғары мөлшері «Асар» қарбыз сорты мен «Солнечный» қызанақ сортында анықталды.

Жүргізілген эксперименттік зерттеулер мен

талдаулардың нәтижелеріне сүйене отырып, қызанақ құрамындағы ликопин мөлшері қарбызбен салыстырғанда жоғары екендігі туралы қорытынды жасауға болады.

**2 - кесте. Ликопинді гександы сусыздандыру әдісімен анықтау**

| Көрсеткіштер | Қарбыздар | | | Қызанақтар | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1- үлгі | 2- үлгі | 3- үлгі | 4- үлгі | 5- үлгі | 6- үлгі |
| Түсі | ашық сары қызғылт сары | ашық сары қызғылт сары | ашық сары қызғылт сары | ашық сары-қызғылт сары | сары-қызғылт сары | ашық қызғылт сары |
| Гексан мөлшері, мл | 1,5 | 1,9 | 2,2 | 1,7 | 2,0 | 1,8 |
| Буландырудан кейінгі мөлшері, мл | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Ликопин мөлшері, % | 20,0 | 15,8 | 13,6 | 23,5 | 20,0 | 22,2 |

**Қорытынды.** Зертханалық жағдайда қарбыз және қызанақтың отандық сорттарының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері анықталды.

Отандық қарбыздың «Асар», «Достық10», «Кримсон Свит» және қызанақтардың «Солнечный», «Колхозный 34», «Ахтанақ» сорттарының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері зертханалық жағдайда анықталды. Барлық қарбыз шырындары ашық қызғылт түсті болып, қарбызға тән тәтті дәмге ие болды. Brix шкаласы бойынша еритін заттардың мөлшері 8,1-ден 8,4%-ға дейін, ал титрленетін қышқылдық 0,38-ден 0,45°-қа дейін өзгерді.

Томат шырындары қызыл түсті, құрамында массаға біркелкі бөлінген майда ұнтақталған целлюлоза болды. Brix бойынша еритін заттардың мөлшері 6,8-ден 7,6%-ға дейін, ал титрленетін қышқылдық 0,46-дан 0,51° аралығында ауытқыды. .

Физико-химиялық көрсеткіштер бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде барлық үлгілер титрленетін қышқылдық бойынша рұқсат етілген шектерде.

Қарбыз бен қызанақтың отандық сорттарының үлгілеріндегі каротиноидты ликопиннің мөлшері анықталды. Отандық қарбыз мен қызанақтың әртүрлі сорттарынан ликопинді бөліп алу бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде барлық үлгілерде ликопин бар, бірақ әртүрлі мөлшерде екені анықталды. Ликопинді анықтау кезінде ең көп мөлшері қарбызда 1-үлгіде (20%), ал қызанақтың 4-үлгісінде (23,5%) болатыны анықталды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін ескере отырып, «Асар» қарбыз сорты мен «Солнечный» қызанақ қолайлы баға алды.

***Қаржыландыру**. Материалдар BR22886613 «Инновациялық технологияларды дамыту» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында «Онкологиялық аурулардың алдын алу үшін құны төмен және жоғары сапа көрсеткіштерімен функционалды тағамдық қоспаларды өндіру технологиясын жасау» жобасы аясында дайындалған. Ауыл шаруашылығы министрлігінің 101 «Ғылыми зерттеулер мен іс-шараларды бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру» кіші бағдарламасы бойынша 267 «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» бюджеттік бағдарламасы бойынша ауыл шаруашылығы өсімдік шаруашылығы өнімдері мен шикізатын өңдеу және сақтау технологиялары»; Қазақстан Республикасы 2024-2026 жж.*

## References

1. Collins E.J., Bowyer C., Tsouza A., Chopra M. Tomatoes: An extensive review of the associated health impacts of tomatoes and factors that can affect their cultivation// Biology (Basel). - 2022.-Vol.11(2): 239. DOI 10.3390/biology11020239.

2. Kristal A.R., Till C., Platz E.A., Song X., King I.B., Neuhouser M.L., Ambrosone C.B., Thompson I.M. Serum lycopene concentration and prostate cancer risk: Results from the Prostate Cancer Prevention Trial //Cancer Epidemiol. Biomark. Prev. -2011.-Vol.20(4).- P.638–646. DOI 10.1158/1055-9965.EPI-10-1221

3. Imran M., Ghorat F., Ul-haq I., Ur-rehman H., Aslam F., Heydari M., Shariati M. A., Okuskhanova E., Yessimbekov Z., Thiruvengadam M., Hashempur M. H., and Rebezov M. Lycopene as a natural antioxidant used to prevent human health disorders// Antioxidants.- 2020.-Vol.9 (8).- P.706 – 727. DOI 10.3390/antiox9080706.

4. M. Viuda-Martos, E. Sanchez-Zapata, E. Sayas-Barberá, E. Sendra, J. A. Pérez-Álvarez, J. Fernández-López. Tomato and Tomato Byproducts. Human Health Benefits of Lycopene and Its Application to Meat Products: A Review //Critical Reviews in Food Science and Nutrition.- 2014.-Vol.54 (8).-P.1032-1049. DOI 10.1080/10408398.2011.623799

5. Joshi B., Kar S. K., Yadav P. K., Yadav S., Shrestha L., and Bera T. K., Therapeutic and medicinal uses of lycopene: a systematic review//International Journal of Research in Medical Sciences.- 2020.-Vol.8 (3):1195DOI 10.18203/2320-6012.ijrms20200804.

6. Bramley P. M., Is lycopene beneficial to human health?// Phytochemistry. -2000.-Vol. 54(3)-P. 233 – 236. DOI 10.1016/S0031-9422(00)00103-5

7. Morgia G., Voce S., Palmieri F., Gentile M., Iapicca G., Giannantoni A., Blefari F., Carini M., Vespasiani G., Santelli G., et al. Association between selenium and lycopene supplementation and incidence of prostate cancer: Results from the post-hoc analysis of the procomb trial// Phytomedicine.- 2017.-Vol.-34.-P. 1-5. DOI 10.1016/j.phymed.2017.06.008.

8. Clark P.E., Hall M.C., Borden L.S.J., Miller A.A., Hu J.J., Lee W.R., Stindt D., D'Agostino R.J., Lovato J., Harmon M., et al. Phase I-II prospective dose-escalating trial of lycopene in patients with biochemical relapse of prostate cancer after definitive local therapy //Urology.- 2006.-Vol.67(6).- P.1257–1261. DOI 10.1016/j.urology.2005.12.035.

9. Usman Mir Khan, Mustafa Sevindik, Ali Zarrabi, Mohammad Nami, Betul Ozdemir, Dilara Nur Kaplan, Zeliha Selamoglu, Muzaffar Hasan, Manoj Kumar, Mohammed M. Alshehri, Javad Sharifi-Rad, Lycopene: Food Sources, Biological Activities, and Human Health Benefits//Oxidative Medicine and Cellular Longevity.- 2021.-Vol.2021(1): 2713511.- 10 p. 2021. DOI 10.1155/2021/2713511

10. J. Costa-Rodrigues, O. Pinho, and P. R. R. Monteiro, "Can lycopene be considered an effective protection against cardio-vascular disease?// Food Chemistry.- Vol. 245.-P.1148–1153,2018. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.11.055

***Авторлар туралы мәліметтер***

Чоманов У.Ч. - т.ғ.д., «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ҒЗИ» ЖШС, Алматы, Қазақстан, e-mail: chomanov@mail.ru;

Жұмалиева Г.Е. – техника ғылымдарының кандидаты, «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан, e-mail: guljan_7171@mail.ru;

Байзақова А.Б. - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан, e-mail: ainel0026@gmail.com

***Information about the authors***

Chomanov U.Ch. - doctor of technical sciences, LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry" Almaty,

Kazakhstan, e-mail: chomanov@mail.ru;

Zhumalieva G.E. - candidate of technical sciences, LLP ”Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry” Almaty, Kazakhstan, e-mail: guljan_7171@mail.ru;

Baizakova A.B. - master of natural sciences, research fellow, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan, e-mail: ainel0026@gmail.com

IRSTI 65.59.31 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-639**

# DEVELOPMENT OF FERMENTED SAUSAGE PRODUCTION TECHNOLOGY USING STARTER CULTURES OF MICROORGANISMS

**[2]Sh.B. Baitukenova, [1]U.A. Ryspaeva, [1]S.B. Baitukenova**

*[1]JSC «Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov», Astana, Kazakhstan,*
*[2]NAO «Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin», Astana, Kazakhstan*
*Corresponding author: baytukenova75@mail.ru*

This article considers the influence of microorganisms on the composition of semi-smoked sausages and technological processes. Liquid propionic acid bacteria were introduced into beef and their biological value, organoleptic and physicochemical parameters were studied. The influence of the use of starter microorganisms on tenderness, juiciness, nutritional value of the finished product, formation of the necessary level of structure and ability to retain moisture was studied, and also it was established that due to the action of starter microorganisms organoleptic indicators increase. As a result of experimental samples and researches the optimised formulation and technology of fermented semi-smoked sausages have been created.

Physico-chemical, organoleptic indicators, moisture-holding capacity, active acidity pH of the finished product and raw materials were determined. The method of production of fermented semi-smoked sausages is characterised by the introduction of starter culture into the raw material after the stage of meat grinding, before salting. The optimal ratio of liquid propionibacterium Propionibacterium shermani and Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum (2 strains of propionibacterium shermani and Lactobacillus acidophilus) is 0.1%, fermentation time - 8 hours.

Based on the results of experimental studies, we consider the use of liquid propionic acid bacteria 'ProBioLiz' (2 strains of propionic acid bacteria Propionibacterium shermani and lactobacillus).

**Keywords:** 1st and 2nd category beef, starter microorganisms, propionic acid microorganism, fermented beef, fermented half-sausages, amino acid composition.

# СТАРТЕР МИКРОАҒЗАЛАРЫМЕН ӨҢДЕЛГЕН ФЕРМЕНТТЕЛГЕН ЖАРТЫЛАЙ ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚ ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

**[2]Ш.Б. Байтукенова, [1]У.А. Рыспаева, [1]С.Б. Байтукенова**

*[1]«Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті» АҚ, Астана, Қазақстан,*
*[2]«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті», Астана, Қазақстан,*
*e-mail: baytukenova75@mail.ru*

Бұл мақалада микроорганизмдердің жартылай ысталған шұжықтардың құрамына және технологиялық процестеріне әсері қарастырылады. Сиыр етіне сұйық пропион қышқылы бактериялары қосылып, олардың биологиялық құндылығы, органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері зерттелді. Стартерлік микроорганизмдерді қолданудың дайын өнімнің нәзіктігіне, шырындылығына, тағамдық құндылығына, құрылымның қажетті деңгейінің қалыптасуына және ылғалды сақтау қабілетіне әсері зерттелді, сонымен қатар әрекетке байланысты стартердің органолептикалық көрсеткіштері жоғарылайды екендігі анықталды. Эксперименттік үлгілер мен зерттеулер нәтижесінде ферменттелген жартылай ысталған шұжықтардың оңтайландырылған рецептісі мен технологиясы жасалды.

Дайын өнім мен шикізаттың физикалық-химиялық, органолептикалық көрсеткіштері, ылғал ұстау қабілеті, белсенді қышқылдығының pH-ы анықталды. Ферменттелген жартылай ысталған шұжықтарды өндіру әдісі етті ұсақтау кезеңінен кейін, тұздаудың алдында шикізатқа стартерлі микроағзаны енгізумен сипатталады. «ProBioLys» сұйық пропион қышқылы бактериясын (Propionibacterium

shermani және lactobacilli Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum пропион қышқылының 2 штаммы) пайдаланудың оңтайлы арақатынасы 0,1%, ферменттеу уақыты 8 сағат.

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелеріне сүйене отырып, ысталған ет өнімдерінде сұйық пропион қышқылы бактериясы «ProBioLys» (Propionibacterium shermani және lactobacilli Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum пропион қышқылының 2 штаммы) сұйық пропион қышқылы бактериясын қолдану орынды деп санаймыз.

**Түйін сөздер:** 1 және 2 санаттағы сиыр еті, бастапқы микроорганизмдер, пропион қышқылы микроорганизмі, ферменттелген сиыр еті, ферменттелген жартылай шұжықтар, аминқышқыл құрамы.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ КОЛБАСЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАРТОВЫХ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ

**[2]Ш.Б. Байтукенова✉, [1]У.А. Рыспаева, [1]С.Б. Байтукенова**

*[1] АО «Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова», Астана, Казахстан,*
*[2] НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан,*
*e-mail: baytukenova75@mail.ru*

В данной статье рассмотрено влияние микроорганизмов на состав полукопченых колбас и технологические процессы. В говядину вносили жидкие пропионокислые бактерии и изучали их биологическую ценность, органолептические и физико-химические показатели. Изучено влияние использования заквасочных микроорганизмов на нежность, сочность, пищевую ценность готового продукта, формирование необходимого уровня структуры и способность удерживать влагу, а также установлено, что за счет действия закваски повышаются органолептические показатели. В результате экспериментальных образцов и исследований создана оптимизированная рецептура и технология ферментированных полукопченых колбас.

Определены физико-химические, органолептические показатели, влагоудерживающая способность, pH активной кислотности готового продукта и сырья. Способ производства ферментированных полукопченых колбас характеризуется введением в сырье стартовую культуру после стадии измельчения мяса, перед посолом. Оптимальное соотношение использования жидкой пропионовокислой бактерии «ПроБиоЛиз» (2 штамма пропионовокислой бактерии Propionibacterium shermani и лактобациллы Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum) составляет 0,1%, время ферментации – 8 часов.

На основании результатов экспериментальных исследований мы считаем актуальным использование жидкой пропионовокислой бактерии «ПроБиоЛиз» (2 штамма пропионовокислой бактерии Propionibacterium shermani и лактобактерий Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum) в копченых мясных продуктах.

**Ключевые слова:** говядина 1-й и 2-й категории, стартовые микроорганизмы, пропионовокислый микроорганизм, ферментированная говядина, ферментированные полуколбасы, аминокилотный состав.

**Introduction.** The most important condition for increasing the range of sausage products is to reduce the cost of sausage products while maintaining standard quality. Currently, the best way to solve this problem is the introduction of new technologies that improve the biochemical changes occurring during the processing of meat raw materials. The use of microorganisms in the production of meat products helps to improve the quality of the finished product [1].

Currently, there are many large-scale theoretical and experimental materials on the use of sourdough starters in sausage production, including the study of probiotic microorganisms of scientific interest. Probiotic microorganisms include bifido and

propionic acid bacteria. Propionic acid bacteria grow at low temperatures, produce odorous, antimutagenic substances, vitamin B12, amino acids, and are highly active against pathogenic microflora.

Fermented sausages are produced at a constant temperature and, depending on the relative humidity, depending on the change in microbiological, biochemical and physical processes during ripening.

During the ripening of sausages, proteins are broken down into oligopeptides and free amino acids by the formation of histenzyme and aminopeptidase, which has a very good effect on the flavour of the finished product [2].

The aim of the work was to study the biochemical activity of propionic acid bacteria at the stage after treatment of raw materials with starter microorganisms at the stages of the technological process of production of semi-smoked sausages.

Propionic acid and bifidobacteria are very widely used in food production. Therefore, it is important to determine the odour-correcting and biochemical activity of the bacteria. In the works of Khanhalaev I.A. and I.S. Khamagaeva the influence of propionic acid and bifidobacteria on the finished sausage product was considered and it was proved that organoleptic parameters are significantly improved [3].

In their work, P. Nedelsheva and D. Zenkova proved that the addition of probiotic strain Lactobacillus Plantarum to the raw material provides mass and reduction of pathogenic flora in raw smoked sausage due to the necessary fermentation process [4].

In their workM. Laranjo and M.E. Potes suggested that propionic acid bacteria increase the safety of fermented meat products by rapidly acidifying the matrix and producing antimicrobial agents such as bacteriocins [5].

In his works S.E. Shokesheva, Y.M. Uzakov studied the effect of starter microorganisms on the acceleration of ripening of finished meat products and microstructure of finished sausage [6].

**Materials and methods.** Scientific and experimental work was carried out in the experimental shop for processing of meat products. As a material for experiments were taken experimental samples of semi-smoked sausage made on the basis of standard GOST 31785-2012. ST RK 1731-2007 Determination of organoleptic quality indicators of meat and meat products was carried out.

Acidity pH and water activity in sausage was measured using a digital pH-meter. The sample was chopped and mixed by passing it twice through a meat grinder. The prepared solution (1:10 ratio with distilled water) was determined from the mixture obtained after settling at 20°C for 30 minutes. The study was repeated 5 times. The total value is obtained from the method of variance calculation.

The ability to bind moisture was determined by the pressing method, based on the separation of water from the test sample during pressing, sorption of the separated moisture with filter paper and determination of the amount of water. The study was carried out by repeating 5 times by the area of the spot left on the filter paper. The total value is obtained based on the method of variance calculation.

Counting the number of mesophilic aerobic and facultative-anaerobic microorganisms in the prepared samples and the number of colonies in Petri dishes was carried out in accordance with ST GOST R 51448-2010 of the Republic of Kazakhstan. This study was carried out after the manufacture of samples and after expiry date.

Liquid propionic acid bacteria ‘ProBioLyz’ (2 strains of propionic acid bacteria Propionibacterium shermani and lactobacillus Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum) 0.08%, 0.1%, 0.15% per 100 kg were used as a starter.

The technological process was carried out in accordance with the technological instructions in compliance with the rules for meat industry enterprises.

The method of production of fermented semi-smoked sausages was characterised by the introduction of starter microorganisms into the raw material after the stage of meat grinding, before

salting. Beef semi-smoked sausage was chosen as the basic recipe (Table 1).

**Table 1 - Recipe for fermented semi-smoked sausage**

| Raw materials | Beef sausage | 100 кг/кг | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 |
| beef 1 grade | 85 | 60 | 55 | 50 |
| beef 2 grade | - | 25 | 30 | 35 |
| Raw fat | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Egg powder | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Total quantity: | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| **Spices:** | | | | |
| Table salt | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Icing sugar | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Black pepper | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Sodium nitrite | 0,045 | 0,040 | 0,030 | 0,025 |
| Starter microorganism 'PROBIOLIS' | - | 0,08 | 0,1 | 0,15 |

**Results and discussion**: According to the results of chemical analysis, it can be seen that the protein content and mineral composition of the new fermented sausage product is not significantly higher than that of the exemplary sausages (Table 2).

**Table 2 - Chemical composition of fermented semi-smoked sausage product**

| Indicators | Half-smoked sausage | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 'Beef' (sample) | Fermented semi-smoked sausage (test sample 1) | Fermented semi-smoked sausage (test sample 2) | Fermented semi-smoked sausage (test sample 3) |
| Mass fraction of moisture, % | 64,3±0,53 | 65,5±0,3 | 65,3±0,6 | 65,5±0,5 |
| Mass fraction of protein, % | 11,40±0,2 | 11,6±0,3 | 11,60±0,2 | 11,60±0,3 |
| Mass fraction of fat, % | 21,10±0,2 | 21,58±0,2 | 21,58±0,23 | 21,58±0,2 |
| Acidity, pH | 5,9±0,02 | 5,3±0,01 | 5,5±0,01 | 5,5±0,02 |
| Mass fraction of residual sodium nitrite | 0,06±0,0002 | 0,0025±0,0002 | 0,0033±0,0002 | 0,002±0,0001 |

It can also be seen that the mass fraction of moisture in the samples slightly increased and the acidity significantly decreased. And residual sodium nitrite in the tested sample was reduced compared to the control sample. The decrease in residual sodium nitrite in the tested samples was due to the action of starter microorganisms.

The rapid change in the transformation and colour formation of sodium nitrite can be attributed to the decrease in acidity of pH. Due to the reduction of residual sodium nitrite, a saturated colour of the finished product can be obtained.

According to the results of the amino acid composition analysis, it can be seen that the protein of the sample is significantly richer in amino acids than the amino acids contained in the semi-smoked sausage 'Beef'. An increase in tryptophan, lysine, isoleucine, valine, leucine, threonine was observed in fermented semi-smoked sausage (Table 3).

**Таблица 1 - Table 3 - Amino acid composition of semi-smoked sausage**

| Amino acids | Quantity, 1 mg per 100g | | Amino acid value, % | |
|---|---|---|---|---|
| | Half-smoked sausage | | | |
| | 'Beef' (sample) | Fermented sausage (trial) | Fermented sausage (trial) | Fermented sausage (trial) |
| | 836,454 | 907,023 | 170 | 184 |
| Valine | 572,678 | 701,096 | 124 | 140 |
| Isoleucine | 1036,987 | 1336,084 | 112 | 132 |
| Leucine | 1025,999 | 1383,846 | 155 | 184 |
| Lysine | 367,654 | 411,613 | 88 | 84 |
| Methionine | 571,033 | 705,714 | 132 | 150 |
| Threonine | 169,031 | 187,023 | 112 | 128 |
| Tryptophan | 497,987 | 676,682 | 70 | 78 |
| Phenylalaline | 5077,823 | 6309,081 | 120 | 130 |

The amount of substituted amino acids does not tend to fluctuate strongly. That is why the content of amino acids in the sour sausage semi-smoked is higher than in the sample. From the above results, comparing the sample with the test sample, it is clear that the amount of essential amino acids methonine in the test sample is lower by 0.4 mg/g protein, in the test sample phenylalanine increased by 0.8 mg/g protein

Biological value of the finished product is determined by the composition of mineral substances and vitamins. An important indicator of the nutritional value of fats is the acid composition of fat. It increases the flavour and energy value of the finished product. Minerals and vitamins play an important role in the human body. The human body cannot synthesise vitamins, so they enter the human body through products of plant and animal origin. Deficiency of vitamins and minerals in food leads to metabolic disorders in the human body [7].

Table 4 shows the amount of minerals and vitamins in fermented semi-smoked sausage.

**Table 4 - Mineral substances and vitamins in fermented semi-smoked sausages**

| Indicators, 100 mg | 'Beef' (sample) | Fermented semi-smoked sausage (test sample 1) | Fermented semi-smoked sausage (test sample 2) | Fermented semi-smoked sausage (test sample 3) |
|---|---|---|---|---|
| Minerals: | | | | |
| Calcium (Ca) | 34,12±3,65 | 34,51±5 | 34,50±6,9 | 34,50±5,5 |
| Magnesium (Mg) | 5,61±1,07 | 5,73±1,1 | 5,70±1,14 | 5,73±1,2 |
| iron (Fe) | 1,77±0,3 | 1,85±0,5 | 1,85±0,37 | 1,87±0,43 |
| Vitamins: | | | | |
| Retinol (A) | 0,018 | 0,031 | 0,027 | 0,03 |
| Tocopherol (E) | 0,027 | 0,039 | 0,031 | 0,04 |
| Ascorbic acid (C) | 0,41 | 0,42 | 0,43 | 0,42 |
| Niacin PP | 2,63 | 2,71 | 2,65 | 2,71 |
| Thiamine (B1) | 0,19 | 0,2 | 0,25 | 0,2 |
| Riboflavin (B2) | 0,2 | 0,22 | 0,21 | 0,22 |
| Energy value, kcal (kJ) | 244,7 (1023,8) | 250,5 (1048,09) | 250,5 (1048,09) | 250,5 (1048,09) |

According to biological sciences, fats, minerals are not only explained by substances and vitamins, the quality of their individual components is determined, as well as the presence of individual amino acids in protein and the presence of semi-unsaturated fatty acids in fats. The rate of digestion of protein in the intestinal structure or digestion of food by proteolytic enzymes is one of the important factors determining the biological value of food.

We investigated fermented semi-smoked sausages taking into account that the biological value of protein, which depends on the quantitative units of amino acids, is degraded by enzymes. In a sample of specifically fermented semi-smoked sausage, a hydrolysis stage due to starter microorganisms was observed.

In conclusion, having analysed the research data, we are convinced that the starter has an optimal effect on the biological parameters and food quality of the finished product. By treating meat raw material with propionic acid microorganism, it is possible to increase the species, physical and chemical composition, biological value of the finished product. Thus, we can conclude that propionic acid microorganisms developing in minced meat lead to a significant increase in the content of non-exchangeable amino acids in raw meat.

In order to evaluate the effect of fermented raw materials on the properties of the finished product, a study of such indicators as moisture-holding capacity, active acidity, and yield of the finished product was carried out (Table 5).

**Table 5 - Physico-chemical parameters of a sample of semi-smoked sausage**

| Indicators | Finished product | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Beef sausage | Sample 1 100 kg/kg | Sample 2 100 кг/кг | Sample 3 100 кг/кг |
| Active acidity, pH | 5,9 | 5,5 | 5,3 | 5,5 |
| Moisture retention capacity, by product weight, % | 60 | 60,9 | 62.3 | 63,8 |
| Finished product yield, % | 103,5 | 104,4 | 105,8 | 106 |

Looking at the values in Table 5, it can be seen that the active acidity of the experimental sausages is lower than the pH value of the control sample. It is very important to evaluate the pH value (active acidity) of meat raw material for sausage production.

Analysing the obtained data, it can be said that the strains of selected microorganisms grow in the minced meat sample, which can be judged by the accumulation of lactic acid and decrease in the pH of the medium.

The increase in lactic acids during meat fermentation led to a decrease in pH (active acid), thereby increasing the resistance of raw materials to putrefactive microorganisms, increasing connective tissue collagen, and changing the odour and flavour of meat.

The decomposition of carbohydrates and organic acids after treatment of raw materials with the starter microorganism showed that the accumulation of lactic acid resulted in a significantly higher rate of acidification in treated batches than in the control, which is in agreement with the report of Lin and Zhang [8].

One of the most important indicators of sausage products is moisture retention and binding integrity. The importance of water in the production of meat and meat products is very important for the production and storage of products. Moisture affects the yield of the product due to the softness of the finished product, loss of mass during heat treatment.

The starter culture has a very high moisture

content, processing of raw material leads to changes in the internal structure of meat, our goal is to control the change in moisture content of prototypes after processing of raw material with culture.

The aim of the study was to determine the quality of the finished product, pH-activity, concentration of organic acids, microbiological quality and organoleptic suitability of semi-smoked sausage with the addition of liquid propionic acid bacteria starter 'ProBioLiz' (2 strains were observed propionic acid bacteria Propionibacterium shermani and lactobacilli Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum).

Taking into account the biological value, organoleptic and physico-chemical indicators of the finished product, it is recommended to use fermented beef for the production of semi-smoked sausage. The optimal ratio of using liquid propionic acid bacteria 'ProBioLiz' (2 strains of propionic acid bacteria Propionibacterium shermani and lactobacillus Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum) is 0.1%, fermentation time - 8 hours.

Table 5 shows that the control sample of non-fermented minced meat under study has lower moisture binding capacity than the fermented minced meat samples. From the data obtained, it can be seen that there is a tendency to increase the moisture-binding capacity of the sausage sample with the addition of experimental cultures.

The ability of raw materials to retain moisture is characterised by the ability of raw materials to retain moisture during thermal processing. This indicator ensures the yield of the finished product and is the most important technological indicator. Because the yield of the finished product increases with the increase of moisture holding capacity.

Based on the studies of some authors, such as Marcel Mati, M. Magal, J. Karovicova, Ladislav Staruch, it is proved that when meat products are treated with starter microorganisms, moisture retention increases by 0.96 % [9].

After 2 hours of culturing the sample with 0.1% starter in the finished product, the lactic acid content increased by 5.5% compared to the control. After 6 hours, the difference was 15.3%, indicating a faster accumulation of lactic acid in the sample. This allows to increase moisture retention properties, due to which the content of active acid decreases.

Microbiological indicators of sausages, namely the number of mesophilic aerobic and facultative-anaerobic microorganisms, were taken into account in two stages - after sausages preparation and after the expiry of storage period. The results were processed in accordance with TR TS TS 034/2013 'On the safety of meat and meat products' [10].

**Table 6 - Microbiological parameters of semi-smoked sausage after smoking**

| On request | CU TR 034/2013 | Beef sausage | Sample 1 100 kg/kg | Sample 2 100 кг/кг | Sample 3 100 кг/кг |
|---|---|---|---|---|---|
| NoMAaAM CFU*/g, not more | Not allowed | unavailable | unavailable | unavailable | $1*10^2$ , не менее |
| Yeast CFU*/g, not more | 100 | 10 | 20 | 50 | 120 |

**Table 7 - Microbiological indices of semi-smoked sausage after expiry date of sausage products**

| On request | CU TR 034/2013 | Beef sausage | Sample 1 100 kg/kg | Sample 2 100 кг/кг | Sample 3 100 кг/кг |
|---|---|---|---|---|---|
| NoMAaAM CFU*/g, not more | $1*10^4$ | $1*10^8$ | $1*10^5$ | $1*10^4$ | $1*10^2$ |
| Yeast CFU*/g, not more | 100 | 30 | 45 | 80 | 150 |

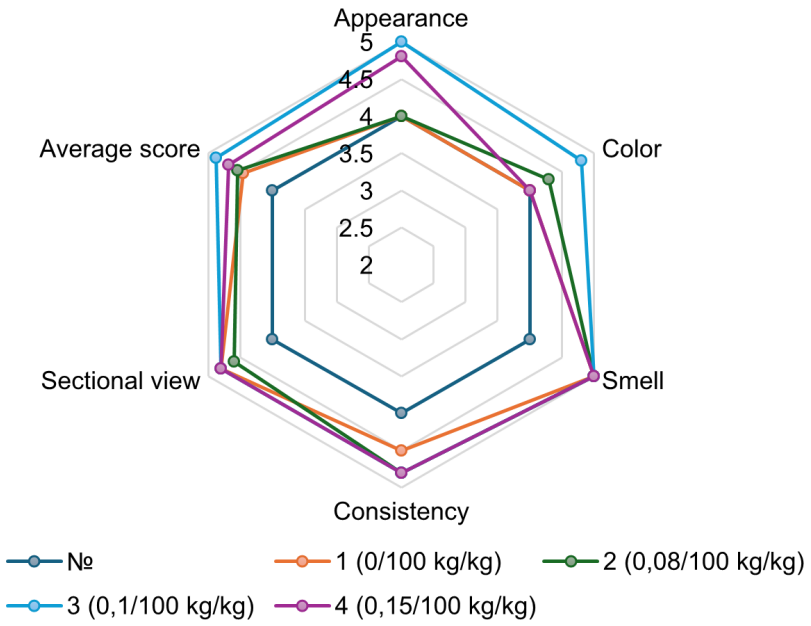



**Figure 1 - Organoleptic evaluation of semi-smoked sausages using propionic acid bacteria**

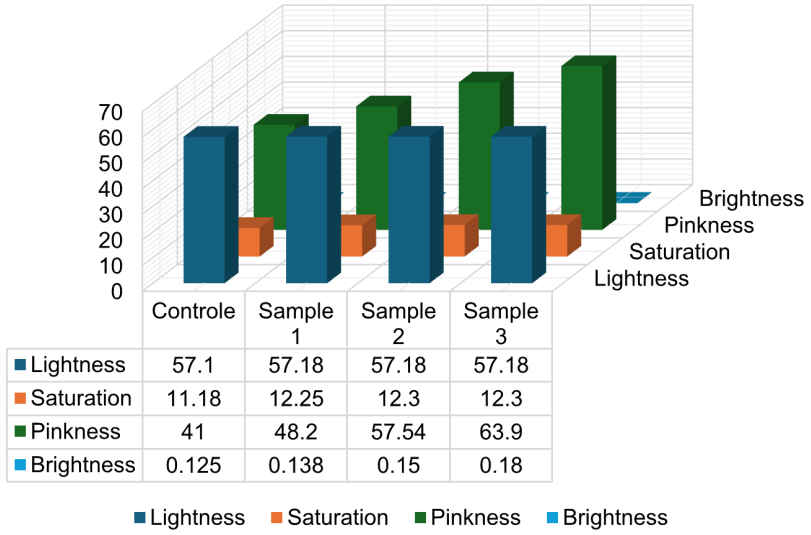



**Figure 2 - The result of the color characteristics of semi-smoked sausages**

According to the results of Table 6, due to the primary treatment with microorganisms at the stage of raw material preparation, we reduced the growth of the total number of bacteria in the meat raw material, and due to the introduction of activated starter microorganisms we obtained a finished product with the maximum amount of the necessary microflora.

This cannot be achieved by traditional introduction of starter microorganisms. This can be observed by comparing the indices of mesophilic aerobic and facultative-anaerobic microorganisms between the product sample and samples #1, #2, #3. It is observed that the microflora of sample No. 3 has increased and if the health improvement process is not carried out properly, the microbiological indices will increase more than normal.

This results in shortening the shelf life of the finished product. If we consider the research after the expiry date based on Table 7, it can be seen that the microbiological indices of the product sample are very high. It can be seen that the finished product

has not reached its shelf life. According to the results, it can be concluded that model #2 is the most optimal.

The consistency of the finished samples was characterized by a more dense, monolithic structure compared to the control, which is consistent with the results of microstructural studies (Fig. 1). The color of sample No. 3 was homogeneous, red. In the control, a looser consistency was noted, the color was less intense. Thus, in sample No. 4, sour taste, pungent odor, dark red color was detected. This may be due to the presence of lactic acid microorganisms in the experimental sample, which play an important role in the formation of the flavor of semi-smoked sausages. The flavor in sample No. 3, made with propionic acid bacteria, differs from the rest by a pronounced taste and aroma.

The data of organoleptic evaluation agree with the data of the results of color characteristics of sausages and structural and mechanical indicators (Fig. 2).

The performed differential analysis showed that treatment of raw materials with propionic acid bacteria makes it possible to reduce the lightness index and increase the rose part of the spectrum, which forms higher levels of saturation and brightness of color of finished products.

**Conclusion.** The quality of finished product, pH-activity, concentration of organic acids, microbiological quality and organoleptic properties of semi-smoked sausage treated with liquid propionic acid bacteria 'ProBioLiz' (2 strains of propionic acid bacteria Propionibacterium shermani and lactobacillus Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum) were studied.

The optimal ratio of using liquid propionic acid bacteria 'ProBioLiz' (2 strains of propionic acid bacteria Propionibacterium shermani and lactobacillus Lactobacillus acidophilus, L.casei, L.Plantarum) is 0.1%, fermentation time - 8 hours.

Considering the works of the above-mentioned researchers and the results obtained in the course of research, the technology of semi-smoked sausage with the use of starter cultures was developed.

On the basis of the obtained data it is established that the use of propionic acid microorganisms in the processing of meat products leads to the disintegration of fibrous weights.

Technological scheme of production of traditional semi-smoked sausages does not require special technical changes, so the new type of product can be produced at any meat processing enterprise.

## References

1. F.Yu. Eker, H. Yardibi, O. Yesil, G. M. Bayrakal, G. Demirel Effect of starter cultures combinations on lipolytic activity and ripening of dry fermented sausages // Italian Journal of Animal Science. - 2014. - Vol. 13(4). - P. 776-781. DOI 10.4081/ijas.2014.3422.

2. A.M. Ciuciu Simion, C. Vizireanu, P. Alexe, I. Franco, J. Carballo Effect of the use of selected starter cultures on some quality, safety and sensorial properties of Dacia sausage, a traditional Romanian dry-sausage variety//Food Control. - 2014.- Vol.35.- P. 123-131. DOI 10.1016/j.foodcont.2013.06.047

3. P. Nedelcheva, Z. Denkova, P. Denev, A. Slavchev, A. Krastanov Probiotic Strain Lactobacillus Plantarum NBIMCC 2415 with Antioxidant Activity as a Starter Culture in the Production of Dried Fermented Meat Products // Biotechnology & Biotechnological Equipment. -2014. -Vol. 24(1). -P. 1624-1630. DOI 10.2478/V10133-010-0016-4

4. I.A. Khankhalaeva, I.S. Khamagaeva, A.P. Nikiforova Effects of propionic-acid bacteria and bifidobacteria on the quality of raw smoked // Foods and Raw Materials. -2017. - Vol.5(1). - P. 20-29. DOI 10.21179/2308-4057-2017-1-20-29

5. M. Laranjo, M.E. Potes, M. Elias Role of starter cultures on the safety of fermented meat products // Frontiers in Microbiology. -2019. -Vol.10. DOI 10.3389/fmicb.2019.00853

6. S.E. Shukesheva, Y.M. Uzakov, I.M. Chernukha, Z.S. Nabiyeva, A. Kozybayev Investigation of the influence of starter cultures on the acceleration ripening period finished meat products // Acta Technica CSAV (Ceskoslovensk Akademie Ved). -2018. - Vol. 63(1).- P.1-8 p.

7. Sirina N., Loyeau P., Ruiz M., Stegmayer M., Soto L., Werning M., Frizzo L. Development of probiotic fermented sausages and viability monitoring of supplemented Lactiplantibacillus plantarum BFL strain // Fermentation. -2022. -Vol. 8(10):526 DOI 10.3390/fermentation8100526

8. Nie X.H., Lin S.L., Zhang Q.L. Proteolytic characterization in grass carp sausage inoculated with Lactobacillus plantarum and Pediococcus pento saceus. // Food Chemistry. -2014. -Vol. 145. - P. 840–844. DOI 10.1016/j.foodchem.2013.08.096.

9. Magala M., Karovičová J., Karovičová J., Staruch L. The influence of lactobacillus paracasei LPC-37 on selected properties of fermented sausages // Po- travinarstvo.- 2015. -Vol. 9(1). - P. 58-65. DOI 10.5219/430

10. TR TS [TR CU] 034/2013 O bezopasnosti myasa i myasnoj produkci [On the safety of meat and meat products], elektron.resurs [electronic resource]. -2013. URL: https://docs.eaeunion.org. Date of address: 22.09.2024

***Information about the authors***

Baitukenova Sh.B. - Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor, NAO 'Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seyfullin', Astana, Kazakhstan, e-mail: baytukenova75@mail.ru;

Ryspaeva U.A. - Master' s student, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: ulzhan.ryspaeva@bk.ru;

Baitukenova C.B. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Standardisation, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: saule7272@mail.ru.

***Сведения об авторах***

Байтукенова Ш.Б.- кандидат технических наук, и.о. ассоциированного профессора, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина», Астана, Казахстан, e-mail: baytukenova75@mail.ru;

Рыспаева У.А. – магистр, АО «Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова», Астана, Казахстан, e-mail: ulzhan.ryspaeva@bk.ru;

Байтукенова С.Б.-кандидат технических наук, ассоциированный профессор, АО «Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова», Астана, Казахстан, e-mail: saule7272@mail.ru.

ҒТАМР 65.29.03 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-749**

## ЖЕРАЛМҰРТПЕН БАЙЫТЫЛҒАН БИДАЙ КЕБЕГІ МЕН СҰЛЫ ЖАРМАСЫ НЕГІЗІНДЕГІ ТАҢҒЫ АС ӘЗІРЛЕУ

**М. Султанова, Н. Акжанов, А. Сәдуакас, А. Камали**

*«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ» ЖШС АФ, Астана, Қазақстан,*

Корреспондент-автор:nurtore0308@gmail.com

Таңғы ас көптеген адамдар үшін танымал таңдау болып табылады, өйткені олар оңай дайындалады, қоректік және салауатты өмір салтын қолдайды. Бұл мақалада жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы ас әзірлеу қарастырылды.

Сұлы жармасы талшықтар мен дәрумендердің қажетті мөлшерін қамтамасыз етеді, ал бидай кебегі минералдардың деңгейін жоғарылатады және ас қорытуды жақсартады. Инулинге бай жералмұрт тәтті дәм қосады және ішектің қалыпты микрофлорасын сақтауға көмектеседі. Сонымен қатар, ол пребиотикалық қасиеттерге ие, бұл асқазан-ішек жолдарының жұмысына жағымды әсер етеді.

Бұл өнімді әзірлеу сізге күні бойы денсаулық пен энергияны сақтау үшін қажетті дәрумендер мен микроэлементтермен толықтырылған толық және теңдестірілген таңғы ас алуға мүмкіндік береді. Экструзия шарттары оның тағамдық құндылығы мен дәмдік сипаттамаларын сақтай отырып, дайын өнімнің қытырлақ құрылымын қамтамасыз етеді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, әзірленген құрғақ таңғы ас пайдалы ғана емес, сонымен қатар пайдалы тағамның дәмді нұсқасы болып табылады, бұл оны тұтынушылардың кең аудиториясы үшін тартымды етеді. Сонымен қатар, өнімнің жоғары тағамдық құндылығы мен табиғи құрамы қазіргі заманғы дұрыс тамақтану тенденцияларына сәйкес келеді, бұл оның нарықтағы сұранысына ықпал етуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** сұлы жармасы, құрғақ таңғы ас, бидай кебегі, жарма өнімдері, жералмұрт.

## РАЗРАБОТКА СУХОГО ЗАВТРАКА НА ОСНОВЕ ОВСЯНОЙ КРУПЫ С ПШЕНИЧНЫМИ ОТРУБЯМИ, ОБОГАЩЕННОЙ ТОПИНАМБУРОМ

**М. Султанова, Н. Акжанов, А. Сәдуакас, А. Камали**

*АФ ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан,*
e-mail: nurtore0308@gmail.com

Сухие завтраки являются популярным выбором для многих людей, так как они удобны в приготовлении, питательны и способствуют здоровому образу жизни. В данной статье рассмотрим разработку сухого завтрака на основе овсяной крупы с добавлением пшеничных отрубей, обогащенного топинамбуром.

Овсяная крупа обеспечивает необходимое количество клетчатки и витаминов, в то время как пшеничные отруби повышают уровень минералов и улучшают пищеварение. Топинамбур, богатый инулином, добавляет сладковатый вкус и способствует поддержанию нормальной микрофлоры кишечника. Кроме того, он обладает пребиотическими свойствами, что благоприятно влияет на работу желудочно-кишечного тракта.

Разработка данного продукта позволит получить полноценный и сбалансированный завтрак, дополненный витаминами и микроэлементами, необходимыми для поддержания здоровья и энергии на протяжении всего дня. Экструдирования обеспечивают хрустящую текстуру готового продукта, сохраняя при этом его питательную ценность и вкусовые характеристики.

Результаты исследований показали, что разработанный сухой завтрак является не только полезным, но и вкусным вариантом здорового питания, что делает его привлекательным для широкой

аудитории потребителей. Кроме того, высокая питательная ценность и натуральный состав продукта соответствуют современным тенденциям здорового питания, что может способствовать его востребованности на рынке

**Ключевые слова:** овсяная крупа, сухой завтрак, пшеничные отруби, крупяные продукты, топинамбур.

## DEVELOPMENT OF A DRY BREAKFAST BASED ON OATMEAL WITH WHEAT BRAN ENRICHED WITH JERUSALEM ARTICHOKE

**M. Sultanova, N. Akzhanov✉, A Saduakas, A. Kamali**

*«Kazakh research Institute of processing and food industry» LLP AF, Astana, Kazakhstan, e-mail: nurtore0308@gmail.com*

Breakfast cereals are a popular choice for many people, as they are easy to prepare, nutritious, and promote a healthy lifestyle. In this article, we will consider the development of a breakfast cereal based on oatmeal with the addition of wheat bran, enriched with jerusalem artichoke.

Oatmeal provides the necessary amount of fiber and vitamins, while wheat bran increases the level of minerals and improves digestion. Jerusalem artichoke, rich in inulin, adds a sweet taste and helps maintain normal intestinal microflora. In addition, it has prebiotic properties, which has a beneficial effect on the functioning of the gastrointestinal tract.

The development of this product will allow you to get a full and balanced breakfast, supplemented with vitamins and trace elements necessary to maintain health and energy throughout the day. Extrusion conditions ensure the crisp texture of the finished product while preserving its nutritional value and taste characteristics.

The research results have shown that the developed breakfast cereal is not only healthy, but also a delicious option for healthy eating, which makes it attractive to a wide audience of consumers. In addition, the high nutritional value and natural composition of the product correspond to current trends in healthy eating, which may contribute to its market demand.

**Keywords:** oatmeal, dry breakfast, wheat bran, cereal products, jerusalem artichoke.

**Кіріспе.** XX ғасырдың соңғы онжылдығында бүкіл әлемде тамақ өнеркәсібінде жаңа бағыттың пайда болуы - функционалды мақсаттағы өнімдер өндірісі танылды. Бұл тағамдар иммунитетті нығайтуға, әртүрлі физиологиялық процестерді жақсартуға және ұзақ уақыт бойы белсенді өмір салтын сақтауға көмектеседі. Қоршаған ортаның нашарлауы, халықтың тамақтану құрылымында теңгерімсіздіктің болуы адам ағзасын маңызды макро - және микронутриенттермен қамтамасыз ететін және оның қорғаныш қасиеттерін арттыратын тамақ өнімдерін жасау қажеттілігін анықтайды.

Функционалды тағамдар-бұл ағзаны қоректік заттармен қамтамасыз етуден басқа, тұтынушыға пайдалы қосымша функцияны орындайтын тағамдар. Әдетте, функционалды тағамдар олар арналған халықтың диетасының ажырамас бөлігі болуы керек деп саналады. Дәнді дақылдарға негізделген тағамдар көптеген дақылдарда негізгі тағам болып табылады, сондықтан оларды тұтыну жиілігіне байланысты олар тамаша функционалды тағамдар болып табылады [1].

Функционалды тағамдарды құрудың ең тиімді және перспективалы топтарының бірі - құрғақ таңғы ас. Бұл, бір жағынан, аз мөлшерде және массада қоректік заттардың жоғары концентрациясы мен сіңімділігінің болуына, екінші жағынан, осы азық-түлік тобының ассортиментінің тұрақты кеңеюіне және өсуіне байланысты.

Дәнді дақылдар адамға диеталық талшықтардың, ақуыздың, энергияның, дәрумендердің, антиоксиданттардың және салауатты өмір салты үшін қажетті минералдардың едәуір мөл-

шерін береді. Эпидемиологиялық зерттеулер дәнді дақылдарды үнемі тұтыну жүрек-қан тамырлары аурулары, семіздік, 2 типті қант диабеті және қатерлі ісіктің кейбір түрлері сияқты әртүрлі созылмалы аурулардың даму қаупінің төмендеуімен байланысты болуы мүмкін екенін көрсетті. Сонымен қатар, пайдалы өнімдерді алу үшін дәнді дақылдарды инновациялық және тиімді тәсілдермен өңдеуге болады.

Сұлы жармасы және одан жасалған таңғы ас жоғары қоректік ғана емес, сонымен қатар емдік қасиеттерге ие, өйткені олар ас қорыту органдарын тітіркендірмейтін ең толық сіңімді тағамдар. Ол адамдардың, әсіресе аурудан кейін әлсірегендердің, асқазан-ішек жолдарының ауруларымен ауыратындардың диеталық тамақтануында кеңінен қолданылады. Бұл дәнді дақылдармен таңғы ас балалардың денсаулығын нығайту үшін өте маңызды. Басқа дәнді дақылдармен салыстырғанда сұлы жармасында крахмал аз (65 %), сондықтан сұлы тағамдары энергетикалық жағынан аз құнды. Алайда, сұлы жармасында ақуыздардың толық құрамы және көптеген майлар (6% - дан 7% - ға дейін), минералдар (2,3% - ға дейін), В, В2, РР дәрумендері бар. Бұл туралы Paucean және басқалары жүргізген зерттеуде [2] сұлы кебегі мен тұтас сұлы жармасымен байыту әзірленген тағамдардағы талшықтар мен минералдардың жоғарылауына ықпал еткен. Бұл зерттеулерден басқа Fulgoni және басқалардың [3] таңғы асқа сұлы жармасын жейтін балаларда таңғы ас ішпейтіндермен және таңғы астың басқа түрлерін жейтіндермен салыстырғанда жоғары сапалы диета және негізгі қоректік заттарды тұтынудың жоғарылауы болған. Бұл сұлы жармасының балалардың дұрыс тамақтануының маңызды құрамдас бөлігі болуы мүмкін екенін көрсетеді. Rebello және басқалардың жүргізілген зерттеулірне сәйкес [4] сұлы жармасы тәбетті бақылауды жақсартады және қанықтылық сезімін арттыратыны дәлелденген. Бұл әсерлер құрамындағы β-глюканның тұтқырлығы мен ылғалдандыру қасиеттеріне байланысты болуы мүмкін.

Бидай және қара бидай кебегі функционалды мақсаттағы өнімдерді өндіруде кеңінен қолданылады. Бидай кебегі - көп мөлшерде қол жетімді және бидайды жанама өнім ретінде ұнтақтау процесінде алынатын танымал көздердің бірі [5]. Кебек - эндосперм бөлшектерімен біріктірілген астық қабықшалары. Олар ақуызға (15%), талшыққа (8,2%) бай. Кебекте фосфор, калий, магний, темір және В дәрумендері көп, ал кальций бидай дәнінен 4 есе көп. Кебектің құрамы бастапқы ұнтақтау өнімінің құрамына байланысты. Сақтау кезінде кебек кесектерін болдырмау үшін ылғалдылықты бақылау керек, ол 15% - дан аспауы керек. Бидай және бидай кебегінің пайдасы мол, мысалы Hassanzadeh-Rostami және басқалары жүргізген зерттеуде [6] бидай кебегімен және ақуыз изолятымен байытылған печеньелердің дене құрамына, энергияны тұтынуға, тәбетті бағалауға және артық салмағы бар немесе семіздігі бар адамдарда тәбетті реттейтін гормондарға әсерін бағалаған. Бидай кебегімен және сарысуы бар ақуыз изолятымен байытылған печенье жеу артық салмақ немесе семіздікке шалдыққан адамдардың тәбетін, калориясын және дене салмағын төмендетеді.

Жералмұрт - метаболизм мен ас қорытуды қалыпқа келтіруге көмектесетін инулиннің құнды көзі. Бидай кебегі талшықтар мен микроэлементтерге бай, ал сұлы жармасында дененің дұрыс жұмыс істеуі үшін қажетті талшық пен ақуыз бар.

Жералмұрттың басқа көкөністерден айтарлықтай айырмашылығы оның түйнектеріндегі ақуыздың жоғары құрамынан көрінеді (құрғақ затқа 3,2% дейін), тек өсімдіктер синтездейтін және адам ағзасында синтезделмейтін 8 аминқышқылымен ұсынылған: аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, триптофан, фенилаланин. Ганиев А. [7] зерттеуі бойынша құрғақ сарысу мен жералмұрттың таңғы асты дайындауда қолдану мүмкіндігін зерттеген. Қолданылатын компоненттердің оңтайлы дозасы таңдалды, ол дайын өнімнің физика-химиялық, органолептикалық қасиеттеріне жақсы әсер етеді және осы өнімді өндіру технологиясы жасалды. Munim A. және басқалары [8] жүргізілген зерттеуде жералмұрттың инулинге бай басқа тағамдардан артықшылығы - ол нашар топырақта өсе алады, сонымен қатар жүгері немесе қант қызылшасымен салыстырғанда ауа-райының қо-

лайсыздығына төзімді екендігін зерттеген.

Экструзия технологиясы жаңа азық-түлік өнімін жасау үшін араластыру, қалыптау, текстуралау және пісіруді қолданатын әлемдік агро азық-түлік өнеркәсібінде барған сайын танымал болуда [9]. Экструзия - бұл өнімдерді ақуызбен, диеталық талшықтармен, дәрумендермен, микроэлементтермен, өсімдік майларымен, пектиндік заттармен, органикалық қышқылдармен, қант алмастырғыштармен және басқа қоспалармен байытуға және жоғары дәм мен органолептикалық қасиеттері бар, ең бастысы теңдестірілген аминқышқылдары, май қышқылдары және минералды құрамы бар өнімдерді алуға арналған тамаша технологиялық процесс. Процесте пайда болатын микро және макроқұрылымға тәуелді текстура артықшылықтың негізгі факторы болып табылады. Тұтынушылар үшін жағымды құрылымды құру дәнді дақылдардың дұрыс түрі мен сапасын таңдаудан басталады [10]. Бұл процестің негізгі қолданылуы - өнімдерге қажетті қасиеттер беру. Экструзия әдістері қалдықсыз өңдеуге және өнімнің қасиеттері мен тағамдық құндылығын реттеуге мүмкіндік беретін әртүрлі шикізатты пайдалануға мүмкіндік береді.

**Материалдар мен әдістер.** Жералмұртпен байытылған экструдталған бидай кебегі мен сұлы жармасының сапа көрсеткіштерін зерттеу ҚазҚӨТӨҒЗИ АФ-да жүргізілді.

Экструзиялық өңдеу GAS-45 зертханалық экструдерде жүргізілді. GAS-45 зертханалық экструдердің – қуаты 5,5 кВт, кесу қуаты 0,4 кв, бұранданың диаметрі 40 мм тең.

Зерттеуге алынған сұлы МЕМСТ 28673-2019 бойынша, ал бидай кебегі МЕМСТ 7169-66 зерттеуге алынды. Дайын құрғақ таңғы ас МЕМСТ 702.1.024- 2021 негізінде зерттелді.

Жасалған құрғақ таңғы ас МЕМСТ 15113.3-77 сәйкес келесі көрсеткіштер бойынша бағаланды: сыртқы түрі, түсі, консистенциясы, иісі және дәмі. Өнімнің физика-химиялық көрсеткіштері: ылғалдың массалық үлесі (МЕМСТ 15113.4-77), қант (МЕМСТ 15113.6-77), май (МЕМСТ 15113.9-77), ақуыз (МЕМСТ 10846-91), крахмал (МЕМСТ 10845-98), Тағамдық талшық ферментативті-гравиметриялық әдіспен (МЕМСТ Р 54014) анықталды. МЕМСТ 26669-85 Микробиологиялық талдаулар үшін сынамалар дайындау, МЕМСТ 26670-91 Тамақ өнімдері. Микроорганизмдерді өсіру әдістері, шарттары, МЕМСТ 10444.12-88 Тамақ өнімдері. Ашытқы мен зеңді анықтау әдісі, МЕМСТ 10444.15 - 94 Тамақ өнімдері. Мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдердің санын анықтау әдістері негізінде өнімнің микробиологилық тазалығы тесерілді.

Экструдталған таңғы ас құрамындағы А дәрумені мен В1, В2, В12, С және D дәрумендерінің құрамы Жоғары тиімді сұйық хроматография негізінде анықталды.

**1 - кесте. Жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы ас рецептурасы**

| Шикізат атауы | Шикізат шығыны, % |
|---|---|
| Сұлы жармасы | 80,5 |
| Бидай кебегі | 10,7 |
| Жералмұрт | 5,1 |
| Стевия сығындысы | 2,6 |
| Ас тұзы | 1,1 |

**Нәтижелер мен талқылау.** Әзірленген құрғақ таңғы ас - пайдалы және қоректік таңғы ас өнімдерін жасаудағы маңызды қадам. Оның ингредиенттердің ерекше үйлесімі тұтынушылардың тағамдық қажеттеліктерін байытып, функционалды дұрыс тамақтануды

қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, жералмұртты инулин көзі ретінде пайдалану функционалды тағамдарды зерттеуге жаңа мүмкіндіктер ашады, бұл әрі қарайғы зерттеулер мен әзірлемелер үшін маңызды бағыт. Зерттеу нәтижелері осы өнімді әзірлеудің өміршеңдігі мен орындылығын растайды, бұл оны салауатты тамақтану нарығына сәтті енгізуге ықпал етуі мүмкін.

Зерттеу негізінде жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы ас рецептурасы дайындалып, арнайы өнім шығару мақсатында шикізаттардың арақатынасы есептелді (1-кесте).

Зерттеу негізінде жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың органолептикалық мәндері 2-кестеде берілген.

**2 - кесте. Жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың құрамы, сыртқы түрі және органолептикалық сипаттамалары**

| Көрсеткіштің атауы | Сипаттамасы |
|---|---|
| Құрамы | Сұлы жармасы, Бидай кебегі, Жералмұрт, Стевия сығындысы, Ас тұзы. |
| Сыртқы түрі | жұқа, әр түрлі пішінді |
| Түсі | сары–қоңыр |
| Консистенциясы | сынғыш, қатты емес |
| Иісі мен дәмі | жералмұрттың әлсіз дәмі мен иісі бар үлпектерге тән |

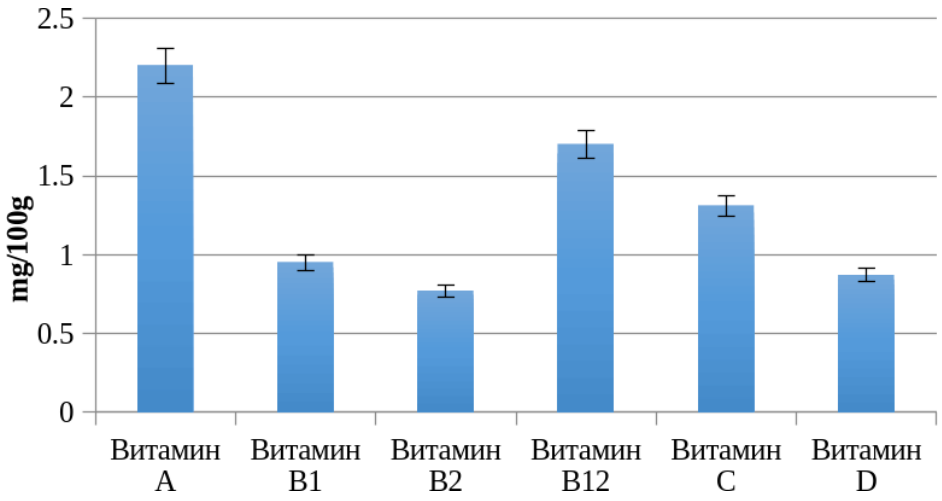
Сыртқы түрі – жұқа әртүрлі пішінде, сары-қоңырқай түсті, жералмұрттың әлсіз дәмі бар өнім екені дәлелденді. Сұлы мен бидай кебегінің сыртқы түрі жұқа, әр түрлі пішінді. Бұл өнімдер кеуекті консистенцияға ие. Жалпы органолептикалық мәндері бойынша жағымды дәм мен иісі бар жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізіндегі құрғақ таңғы ас дайындалды. 3 – кестеде жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың физика-химиялық сипаттамалары көрсетілген.

**3 - кесте. Жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың физика-химиялық сипаттамалары**

| Көрсеткіштің атауы | Негізгі тағамдық заттардың құрамы, г/100 г |
|---|---|
| | Жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы ас |
| Ақуыздар | 9,5 |
| Майлар | 2,5 |
| Моно - дисахаридтер | 25,2 |
| Крахмал | 68,5 |
| Тағамдық талшық | 7,2 |

3-кестеден белгілі болғандай, жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың физика-химиялық сипаттамалары бойынша өнімнің құндылығы жоғары, күнделікті профилактикалық тамақтануға маңызы зор. Бұл таңғы астың биология-

лық құрамы теңдестірілген, құрамындағы инулин арнайы пребиотикалық қызмет етіп, функционалды өнімді қамтамасыз етеді. Тағамдық талшықтардың болуына байланысты дәнді таңғы ас адам ағзасының функционалды жағдайына пайдалы әсер етеді, холестериннің сіңуін төмендетеді, гликемия деңгейін оңтайландырады, жеке метаболиттер мен ластаушы заттардың жойылуына ықпал етеді. Жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың витаминдік құрамы 1-ші суретте келтірілген.




**1 - сурет. Жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың витаминдік құрамы**

1-суреттен белгілі болғандай, жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың витаминдік құрамы бай, әсіресе А және В тобының витаминдерінің үлес салмағы жоғары. Бұл сұлы және бидай кебегінің негізінде артады. Сонымен қатар жералмұрттың құрамындағы С витамині де бұл көрсеткіштерді арттырды. Экструзиядан кейінгі дәрумендердің жоғары мөлшері экструзия жағдайларының дұрыс жүргізілгенін көрсетті. 4-кестеде жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың микробиологиялық көрсеткіштері берілген.

**4 - кесте. Жералмұртпен байытылған бидай кебегі қосылған сұлы жармасы негізінде таңғы астың микробиологиялық көрсеткіштері**

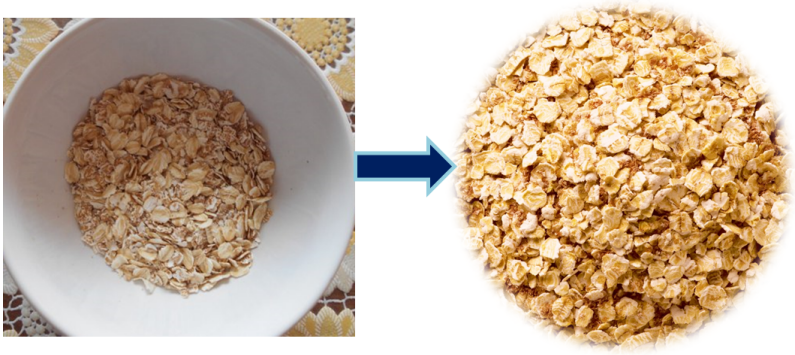
| Көрсеткіштің атауы | ТР ТС 021/2011 талаптары | Сақтау, ай | |
|---|---|---|---|
| | | 3 ай | 6 ай |
| МФФАнМС, КТБ/г | $1 \cdot 10^4$ артық емес | табылған жоқ | табылған жоқ |
| ІТБТ, коли-формалар | 1,0 | табылған жоқ | табылған жоқ |
| Зең, КТБ/г, артық емес | 50 | табылған жоқ | табылған жоқ |

Байытылған құрғақ таңғы астарды - салмағы 200 г герметикалық түрде полиэтилен пакеттерге салынып, ылғалдылығы 65% болатын 19-21 °С температурада 3 және 6 ай бойы сақталды. Нәтижесінде 3 және 6 ай сақтау кезінде мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдердің саны анықталмады. Сондай-ақ, Ішек таяқшалары бактериялар тобы

(коли-формалар) және зеңдер 6 айлық көрсеткіштерде табылмады.

Сақтау жағдайындағы өнімнің тұрақтылығын зерттеу әзірленген таңғы ас дұрыс сақтау жағдайында (герметикалық қаптамада, ылғал мен жарықтан алыс) 6 ай бойы өзінің тағамдық қасиеттері мен дәмін сақтайтынын көрсетті.

Бұл өнімді әзірлеу үшін тек жағымды дәмді ғана емес, сонымен қатар денсаулыққа пайдалы қасиеттерді қамтамасыз ететін жоғары сапалы табиғи ингредиенттер қолданылады. 2-суретте жералмұртпен байытылған бидай кебегі мен сұлы жармасы негізіндегі таңғы астың зертханалық нұсқасы берліген.



**2 - сурет. Жералмұртпен байытылған бидай кебегі мен сұлы жармасы негізіндегі таңғы астың зертханалық нұсқасы**

Жералмұртпен байытылған бидай кебегі мен сұлы жармасына негізделген құрғақ таңғы ас функционалды тамақтану үшін негізгі таңдау болады. Сұлы жармасы-ақуыздың, витаминдердің және темір, мырыш және магний сияқты минералдардың бай көзі. Оның құрамында ас қорытуды жақсартуға көмектесетін талшық бар. Бидай кебегі-құрамында талшықтың көп мөлшері бар, ол қанықтыруға және ішектің жұмысын жақсартуға көмектеседі. Жералмұрт - инулиннің көзі, ол пребиотик болып табылады және ішек микрофлорасына пайдалы әсер етеді. Жералмұрт құрамында калий мен магний сияқты дәрумендер мен минералдар бар.

**Қорытынды.** Осылайша, жералмұртпен байытылған бидай кебегі бар сұлы жармасына негізделген таңғы асты әзірлеу пайдалы және қоректік өнімді құрудың перспективалы бағыты болып табылады. Ингредиенттердің ерекше құрамына байланысты бұл таңғы ас құрамында дәрумендер, минералдар мен диеталық талшықтар көп болады, бұл жалпы денсаулықты жақсартуға және күні бойы энергияны арттыруға көмектеседі. Мұндай өнімдерді әзірлеу рационның әртүрлілігіне және функционалды тамақстануды қамтамасыз етеді. Бұл технологияның, атап айтқанда, теңдестірілген құрамдағы немесе арнайы мақсаттағы өнімдерді өндіру үшін үлкен перспективалары бар.

***Қаржыландыру:*** *Жұмыс Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі BR 22886613 "Ауыл шаруашылығы Өсімдік шаруашылығы өнімдері мен шикізатын қайта өңдеу және сақтау жөніндегі инновациялық технологияларды әзірлеу" қаржыландыратын бағдарлама шеңберінде жүргізілді.*

*Қорытындылай келе, біз осы ғылыми жобаның барлық қатысушыларына эксперименттік зерттеулер жүргізуге көмектескені үшін шын жүректен алғыс айтқымыз келеді. Біз сондай-ақ "ҚазҒЗИ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі" ЖШС Астана филиалының басшылығы мен ғалымдарына алғысымызды білдіреміз.*

**Әдебиеттер**

1. Di Cairano M. et al. Functional cereal-based bakery products, breakfast cereals, and pasta products //Functional Cereals and Cereal Foods.- 2022. -P. 215-249. DOI 10.1007/978-3-031-05611-6_9

2. Paucean A., Man S., Pop A. Development of oat based-food formulation and quality characteristics // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. -2015.-Vol. 21(3). -P. 261-266.

3. Fulgoni III V. L. et al. Oatmeal-containing breakfast is associated with better diet quality and higher intake of key food groups and nutrients compared to other breakfasts in children //Nutrients. - 2019. -Vol 11(5):964. DOI 10.3390/nu11050964

4. Rebello C.J. et al. Acute effect of oatmeal on subjective measures of appetite and satiety compared to a ready-to-eat breakfast cereal: a randomized crossover trial //Journal of the American college of nutrition. -2013. -Vol. 32(4). -P. 272-279. DOI 10.1080/07315724.2013.816614

5. Saini P. et al. Wheat bran as potential source of dietary fiber: Prospects and challenges //Journal of Food Composition and Analysis. -2023. -Vol. 116. DOI 10.1016/j.jfca.2022.105030

6. Hassanzadeh-Rostami Z., Abbasi A., Faghih S. Effects of biscuit fortified with whey protein isolate and wheat bran on weight loss, energy intake, appetite score, and appetite regulating hormones among overweight or obese adults //Journal of Functional Foods. – 2020. - Vol. 70. DOI 10.1016/j.jff.2019.103743

7. Ганиева А.Ф. Исследование возможности использования ягодного сырья для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий / А.Ф. Ганиева, И.Т. Гареева, Д.Т. Гайфуллина // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства. материалы VIII Международной научно-практической конференции, 2020. - С. 127-131.

8. Munim A. et al. An analysis of the composition, health benefits, and future market potential of the Jerusalem artichoke in Canada. -2017. -Vol. 6(5). -P. 69-84. DOI 10.5539/jfr.v6n5p69

9. Choton S. et al. Extrusion technology and its application in food processing: A review //The Pharma Innovation Journal. -2020. - Vol. 9(2). - P. 162-168. DOI 10.22271/tpi.2020.v9.i2d.4367

10. Robin F., Palzer S. Texture of breakfast cereals and extruded products //Modifying food texture. – Woodhead Publishing, 2015. – P. 203-235. DOI 10.1016/B978-1-78242-333-1.00010-3

## References

1. Di Cairano M. et al. Functional cereal-based bakery products, breakfast cereals, and pasta products //Functional Cereals and Cereal Foods.- 2022. -P. 215-249. DOI 10.1007/978-3-031-05611-6_9

2. Paucean A., Man S., Pop A. Development of oat based-food formulation and quality characteristics // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. -2015.-Vol. 21(3). -P. 261-266.

3. Fulgoni III V. L. et al. Oatmeal-containing breakfast is associated with better diet quality and higher intake of key food groups and nutrients compared to other breakfasts in children //Nutrients. - 2019. -Vol 11(5):964. DOI 10.3390/nu11050964

4. Rebello C.J. et al. Acute effect of oatmeal on subjective measures of appetite and satiety compared to a ready-to-eat breakfast cereal: a randomized crossover trial //Journal of the American college of nutrition. -2013. -Vol. 32(4). -P. 272-279. DOI 10.1080/07315724.2013.816614

5. Saini P. et al. Wheat bran as potential source of dietary fiber: Prospects and challenges //Journal of Food Composition and Analysis. -2023. -Vol. 116. DOI 10.1016/j.jfca.2022.105030

6. Hassanzadeh-Rostami Z., Abbasi A., Faghih S. Effects of biscuit fortified with whey protein isolate and wheat bran on weight loss, energy intake, appetite score, and appetite regulating hormones among overweight or obese adults //Journal of Functional Foods. – 2020. - Vol. 70. DOI 10.1016/j.jff.2019.103743

7. Ganieva A.F. Issledovanie vozmozhnosti ispol' zovanija jagodnogo syr' ja dlja povyshenija pishhevoj cennosti hlebobulochnyh izdelij / A.F. Ganieva, I.T. Gareeva, D.T. Gajfullina // Sostojanie i perspektivy uvelichenija proizvodstva vysokokachestvennoj produkcii sel' skogo hozjajstva. materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 2020. - S. 127-131.[in Russian]

8. Munim A. et al. An analysis of the composition, health benefits, and future market potential of the Jerusalem artichoke in Canada. -2017. -Vol. 6(5). -P. 69-84. DOI 10.5539/jfr.v6n5p69

9. Choton S. et al. Extrusion technology and its application in food processing: A review //The Pharma Innovation Journal. -2020. - Vol. 9(2). - P. 162-168. DOI 10.22271/tpi.2020.v9.i2d.4367

10. Robin F., Palzer S. Texture of breakfast cereals and extruded products //Modifying food texture. - Woodhead Publishing, 2015. - P. 203-235. DOI 10.1016/B978-1-78242-333-1.00010-3

***Авторлар туралы мәліметтер***

Султанова М.- техника ғылымдарының магистрі, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының жоба жетекшісі, Астана, Қазақстан, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Акжанов Н.- жаратылыстану ғылымдары магистрі, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының аға ғылыми қызметкері, Астана,Қазақстан, e-mail: nurtore0308@gmail.com;

Садуакас А/- «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының өсімдік шикізатын бастапқы өңдеу зертханасының ғылыми қызметкері, Астана, Қазақстан, e-mail: aykon96@mail.ru;

Камали А.- «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының өсімдік шикізатын бастапқы өңдеу зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Астана,Қазақстан, e-mail: akerke.kamali@bk.ru.

***Information about the authors***

Sultanova M.-Master of Technical Sciences, Project Manager of the Astana Branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Akzhanov N.- Master of Natural Sciences, Senior Researcher of the Astana Branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: nurtore0308@gmail.com;

Saduakas A.-Researcher of the Laboratory of Primary Processing of Plant Raw Materials, Astana Branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries, Astana, Kazakhstan, e-mail: aykon96@mail.ru;

Kamali A.- Junior Researcher of the Laboratory of Primary Processing of Plant Raw Materials, Astana Branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries, Astana, Kazakhstan, e-mail: akerke.kamali@bk.ru.

ҒТАМР 65.33.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-833**

# АСҚАБАҚ ҚҰРАМДАС БӨЛІКТЕРІНЕН ТҰТАС ДӘНДІ БИДАЙ ҰНЫНАН ЖАСАЛҒАН ҚЫТЫРЛАҚ НАН. Бөлім 1. ВИТАМИНДІК ҚҰРАМЫ МЕН МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРІ

**[1]Д.Қ. Алибаев, [1]А.Ж. Иманбаев, [2]Hulya Gul, [3]Г.Е. Есиркеп, [3]Ж. Нармандах**

*[1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент,Қазақстан,*
*[2]Сулеймен Демирел Университетті, Испарта, Турция,*
*[3]Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*Корреспондент-автор: dinaalibayeva3@gmail.com*

Бұл мақалада асқабақ дәні мен қабығы қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның витаминдік құрамы, денсаулыққа пайдасы және микробиологиялық қасиеттері зерттеледі. Асқабақтың құрамындағы маңызды қоректік заттар, оның ішінде дәрумендер мен минералдар, иммундық жүйені нығайтуға және ас қорыту жүйесінің жұмысын жақсартуға әсер етеді. Тұтас дәнді бидай ұнының жоғары талшықты құрамы қытырлақ нан (хлебцыдің) қоректік құндылығын арттырады, сонымен қатар микробиологиялық зерттеулер нәтижесінде өнімнің тағамдық қауіпсіздігі мен тұрақтылығы бағаланады.

Зерттеу барысында қытырлақ нанның химиялық құрамы талданып, оның витаминдік құрамы анықталды. Сонымен қатар, дайын өнімнің микробиологиялық қауіпсіздігі бағаланып, патогенді микроорганизмдердің болуына талдау жасалды. Нәтижелер асқабақ дәні мен қабығы қосылған қытырлақ нан құрамында β-каротин мен витаминдердің мөлшері жоғары деңгейлері бар екенін көрсетті. Сонымен қатар, өнімдернің микробиологиялық көрсеткіштері санитарлық-гигиеналық нормаларға сәйкес келетіндігі анықталды.

Мақалада мақсаты асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған бүтін бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның құрамындағы витаминдердің құрамы және микробиологиялық зерттеу нәтижелерін ұсыну және талқылау. Адам денсаулығына пайдасын түсіндіру, оның құрамындағы витаминдердің артықшылықтарын атап өту арқылы оқырмандарды салауатты және қолжетімді тамақтануға ынталандыру.

Осылайша, асқабақ қабығы мен дәні қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нан функционалды тағамдық өнім ретінде қарастырылады және тұтынушыларға денсаулыққа пайдалы балама ретінде ұсынылуы мүмкін.

Түйін сөздер: асқабақ дәні, асқабақ қабығы, тұтас дәнді бидай ұны, қытырлақ нан, дәрумендер, микробиологиялық көрсеткіштер.

# ХРУСТЯЩИЙ ХЛЕБ ИЗ ЦЕЛЬНОПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ЧАСТИКАМИ ТЫКВЫ. Часть 1. ВИТАМИННЫЙ СОСТАВ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**[1]Д.К. Алибаева, [1]А.Ж. Иманбаев, [2]Hulya Gul, [3]Г.Е. Есиркеп, [3]Ж. Нармандах**

*[1]Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,*
*[2]Сулеймен Демирель Университет, Испарта, Турция,*
*[3]Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
e-mail:dinaalibayeva3@gmail.com

В этой статье исследуется витаминный состав, польза для здоровья и микробиологические свойства хлебца из цельнозерновой пшеничной муки с добавлением тыквенных семечек и кожуры. Важные питательные вещества, содержащиеся в тыкве, в том числе витамины и минералы, способствуют укреплению иммунной системы и улучшению работы пищеварительной системы. Высокое содержание клетчатки в цельнозерновой пшеничной муке повышает питательную ценность хрустящего

хлеба (хлебца), а также в результате микробиологических исследований оценивается пищевая безопасность и стабильность продукта.

В ходе исследования был проанализирован химический состав хрустящего хлеба и определен его витаминный состав. Кроме того, была проведена оценка микробиологической безопасности готовой продукции и проведен анализ на наличие патогенных микроорганизмов. Результаты показали, что хрустящий хлеб с тыквенными семечками и кожурой содержит высокий уровень β-каротина и витаминов. Кроме того, установлено, что микробиологические показатели продукции соответствуют санитарно-гигиеническим нормам.

В статье цель состоит в том, чтобы представить и обсудить содержание витаминов в хрустящем хлебе из цельной пшеничной муки, обогащенной кожурой и зернами тыквы, а также результаты микробиологических исследований. Объясняя пользу для здоровья человека и подчеркивая преимущества витаминов в составе, побудить читателей к здоровому и доступному питанию.

Таким образом, хрустящий хлеб из цельнозерновой пшеничной муки с тыквенной кожурой и зернами считается функциональным пищевым продуктом и может быть предложен потребителям в качестве более здоровой альтернативы.

**Ключевые слова:** тыквенные семечки, тыквенная кожура, цельнозерновая пшеничная мука, хрустящий хлеб, витамины, микробиологические показатели.

## CRISPY BREAD MADE WITH WHOLE WHEAT FLOUR WITH PUMPKIN PARTS. Part 1. VITAMIN COMPOSITION AND MICROBIOLOGICAL STUDIES

**[1]D.K. Alibayeva ✉, [1]A.Zh. Imanbayev, [2]Hulya Gul, [3]G.E. Esirkep, [3]Zh. Narmandakh**

*[1]South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan,*
*[2]Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey,*
*[3]Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,*
e-mail: dinaalibayeva3@gmail.com

This article examines the vitamin composition, health benefits and microbiological properties of whole grain wheat flour crispbread with the addition of pumpkin seeds and peel. The important nutrients contained in pumpkin, including vitamins and minerals, have the effect of strengthening the immune system and improving the functioning of the digestive system. The high fiber content of whole grain wheat flour increases the nutritional value of crispbread (khlebtsy), as well as the nutritional safety and stability of the product are assessed as a result of microbiological studies.

In the course of the study, the chemical composition of crispbread was analyzed and its vitamin composition was determined. In addition, the microbiological safety of the finished product was evaluated and an analysis was made for the presence of pathogenic microorganisms. The results showed that crispbread with pumpkin seeds and peel contains high levels of β-carotene and vitamins. In addition, it was found that the microbiological indicators of the products correspond to sanitary and hygienic standards.

The article aims to present and discuss the content of vitamins in whole wheat flour crispbread enriched with pumpkin peel and seeds and the results of microbiological research. Encourage readers to eat healthy and affordable by explaining the benefits to human health, highlighting the benefits of the vitamins it contains.

Thus, crispbread made from whole grain wheat flour with pumpkin peel and seeds is considered as a functional food product and can be offered to consumers as a healthier alternative.

**Keywords:** pumpkin seed, pumpkin peel, whole grain wheat flour, crispbread, vitamins, microbiological indicators.

**Кіріспе.** Қазіргі таңда дұрыс тамақтану мен денсаулықты сақтау мәселелері әлем бойынша үлкен мәнге ие болып отыр. Әсіресе, табиғи және қоректік қасиеттері жоғары өнімдерге деген сұраныс артуда. Тұтас дәнді бидай ұны мен асқабақтың құрамдас бөліктерін пайдалану арқылы дайындалған тағамдар осындай трендті толықтай қанағаттандырады. Бұл өнімдер жоғары қоректік құндылыққа ие, себебі асқабақ дәні мен қабығының құрамында витаминдер, минералдар, антиоксиданттар және басқа да пайдалы заттар бар. Тұтас дәнді бидай ұнының талшықты құрамының көп болуы, оның ас қорыту жүйесін жақсартуға, қант деңгейін тұрақтандыруға және жүрек-қан тамырлары жүйесінің жұмысын қолдауға ықпалы бар [1].

Асқабақ - бұл дәстүрлі түрде пайдалы тағам ретінде қолданылып келген көкөніс, оның дәндері мен қабығы да денсаулыққа зор пайда әкелетіні белгілі. Асқабақтың құрамындағы магний, калий, темір, және селен сияқты минералдар ағзаның иммундық жүйесін нығайтып, күйзелістен қорғайды. Сонымен қатар, оның құрамында дәрумендер (әсіресе, А дәрумені) мен антиоксиданттар қабынуға қарсы әсер көрсетіп, қартаю үдерісін баяулатады. Бұдан басқа, асқабақтың талшықты құрамы ас қорыту жүйесін реттеп, ішектің микробиологиялық теңгерімін жақсартады [2].

Тұтас дәнді бидай ұнының ерекше қасиеттері оның құрамындағы қоректік заттардың толық сақталуында жатыр. Тұтас дәнді бидай талшыққа, витаминдер мен минералдарға бай болғандықтан, олар ағзаға қажетті қоректік заттарды толықтай қамтамасыз етеді. Тұтас дәнді бидай ұнының көмірсулары баяу қорытылады, бұл қандағы қант деңгейінің күрт өзгеруіне жол бермей, ұзақ уақыт бойы энергия береді [3].

Бұл мақалада асқабақ дәні мен қабығы қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нан (хлебцыдің) витаминдік құрамы, денсаулыққа пайдасы және микробиологиялық көрсеткіштері зерттеледі. Атап айтқанда, асқабақ пен тұтас дәнді бидай ұнының бірігуі бұл өнімнің қоректік құндылығын арттырып, оның тағамдық маңыздылығын ерекше етеді. Сонымен қатар, өнімнің микробиологиялық зерттеулері оның тағамдық қауіпсіздігі мен ұзақ мерзімді сақталуының тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді [4].

Зерттеу барысында асқабақ пен тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нан (хлебцыдің) ағзаға әсері, олардың құрамындағы пайдалы заттардың тағамдық құндылығы және микробиологиялық қауіпсіздігі туралы ғылыми деректер жинақталды. Бұл өнімдердің салауатты өмір салтын ұстанушы адамдар үшін маңыздылығы мен олардың денсаулыққа оң әсер етуі туралы қорытынды жасалады. Мақала сонымен қатар, асқабақ және тұтас дәнді бидай ұнының денсаулыққа пайдалы әсерлерін көрсететін жаңадан алынған деректерді ұсынады [5].

Қазіргі уақытта тұтынушылардың салауатты өмір салтын насихаттайтын денсаулыққа бағытталған азық-түлік туралы деректер артты. Тұтынушылар адам денсаулығына оң әсерін тигізетін, оңай дайындалатын және тағамдық құндылығы жоғары тағамдарға қол жеткізуге құштар. Бұл салауатты азық-түлік өнімдеріне деген құштарлық жылдар бойы өсуде [6].

Асқабақ - ең жиі тұтынылатын көкөністердің бірі. Сонымен қатар қоректік, емдік, және экономикалық пайдасы зор. Асқабақтың калориясы төмен, бірақ А дәрумені, С дәрумені, калий және талшық секілді маңызды қоректік заттар көп. Асқабақтың етті бөлігі тұтынуға пайдаланылады, ал жалпы жемістің шамамен 18-21% қалдық ретінде қалады [7].

Қалдықтарды тиімді пайдалану - қазіргі таңда маңызды мәселелердің бірі. Асқабақтың қабығы, тұқымдары және гүлдері мен жапырақтары жоғары құнды өнімге айналуы мүмкін, себебі, биоактивті қосылыстардың бай көзі болып табылады. Бірақ тағамдық пайдасы бар биоактивті химиялық заттардың бай көзі болғанына қарамастан асқабақ тұқымдары мен қабықтары жиі қалдық ретінде саналады. Үндістанның кейбір бөліктерінде асқабақтың қабығы, жапырақтары мен гүлдері тамақ ретінде сирек жейді. Асқабақтың фракциялық құрамы 10-12% қабығы 3-4% целлюлоза, 79-82% еті және 4-6% тұқымдық асқабақ ұнын қолданатын кеңейтілген тағамдар-

ды әзірлеу бойынша зерттеуде жіктелген [8,9].

Тұтас дәнді бидай ұнының кебек, ұрық және эндеспермда адам ағзасына қажетті көптеген микроэлементтер мен дәрумендерді қамтиды. Кебектегі ең құнды зат, ол тағамдық талшық – жасұнық. Ол ең маңызды бола тұра, адам ағзасында мүлдем сіңбейді және асқазан мен ішек жолдары үшін тазалағыш ретінде ағзадан толығымен шығып кетеді. Ондағы қожды, токсиндерді, ауыр металдарды және олардың тұздарын ағзадан оңай шығарады. Дегенмен, кебектегі минералды элементтер, дәрумендер және ферменттер ағзамен оңай сіңіріледі [10,11].

Тұтас дәнді бидай ұнынан дайындалған нан өнімдері тамақтану мәзірінде ерекше орын алады, себебі олар жоғары қоректік құндылыққа ие. Сондықтан да қазіргі уақытта тамақ өнеркәсібі тұтас дәнді бидай ұнын енгізу арқылы аспаздық өнімдерінің жаңа түрлерін игеруге үлкен көңіл бөлуде [12,13].

Осындай екі маңызды ингредиентті біріктіріп, біз қытырлақ нан (хлебцы) рецептурасын әзірлеуді ұсынамыз. Бұл өнім тек дәмді ғана емес, сонымен қатар денсаулыққа пайдалы. Асқабақ дәні мен қабығы қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның А, Е, С, В тобы және β - каротин витаминдерге бай екені төменде дәлелденді [14,15].

А, Е, С, В тобы және β - каротин витаминдерді анықтау үшін сұйықтықты хроматография (HPLC) - өте сезімтал және дәл әдіс, ол көптеген биологиялық және химиялық заттарды, соның ішінде дәрумендерді анықтау үшін кеңінен қолданылады. Бұл әдіс арқылы дәрумендер жиынтығын талдауға болады, оларды бөлу және анықтау үшін арнайы хроматографиялық колонкалар, еріткіштер мен детекторлар пайдаланылады [16,17].

HPLC әдісінің негізгі принципі - қоспаларды (және дәрумендерді) еріткіштің әсерінен хроматографиялық колонка арқылы ажырату. Әрбір дәруменнің бөлек физикалық-химиялық қасиеттері, оның ішінде полярлығы мен молекулалық салмағы болады, сондықтан олар колонка арқылы әртүрлі жылдамдықпен өтеді және әрқайсысының шығу уақыты әртүрлі болады. Нәтижесінде, әр дәрумендi жеке-жеке анықтауға болады [17,18].

КМАФАнМ - жалпы микроорганизмдер санын анықтайды, тағамның микробиологиялық сапасын бағалауға көмектеседі. БГКП – патогенді бактериялардың, әсіресе тамақтан улану мен аурулар тудыратын микроорганизмдердің санын анықтайды. Плесеньдер – тағамдағы сақталу жағдайының дұрыстығын және микробиологиялық сапаны бақылауға арналған [19].

**Материалдар мен әдістер.** Бұл зерттеу асқабақ дәні мен қабығы қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның А, Е, С, В тобы және β-каротин витаминдерді және микробиологиялық көрсеткіштерін Алматы Технологиялық Университетінің Техникалық реттеу және метрология комитетінің Ұлттық аккредиттеу орталығының шешімімен «Тағам қауіпсіздігі» сынақ зертханасы «Сынақ және калибрлеу зертханаларының құзыреттілігіне қойылатын жалпы талаптар» МЕМСТ ИСО/IEC 17025-2019 талаптарына сәйкес Қазақстан Республикасының аккредиттеу жүйесінде аккредиттелген (аккредиттеу аттестаты № KZ.T.02.E 1158 ) зертхана орталығында жасалды.

Бақылау үлгісі ретінде алынған асқабақ дәні мен қабығы қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның А, Е, С, В тобы және β-каротин витаминдердің мөлшері дәлдікпен анықтау үшін сұйық хроматографияның (ВЭЖХ/HPLC) әдісімен анықталды. Эксперимент нәтижелерінің төменде 2-3 суретте мақалада келтірілген.

Асқабақ дәні мен қабығы қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның құрамындағы А, Е және β-каротин витаминдерді талдаймыз. 10 г үлгі ұнтағына 1 г $C_6H_6O_3$, 70 мл $C_2H_5OH$ және 30 мл (50%) KOH қосылды, араластырылды және 50 ± 2°с температурада су ваннасы арқылы 40 минут бойы рефлюксацияланды. Сығындыны бейтараптандыру үшін қос дистилденген су пайдаланылды, ол сусыз $Na_2SO_4$ көмегімен сусыздандырылды. Сонымен қатар, сығынды су ваннасын (50 ± 2°с) қолдану арқылы шамамен 5 мл-ге дейін концентраци-

яланды, метанолды қолдану арқылы 10 мл-ге дейін сұйылтылды, 0,45 мкм мембрана арқылы сүзілді және соңында HPLC талдауына ұшырады. RP-HPLC талдауы диодты массив детекторын Agilent 1100 сериялы HPLC жүйесімен жүргізілді. β -каротиннің мөлшерін анықтау үшін $CH_3CN$ (88 : 10 : 2) еріткіші бар Agilent tc-C18. Бағанасы (5 мкм, 4,6 × 250 мм). Пайдаланылды және ультракүлгін сәулелердің сіңуі 453 нм-де тіркелді. Майда еритін витаминдер үшін Agilent Eclipse XDB-C18 бағанасы қолданылды (5 мкм, 4. 6 × 150 мм), еріткіш метанол болды және ультракүлгін сәулелену анықтау А дәрумені үшін 325 нм, Е дәрумені үшін 290 нм тіркелді. Барлық витаминдердің бөлінуі изократиялық элюцияға негізделді және еріткіштің шығыны 1 мл/мин деңгейінде сақталды.

С витамині анықтау үшін үлгіні ұнтақтап, оның 10 г араластырылып, құрамында метафосфор қышқылы 0,3 М және $CH_3COOH$ 1,4 М бар экстрактивті ерітіндімен гомогенизацияланды. Қоспа конустық колбаға салынып, 10 000 айн / мин жылдамдықпен 15 минут араластырылды. Содан кейін қоспаны сүзгі арқылы сүземіз. $C_6H_8O_6$ стандарты 100 мг С витамин $HPO_3$ (0,3 М)/ $CH_3COOH$ (1,4 М) ерітіндісінде 0,1 мг/мл соңғы концентрацияда еріту арқылы дайындалды. Калибрлеу сызығы өлшенген концентрацияның төрт деңгейіне негізделген сызықтық диапазонға ауыстырылды. С витамині мөлшерін анықтау Agilent HPLC жүйесінде жүргізілді. Хроматографиялық бөлінуге rp-HPLC бағанында жылжымалы фазаны изократиялық жеткізу арқылы қол жеткізілді (A/B 33/67; A: 0,1 М $CH_3COOK$, рн = 4,9, B: CH3CN: су [50 : 50]) ағын жылдамдығы 1 мл/мин. ультракүлгін сәулелердің сіңуі бөлме температурасында 254 нм-де тіркелді.

В дәрумені тобы үлгіні ұнтақтап, оны 2 г 25 мл H2SO4 (0,1 Н) ерітіндісіне салынып, 121°с температурада 30 минут бойы инкубацияланды. Содан кейін салқындатылып, 2,5 М NaOAc рн 4,5-ке дейін реттелді және 50 мг Такадиастаза ферменті қосылды. Сүзгі арқылы сүзіп, фильтратты 50 мл таза сумен сұйылтып, қайтадан микрокеуекті сүзгі (0,45 мкм) арқылы сүзді. HPLC жүйесіне жиырма микролитр фильтрат енгізілді. В дәруменінің мөлшерін анықтау в дәрумені стандарттарымен салыстыру арқылы жүзеге асырылды. Тиамин, рибофлавин, ниацин, пиридоксин және кобаламинге арналған стандартты ерітінділер бұрын хабарланғандай дайындалды [11, 12]. Хроматографиялық бөлінуге кері фазалық- (RP-) HPLC бағанында (Agilent Zorbax Eclipse Plus C18; 250 × 4,6 мм i.d., 5 мкм) изократиялық жеткізудің жылжымалы фазасы арқылы қол жеткізілді (A/B 33/67; A: MeOH, B: 0,023 M H3PO4, рн = 3,54) 0,5 мл/мин жылдамдықпен. Ультракүлгін (УК) сіңіру бөлме температурасында 270 нм-де тіркелді.

КМАФАнМ анықтау үшін үлгіні үнтақтап аламыз. Пальцер сұйытылған агарына 1 г себіледі. Содан кейін егу термостатқа орналастырылады. Мезофильді микроорганизмдердің өсіру температурасы +37 $^0$С құрайды. Термостатта 48 сағатқа инкубацияланады, содан кейін колониялар саналады. Колониялардың әртүрлілігі мен олардың морфологиясы зерттеледі, одан әрі талдау үшін кейбір микроорганизмдер анықталады. Нәтижесінде КМАФАнМ саны колониялар санына негізделіп, әрбір миллилитр немесе грамм үшін есептеледі. Осылайша, өнімнің микробиологиялық сапасы анықталады.

БГКП анықтау үшін үлгіні Эндо агар қоректік ортаға себу арқылы зерттеу жүргізіледі. Содан кейін егу термостатқа орналастырылады. Инкубациялада температурасы 35°С, уақыты 48 сағат сақтаймыз. Колониялар морфологиясын тексереді. БГКП үшін позитивті нәтижелер ерекше көкшіл түсті ерекшеліктері бар колониялармен көрінеді. Егер патогенді кокк тәрізді бактериялар табылса, өнімнің қауіпсіздігі мен сақталу мерзімі қайта қаралады.

Плесеньдер анықтау үшін үлгісін стерильді ерітіндімен сұйылтып, Сабуро агарын қоректік ортаға себіледі. Содан кейін егу термостатқа орналастырылады. Инкубациялау температурасы 25-30°С, уақыты 3-7 күн. Плесеньдердің колониялары дақтарды немесе дақ тәрізді құрылымдарды көрсетеді. Инкубациядан кейін колониялар саны есептеледі және микроскоппен тексеріледі. Нәтижесінде плесеньдердің саны колониялар са-

нына негізделіп есептеледі.

**Нәтижелер мен талқылау.** Бұл рецепт асқабақ дәндері мен қабығын пайдаланып, дәмді әрі пайдалы қытырлақ нан жасау үшін өте жақсы тәсіл. Мына қадамдарды талдай отырып, әрбір кезеңнің маңыздылығына тоқталып өтейік. Асқабақ қабығын жақсылап жуып, кептіріп аламыз.

Асқабақ қабығын жақсылап жуу оны сыртқы ластанудан тазартуға көмектеседі. Содан кейін, кепкен асқабақ қабығымызды блендер көмегімен ұсақтап аламыз. Асқабақ дәнін алдын ала қуырылады. Асқабақ дәнін қуыру үшін, дәндерін қабығынан ажыратып, таза сумен жуып, құрғатыңыз. Содан соң, пеште 180 $^{0}$ С градус температурада 10 минут қыздырамыз. Асқабақ дәндерін қуыру олардың хош иісін арттырады және қытырлақтығын береді. Сонымен қатар, қуырылған дәндер нанның құрамына қосымша дәм мен текстура қосады. Араластырғыш ыдысқа тұтас дәнді бидай ұнын, асқабақ дәндерін, асқабақ қабығын және тұзды қосамыз. Барлық құрғақ ингреденттерді жақсылап араластырамыз. Тұтас дәнді бидай ұнының қосылуы нанда дәнді талшықтардың көп болуына және пайдалы болуына мүмкіндік береді. Асқабақ қабығы мен дәндері басқа ингредиенттермен жақсы араласқанда, нанның құрамында табиғи пайдалы заттар сақталады. Су мен зәйтүн майын қосып, қамырды илейміз. Ашымалымыздың консистенциясы жұмсақ, бірақ қолға жабыспайтын болуы қажет. Ашымалыны 5-15 минутқа қалдырамыз. Пешімізді 180ºС температурада қыздырамыз. Табамызға ашымалыны жұқа етіп жайып, пешімізге саламыз. 15 минуттан соң, пештен алып, пышақпен кесіп формаға келтіреміз. Нанымызды қайта пешке 20-25 минутқа қалдырамыз. Піскен соң қытырлақ нанымызды салқындатамыз. Салқындағаннан кейін, қытырлақ болуы үшін 5 минуттай қалдырамыз. Тағамдық және биологиялық құндылығын жақсарту үшін қытырлақ нан (хлебцы) нанына 15-45% асқабақ қабығы мен дәнін ұнтақтап қосылды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде оңтайлы нұсқасы болып 30% асқабақ қабығы мен дәнін қосылған диеталық хлебцы өнімін алудың әдісі таңдалды. Төменде 1-суретте көруімізге болады.

**1 - сурет. Байытылған қытырлақ нан жасау әдісі**

Барлық дәрумендер HPLC әдісі арқылы анықталды, ол жоғары сезімталдық пен дәлдікпен дәрумендердің нақты концентрациясын өлшеуге мүмкіндік берді. Алынған деректердің қайталанғыштығы жоғары болды, нәтижесінде бұл әдіс дәрумендердің салыстырмалы түрде төмен концентрацияларын дәл анықтауға мүмкіндік берді.

Зерттеу барысында А, В, С, Е дәрумендерінің концентрациялары асқабақтың қабығы мен дәнінен, сондай-ақ тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нан (хлебцы) құрамынан анықталды. Зерттеу нәтижелерін төменде орналасқан 1-кестеде көруімізге болады.

**1 - кесте. Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның құрамындағы витаминдер мөлшері, г/100г**

| Көрсеткіш атауы | Нақты алынған көрсеткіш | Сынау әдістемелерінің НҚ |
|---|---|---|
| А дәрумені, мг/100г | 13,94±0,05 | ГОСТ Р 51635-2011 |
| Е дәрумені, г/кг | 1,65±0,02 | ГОСТ Р 51634-2011 |
| С дәрумені, мг/100г | 0,18±0,02 | ГОСТ 31483-2012 |
| В дәрумені, мг/100г | 2,74±0,07 | ГОСТ 31483-2012 |
| В-каротин, мг/100г | 1,06±0,02 | ГОСТ Р 54058-2010 |

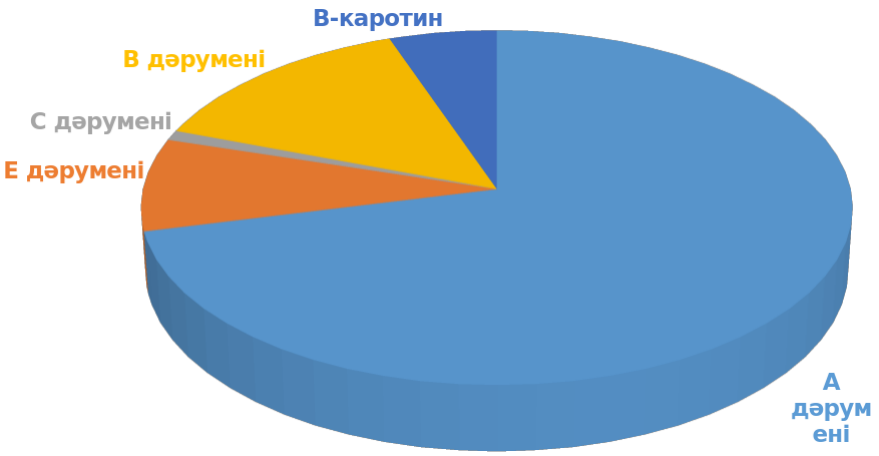
А дәруменінің концентрациясы асқабақтың қабығында жоғары болып, 100 грамм өнімге шамамен 13,94 мг болды. Бұл көрсеткіш асқабақтың ретинол (А дәрумені) көздерінен бірі екендігін растайды. А дәрумені көздің көру қабілетін жақсартуға, терінің және шырышты қабаттардың денсаулығын сақтауға, иммундық жүйенің жұмысын қолдауға көмектеседі. Бұл көрсеткіш өте жақсы, себебі А дәрумені адам организмі үшін маңызды және оның жетіспеушілігі денсаулыққа зиян келтіруі мүмкін. Мұндағы мөлшер оның жеткілікті екенін көрсетеді.

Е дәруменіміз 100 грамм өнімге шамамен 1,65мг көрсеткішті көрсетіп тұр. Е дәрумені антиоксидант болып табылады, жасушаларды бос радикалдардан қорғайды, жүрек және қан тамырлары жүйесіне жақсы әсер етеді, теріні қорғайды. Бұл мөлшер Е дәруменінің жеткілікті екенін білдіреді, бірақ одан көп болуы да қажет емес, өйткені бұл дәруменнің артық мөлшері ағзада жинақталып, кері әсер етуі мүмкін.

С дәруменіміз 100 грамм өнімге шамамен 0,18мг болды. С дәрумені иммунитетті көтеруге, қан тамырларының қабырғаларын күшейтуге және дененің көптеген ферменттік процестерін қолдауға қажет. Бұл көрсеткіш салыстырмалы түрде аз, себебі С дәрумені термиялық өңдеу кезінде ыдырауы мүмкін.

В-каротин 100 грамм өнімде шамамен 1,06 мг болды. В-каротин — А дәруменінің алдын ала нысаны, ол антиоксидант ретінде әрекет етеді, көздің және терінің денсаулығын қолдайды. Бұл деңгейде β-каротиннің мөлшері жақсы, әрі ағзада оның қажеттілігі бар.

Төменде орналасқан асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның (хлебцы) құрамындағы дәрумендер мөлшерін - 2 суретте анық көре аламыз.

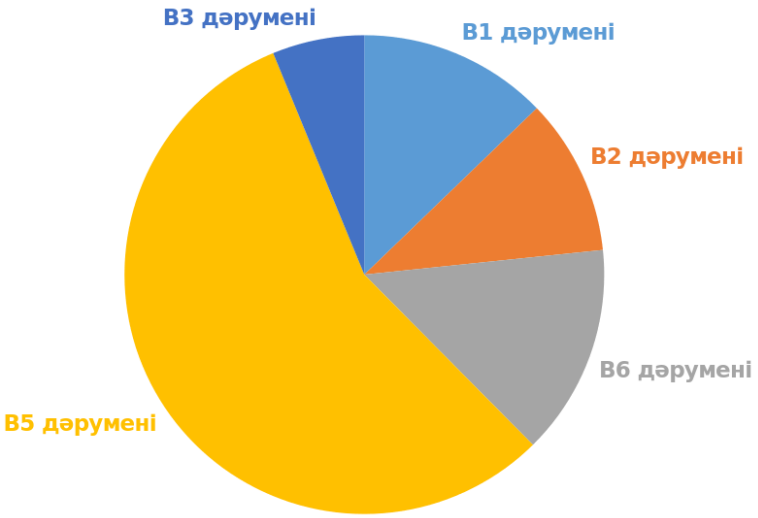



**2 - сурет. Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның (хлебцы) құрамындағы дәрумендер мөлшері, г/100г.**

Сонымен қатар, В тобындағы дәрумендер энергия деңгейін көтеріп, ағзаның метаболизмін қолдайды. Бұл кестеде асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның құрамындағы В тобындағы дәрумендердің мөлшері берілген. Әр дәруменнің нақты алынған көрсеткіші және оған сәйкес сынау әдістемесінің нормативтік құжаты (НҚ) көрсетілген. Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның құрамындағы В тобындағы дәрумендер мөлшері 2 - кестеде көрсетілген.

**2 - кесте. Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның (хлебцы) құрамындағы В тобындағы дәрумендер мөлшері, г/100г.**

| Көрсеткіш атауы | Нақты алынған көрсеткіш | Сынау әдістемелерінің НҚ |
|---|---|---|
| $B_1$ дәрумені, мг/100г | 0,35±0,07 | ГОСТ 31483-2012 |
| $B_2$ дәрумені, мг/100г | 0,29±0,12 | ГОСТ 31483-2012 |
| $B_6$ дәрумені, мг/100г | 0,39±0,08 | ГОСТ 31483-2012 |
| $B_5$ дәрумені, мг/100г | 1,54±0,31 | ГОСТ 31483-2012 |
| $B_3$ дәрумені, мг/100г | 0,17±0,03 | ГОСТ 31483-2012 |




**3 - сурет. Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның (хлебцы) құрамындағы В тобындағы дәрумендер мөлшері**

В1 дәрумені 100 грамм өнімге шамамен 0,35мг көрсеткішке ие. В1 дәрумені (тиамин) көмірсулар мен майлардың дұрыс метаболизмін қолдайды, жүйке жүйесіне маңызды әсер етеді. Бұл көрсеткіш аздаған мөлшерде болғанымен, оның жетіспеушілігі жүйке жүйесіне теріс әсер етуі мүмкін. Бірақ бұл деңгейде В1 дәрумені жеткілікті деп айтуға болады. В2 дәрумені 100 грамм өнімге шамамен 0,29 мг болды. В2 дәрумені (рибофлавин) энергия өндіруде маңызды рөл атқарады және жасушалардың қалпына келуін қамтамасыз етеді. Бұл мөлшердің қалыпты деңгейде болуы жақсы, бірақ оның көбірек болуы ағза үшін зиянды емес. В6 дәрумені 100 грамм өнімде шамамен 0,39 мг болды. В6 дәрумені (пиридоксин) ақуыздар мен майлардың метаболизміне қатысады, сондай-ақ жүйке жүйесінің жұмысын қолдайды. Бұл деңгейде В6

дәруменінің мөлшері орташа, яғни ол денсаулық үшін пайдалы, бірақ басқа көздермен толықтыруға болады. В5 дәрумені 100 грамм өнімде шамамен 1,54 мг болды. В5 дәрумені (пантотен қышқылы) энергияның өндірілуін қолдайды, сондай-ақ стресс пен алаңдаушылықты азайтуға көмектеседі. Бұл мөлшер қалыпты болып саналады, оның денсаулыққа пайдалы деңгейде. В3 дәрумені 100 грамм өнімде шамамен 0,17 мг болды**.** В3 дәрумені (ниацин) метаболизм процестеріне қатысады және теріні қорғауға көмектеседі. Оның мөлшері төмен, бұл оның көп болмауын талап етпейтінін көрсетеді, бірақ ол міндетті түрде басқа өнімдерден алынып отыруы тиіс. Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның құрамындағы В тобындағы дәрумендер мөлшерін 3-суретте анық көре аламыз.

Өнімдер микробиологиялық тұрғыдан тексерілді. Тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның (хлебцы), асқабақ қабығы мен дәнінде сапалы микробиологиялық көрсеткіштер байқалды. Микробтар саны шекті деңгейде болды, бұл асқабақ пен бүтін бидай ұнының микробқа қарсы қасиеттерін және өңдеудегі санитарлық жағдайдың жақсы ұйымдастырылғанын көрсетеді. Зерттеу нәтижелерін төменде көрсетілген 3-кестеде анық көре аламыз.

**3 - кесте. Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның (хлебцы) құрамындағы микробиологиялық көрсеткіштері, г/100г.**

| Көрсеткіш атауы | НҚ бойынша рұқсат етілетін норма | Нақты алынған көрсеткіш | Сынау әдістемелерінің НҚ |
|---|---|---|---|
| КМАФАнМ, КОЕ/г, көп емес | $1x10^3$ | $6x10^2$ | ГОСТ 10444.15-94 |
| БГКП, (колиформы) 1,0 $см^3$ өнім | рұқсат етілмейді | анықталмады | ГОСТ 31747-2012 |
| Плесень, КОЕ/г, көп емес | 50 | 7 | ГОСТ 10444.12-2013 |

КМАФАнМ (Көп мөлшердегі мезофильді аэробты микроорганизмдер) - КОЕ/г, нормативті құжат бойынша рұқсат етілген норма $1x10^3$ КОЕ/г аспау қажет. Нақты алынған көрсеткіш $6x10^2$ КОЕ/г болды. КМАФАнМ — бұл өнімдегі микроорганизмдер саны, негізінен, азық-түлік қауіпсіздігін бақылауға арналған көрсеткіш. Мезофильді микроорганизмдер 20-45°С температурада көбейетін микроорганизмдер. Бұл көрсеткіштің жоғары болуы өнімнің ұзақ уақыт сақталуы мен сапасына әсер етуі мүмкін. Алайда, көрсеткіш $6x10^2$ КОЕ/г болғандықтан, бұл нормаға толықтай сәйкес келеді және өнімде санитарлық талаптарға сай қауіпсіз деңгейде микроорганизмдер бар екенін көрсетеді.

БГКП (Бауыр колиформа бактериялары) нормативті құжат бойынша рұқсат етілмейді. Нақты алынған көрсеткіште анықталмады. БГКП (болса, көбінесе Escherichia coli немесе басқа колиформа бактериялары) — адамның ішек флорасының бөлігі болғанымен, олардың тағамда болуы қауіпті, өйткені бұл бактериялар патогенді болуы мүмкін және ауруларды таратуы ықтимал. Колиформды бактериялардың өнімде болмауы керек, себебі оларды жұтқан адам асқазан-ішек ауруларына ұшырауы мүмкін. Кестедегі нәтиже — ”анықталмады”, яғни бұл бактериялар өнімде жоқ, сондықтан бұл өте жақсы көрсеткіш.

Плесень - КОЕ/г нормативті құжат бойынша рұқсат етілген норма 50 КОЕ/г. Нақты алынған көрсеткіш 7 КОЕ/г көрсетті. Плесень — бұл саңырауқұлақтардың кейбір түрлері, олардың өсуі өнімнің сапасына әсер етуі мүмкін. Плесеньнің көп болуы өнімнің құндылығын төмен-

детеді, тағамның бұзылуына және дәмі мен хош иісінің нашарлауына әкеледі. Норма бойынша бұл көрсеткіш 50 КОЕ/г аспауы керек. Ал нақты көрсеткіш 7 КОЕ/г болғанда, бұл өте төмен және тағамның сапасы мен қауіпсіздігі жақсы екенін көрсетеді.

Микробиологиялық талдау нәтижелері көрсеткендей, асқабақтың қабығы мен дәнінде, сондайақ бүтін бидай ұнынан жасалған хлебцыде микробиологиялық сапасы жоғары болды. Бұл өнімдерде патогенді микроорганизмдердің жоқтығы немесе минималды болуы олардың азық-түлік қауіпсіздігі үшін маңызды екенін көрсетеді. Мұндай нәтижелер өнімдердің жоғары сапасын және дұрыс өңдеу процестерін растайды.

**Қорытынды** Бұл зерттеу асқабақ қабығы мен асқабақ дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның (хлебцы) қоректік құндылығы мен микробиологиялық көрсеткіштерін зерттеу мақсатында жүргізілді. Асқабақ және тқтас дәнді бидай ұнының тағамдық құндылығы жоғары, себебі олар көптеген дәрумендер (А, С, Е, В тобы), минералдар және басқа да биологиялық белсенді қосылыстарға бай. Атап айтқанда, асқабақ дәндері мен қабығының құрамындағы витаминдер мен минералдар тағамды ағза үшін пайдалы етеді.

Зерттеу нәтижелері қытырлақ нанның көптеген маңызды дәрумендер мен микроэлементтердің болғанын көрсетті, сонымен қатар бұл өнімдердің микробиологиялық қауіпсіздігі де маңызды болып табылды. КМАФАнМ, БГКП және плесеньдер сияқты микроорганизмдердің анықталуы өнімнің сапасын және оның сақталу мерзімін бақылауға мүмкіндік береді. Әрбір микроорганизмнің санын анықтау және оларды бақылау тағам өнімдерінің сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында қолданылған микробиологиялық әдістер, соның ішінде жоғары сұйықтықты хроматография (HPLC) әдісі дәрумендер мен микроорганизмдердің концентрациясын дәл анықтауға мүмкіндік берді. Нәтижесінде, асқабақ және тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған хлебцыдің қоректік құндылығы мен қауіпсіздігі жоғары деңгейде екені дәлелденді.

Асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның құрамында витаминдер көбінесе жеткілікті деңгейде және пайдалы. А дәрумені мен Е дәруменінің мөлшері жоғары, бұл өнімді иммундық жүйені қолдау және антиоксиданттық қасиеттерді жақсарту үшін жақсы таңдау етеді. Бірақ С дәрумені мен В3 дәруменінің мөлшері төмен болуы мүмкін, сондықтан олардың жетіспеушілігін толтыру үшін басқа көкөністер мен жемістерді тұтыну ұсынылады.

Барлық көрсеткіштер бойынша өнім санитарлық нормаларға сәйкес келеді. Нақты алынған мәндер көрсеткендей, асқабақ қабығы мен дәнімен байытылған тұтас дәнді бидай ұнынан жасалған қытырлақ нанның микробиологиялық сапасы қауіпсіз әрі жақсы деңгейде сақталған. Әсіресе, БГКП (колиформды бактериялар) болмауы, плесеньнің төмен деңгейі, және КМАФАнМ көрсеткішінің нормадан асып кетпеуі өнімнің тазалығы мен денсаулыққа қауіпсіз екенін білдіреді.

Қорытындылай келе, асқабақ қабығы мен дәнінен жасалған қытырлақ нан (хлебцы) денсаулыққа пайдалы тағам ретінде ұсынылуы мүмкін. Бұл өнімнің құрамындағы дәрумендер мен микроэлементтер ағзаға қажетті қоректік заттарды қамтамасыз етеді, ал микробиологиялық көрсеткіштері оның қауіпсіздігін және ұзақ уақыт бойы сақталуын қамтамасыз етеді. Аталған зерттеу нәтижелері осы өнімдер өндірісінде қолданылатын технологияларды әрі қарай жақсартуға және жаңа, пайдалы тағам өнімдерін жасауға үлес қосады.

## Әдебиеттер

1. Бижанова З.К., Алгазинова А.А., Садвакасова М.А., Алтайулы С. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий из композиции различных видов зерновых культур // Материалы

Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке -инновационный потенциал будущего”.-2016. -Т.1, ч.2. - С.22-26

2. Байысбаева М.П. Наубайхана өндірісінде қолданылатын шикізаттар мен материалдар. - Алматы: «Алейрон», 2009. - 93 б. ISBN 978-601-263-063-3

3. Байысбаева М.П., Изембаева А.К., Жұманазар Д.Б., Молдақұлова З.Н., Тыным Б.Қ. Зығыр дәнін хлебцы өнімінің рецептурасында қолдану// Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. -2023. -№2. -Б. 99-106. DOI 10.48184/2304-568X-2023-2-99-106

4. Изембаева А.К., Байысбаева М.П., Молдақұлова З.Н., Байбатыров Т.А. Бүтін тартылған ұндар қоспасынан дайындалған нан өнімінің сапасын бағалау // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. - 2022.- №2. - Б. 67-73. DOI 10.48184/2304-568X-2022-1-67-73.

5. Батырбаева Н.Б., Рустемова А.Ж., Аскарбеков Э.Б. Дәнді-бұршақ қоспасынан нан дайындау технологиясы // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. -2022. - №2. -Б. 23-29. DOI 10.48184/2304-568X-2022-1-23-29.

6. Алашбаева Л.Ж., Боранкулова А.С., Турсунбаева Ш.А., Нургожина Ж.К., Баялы А.А. Функционалды бағыттағы нан өнімдерінің технологиясы // Шәкәрім Университетінің Хабаршысы. Техникалық ғылымдар сериясы. -2024.-№ 1(13). - Б. 81-89. DOI 10.53360/2788-7995-2024-1(13)

7. Жумалиева Г.Е., Чоманов У.Ч., Актокалова Г.С., Идаятова М., Тултабаев Н. Разработка технологии купажированных соков на основе тыквы //Вестник АТУ. - 2023. -№1. - Б. 63-72. DOI 10.48184/2304-568X-2023-1-63-72.

8. Икрами М.Б., Шарипова М.Б., Абдуллоева Х.Ф. Влияние некоторых факторов на водоудерживающую и жироудерживающую способности тыквенной муки // Вестник АТУ-2023. -№4.- Б.156-164. DOI 10.48184/2304-568X-2023-4-156-164

9. Саидов А.М., Калитка Д.А., Молдахметова З.К., Екатеринская Е.М., Жангабылова Н.Д., Балгужинова Ж.Е. Тұтас дәнді ұн қосылған макарон өнімдерінің рецептурасын әзірлеу // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы.- 2022.- №4.- Б.69-75. DOI 10.48184/2304-568X-2022-4-69-75.

10. Sanjukta Kar, Suchandra Dutta, Rubina Yasmin, A comparative study on phytochemicals and antioxidant activity of different parts of pumpkin (Cucurbita maxima) // Food Chemistry Advances. -2023. -Vol. 3(5):100505. DOI 10.1016/j.focha.2023.100505

11. Aquino-Bolaños E.N., Urrutia-Hernández T.A., López Del Castillo-Lozano M., Chavéz-Servia J.L., Verdalet-Guzmán I. Physicochemical Parameters and Antioxidant Compounds in Edible Squash (Cucurbita pepo) Flower Stored under Controlled Atmospheres // Journal of Food Quality.- 2013. - Vol. 36(5). - P. 302–308. DOI 10.1111/jfq.12053.

12. Vaher M., Matso K., Levandi T., Helmja K., Kaljurand M. Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties // Procedia Chemistry. -2010. -Vol. 2(1). - P.76-82. DOI 10.1016/j.proche.2009.12.013.

13. Hussain A., Kausar T., Sehar S., Sarwar A., Ashraf A.H., Jamil M.A., Noreen S., Rafique A., Iftikhar K., Quddoos M.Y., Aslam J., Majeed M.A. A Comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefi//Fod Chemistry Advances.- 2022.-Vol.1(4):100067. DOI 10.1016/j.focha.2022.100067.

14. Szymczycha-Madeja A. Rapid method of element determination in rye crispbread by ICP OES//Arabian Journal of Chemistry.- 2017. - Vol. 10(S2). - P. S3913–S3919. DOI 10.1016/j.arabjc.2014.05.031.

15. Dyshlyuk L., Babich O., Prosekov A., Ivanova S., Pavsky V., Yang Y. In vivo study of medical and biological properties of functional bakery products with the addition of pumpkin flour // Bioactive

Carbohydrates and Dietary Fiber.- 2017. -Vol. 2. -P. 20-24. DOI 10.1016/j.bcdf.2017.09.001.

16. Hagos M., Chandravanshi B., Redi-Abshiro M., Yaya E. E. Determination of total phenolic, total flavonoid, ascorbic acid contents and antioxidant activity of pumpkin flesh, peel and seeds // The Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia.- 2023. - Vol. 37(5). - P. 1093-1108. DOI 10.4314/bcse.v37i5.3.

17. Hagos M., Redi-Abshiro M., Chandravanshi B. S., Yaya E. E. Development of analytical methods for determination of β-carotene in pumpkin (Cucurbita maxima) flesh, peel, and seed powder samples // International Journal of Analytical Chemistry. -2022. -Vol. 2022:9363692. DOI 10.1155/2022/9363692.

18. R.N. Sofia, S. Pernilla, N. Susanne, et al., Green color drives rejection of crackers added with algae in children but not in adults // Food Quality and Preference. -2025. -Vol 127(4): 105461 DOI 10.1016/j.foodqual.2025.105461

19. Lorena Gonzгalez-Gromez, Gema Casado-Hidalgo, Damiran Prerez-Quintanilla, Sonia Morante-Zarcero, Isabel Sierra. Evaluating the stability of tropane and opium alkaloids during baking in homemade gluten-free poppy seed crackers // LWT - Food Science and Technology. -2024. –Vol. 214. DOI 10.1016/j.lwt.2024.117080

**References**

1. Bizhanova Z.K., Algazinova A.A., Sadvakasova M.A., Altajuly S. Razrabotka tehnologii proizvodstva hlebobulochnyh izdelij iz kompozicii razlichnyh vidov zernovyh kul' tur // Materialy Respublikanskoj nauchno-teoreticheskoj konferencii «Sejfullinskie chtenija-12: Molodezh' v nauke -innovacionnyj potencial budushhego".-2016. -T.1, ch.2. - S.22-26. [in Russian]

2. Bajysbaeva M.P. Naubajhana өndirisinde қoldanylatyn shikizattar men materialdar. - Almaty: «Alejron», 2009. - 93 b. ISBN 978-601-263-063-3. [in Kazakh]

3. Bajysbaeva M.P., Izembaeva A.K., Zhұmanazar D.B., Moldaқұlova Z.N., Tynym B.Қ. Zyғyr dənin hlebcy өniminің recepturasynda қoldanu// Almaty tehnologijalyқ universitetinің habarshysy. -2023. -№2. -B. 99-106. DOI 10.48184/2304-568X-2023-2-99-106. [in Kazakh]

4. Izembaeva A.K., Bajysbaeva M.P., Moldaқұlova Z.N., Bajbatyrov T.A. Bүtin tartylғan ұndar қospasynan dajyndalғan nan өniminің sapasyn bағalau // Almaty tehnologijalyқ universitetinің habarshysy. - 2022.- №2. - B. 67-73. DOI 10.48184/2304-568X-2022-1-67-73. [in Kazakh]

5. Batyrbaeva N.B., Rustemova A.Zh., Askarbekov Je.B. Dəndi-bұrshaқ қospasynan nan dajyndau tehnologijasy // Almaty tehnologijalyқ universitetinің habarshysy. -2022. - №2. -B. 23-29. DOI 10.48184/2304-568X-2022-1-23-29. [in Kazakh]

6. Alashbaeva L.Zh., Borankulova A.S., Tursunbaeva Sh.A., Nurgozhina Zh.K., Bajaly A.A. Funkcionaldy bағyttaғy nan өnimderinің tehnologijasy // Shəkərim Universitetinің Habarshysy. Tehnikalyқ ғylymdar serijasy. -2024.-№ 1(13). - B. 81-89. DOI 10.53360/2788-7995-2024-1(13). [in Kazakh]

7. Zhumalieva G.E., Chomanov U.Ch., Aktokalova G.S., Idajatova M., Tultabaev N. Razrabotka tehnologii kupazhirovannyh sokov na osnove tykvy //Vestnik ATU. - 2023. -№1. - B. 63-72. DOI 10.48184/2304-568X-2023-1-63-72. [in Russian]

8. Ikrami M.B., Sharipova M.B., Abdulloeva H.F. Vlijanie nekotoryh faktorov na vodouderzhivajushhuju i zhirouderzhivajushhuju sposobnosti tykvennoj muki // Vestnik ATU-2023. -№4.- B.156-164. DOI 10.48184/2304-568X-2023-4-156-164. [in Russian]

9. Saidov A.M., Kalitka D.A., Moldahmetova Z.K., Ekaterinskaja E.M., Zhangabylova N.D., Balguzhinova Zh.E. Tұtas dəndi ұn қosylғan makaron өnimderinің recepturasyn əzirleu // Almaty tehnologijalyқ universitetinің habarshysy.- 2022.- №4.- B.69-75. DOI 10.48184/2304-568X-2022-4-69-75. [in Kazakh]

10. Sanjukta Kar, Suchandra Dutta, Rubina Yasmin, A comparative study on phytochemicals and antioxidant activity of different parts of pumpkin (Cucurbita maxima) // Food Chemistry Advances. -2023. -Vol. 3(5):100505. DOI 10.1016/j.focha.2023.100505

11. Aquino-Bolaños E.N., Urrutia-Hernández T.A., López Del Castillo-Lozano M., Chavéz-Servia J.L., Verdalet-Guzmán I. Physicochemical Parameters and Antioxidant Compounds in Edible Squash (Cucurbita pepo) Flower Stored under Controlled Atmospheres // Journal of Food Quality.- 2013. - Vol. 36(5). - P. 302–308. DOI 10.1111/jfq.12053.

12. Vaher M., Matso K., Levandi T., Helmja K., Kaljurand M. Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties // Procedia Chemistry. -2010. -Vol. 2(1). - P.76-82. DOI 10.1016/j.proche.2009.12.013.

13. Hussain A., Kausar T., Sehar S., Sarwar A., Ashraf A.H., Jamil M.A., Noreen S., Rafique A., Iftikhar K., Quddoos M.Y., Aslam J., Majeed M.A. A Comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefi//Fod Chemistry Advances.- 2022.-Vol.1(4):100067. DOI 10.1016/j.focha.2022.100067.

14. Szymczycha-Madeja A. Rapid method of element determination in rye crispbread by ICP OES//Arabian Journal of Chemistry.- 2017. - Vol. 10(S2). - P. S3913–S3919. DOI 10.1016/j.arabjc.2014.05.031.

15. Dyshlyuk L., Babich O., Prosekov A., Ivanova S., Pavsky V., Yang Y. In vivo study of medical and biological properties of functional bakery products with the addition of pumpkin flour // Bioactive Carbohydrates and Dietary Fiber.- 2017. -Vol. 2. -P. 20-24. DOI 10.1016/j.bcdf.2017.09.001.

16. Hagos M., Chandravanshi B., Redi-Abshiro M., Yaya E. E. Determination of total phenolic, total flavonoid, ascorbic acid contents and antioxidant activity of pumpkin flesh, peel and seeds // The Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia.- 2023. - Vol. 37(5). - P. 1093-1108. DOI 10.4314/bcse.v37i5.3.

17. Hagos M., Redi-Abshiro M., Chandravanshi B. S., Yaya E. E. Development of analytical methods for determination of β-carotene in pumpkin (Cucurbita maxima) flesh, peel, and seed powder samples // International Journal of Analytical Chemistry. -2022. -Vol. 2022:9363692. DOI 10.1155/2022/9363692.

18. R.N. Sofia, S. Pernilla, N. Susanne, et al., Green color drives rejection of crackers added with algae in children but not in adults // Food Quality and Preference. -2025. -Vol 127(4): 105461 DOI 10.1016/j.foodqual.2025.105461

19. Lorena Gonzгalez-Gromez, Gema Casado-Hidalgo, Damiran Prerez-Quintanilla, Sonia Morante-Zarcero, Isabel Sierra. Evaluating the stability of tropane and opium alkaloids during baking in homemade gluten-free poppy seed crackers // LWT - Food Science and Technology. -2024. -Vol. 214. DOI 10.1016/j.lwt.2024.117080

***Авторлар туралы мәліметтер***

Алибаева Д.Қ. - техника ғылымдарының магистрі, докторант, Мұхтар Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университетіі, Шымкент, Қазақстан, e-mail: dinaalibayeva3@gmail.com;

Иманбаев А.Ж. - техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Мұхтар Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: Algo79@mail.ru;

Hülya Gül - Professor, Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Food Engineering, Isparta, Türkiye, e-mail: hulyagul@sdu.edu.tr;

Есиркеп Г.Е.- техника ғылымдарың кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: milana.anar@mail.ru;

Нармандах Ж. - магистр, ассистент, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: zhupar10_89@mail.ru;

***Information about the authors***

Alibayeva D.K.- Master of Technical Sciences, PhD student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,

e-mail: dinaalibayeva3@gmail.com;

Imanbayev A.Zh.- Candidate of Technical Sciences, Docent, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e -mail: Algo79@mail.ru;

Hülya Gül – Professor, Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Food Engineering, Isparta, Türkiye, e-mail: hulyagul@sdu.edu.tr;

Yesirkep G. Y.-Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: milana.anar@mail.ru;

Narmandakh Zh. - Master's Degree, Assistant, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: zhupar10_89@mail.ru.

МРНТИ 65.63.33 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-793**

# ФУНКЦИОНАЛДЫҚ БАҒЫТТАҒЫ ӨСІМДІК СУСЫНДАРЫНЫҢ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ

**Н.Е. Альжаксина, М.С. Мантай, И.Е. Аубакирова**

*Астана филиалы ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты, Астана, Қазақстан,*

*Корреспондент-автор: alzhaxina@inbox.ru*

Ғылыми зерттеудің мақсаты - функционалды өсімдік негізіндегі сусындардың оңтайлы органолептикалық сипаттамаларын анықтау. Сүт-жаңғақ, сүт-дәнді-дақыл және сүт-дәнді-бұршақ жүйелер негізінде өсімдік сусындарын өндіруге арналған компоненттерді таңдау жаңғақтарда, дәнді-дақылдарда және бұршақ тұқымдастарында ақуыз, липидтер және тағамдық талшықтардың құрамына байланысты жүргізілді. Зерттеу барысында рецептуралар әзірленіп, сыналып, әртүрлі өсімдік сусындарының үлгілері дайындалып, дәмдік бағалаудан өтті. Зерттелген композициялар МемСТ талаптарына толық сәйкес келетін жоғары органолептикалық көрсеткіштерге ие болды. Функционалды сусын үлгілерін органолептикалық әдіспен зерттеді. Сусындардың дәмдік сипаттамаларын бағалау үшін жетілдірілген бес балдық органолептикалық бағалау шкаласы қолданылды. Органолептикалық бағалау келесі көрсеткіштер бойынша жүргізілді: сыртқы түрі, түсі, хош иісі, дәмі және консистенциясы. Жергілікті өсімдік шикізатын, сондай-ақ өсімдік негізіндегі сусындарды өндіруде тұрақтандырғыштар мен табиғи тәттілендіргіштерді, әсіресе гуар камеді, ксантан камеді және ваниль сығындысы қолдану жоғары органолептикалық қасиеттері бар жаңа өсімдік сусындарының ассортиментін жасауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижесінде №1 үлгінің - жаңғақ жемісі, су және гуар камедінің (1:1:1 қатынасында) қоспасы - ең жоғары профилограмма көлеміне ие екені анықталды.

**Түйін сөздер:** органолептикалық көрсеткіштер, өсімдік сусындары, функционалдық бағыт, сүт-жаңғақ жүйесі, сүт-дәнді дақыл жүйесі, сүт-дәнді-бұршақ жүйесі, сыртқы түрі, консистенция.

# ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

**Н.Е. Альжаксина, М.С. Мантай, И.Е. Аубакирова**

*Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан,*
*e-mail: alzhaxina@inbox.ru*

Цель научного исследования - определение оптимальных органолептических характеристик растительных напитков функциональной направленности. Подбор компонентов для получения растительных напитков на основе молочно-ореховых, молочно-злаковых и молочно-зернобобовых систем в рецептурах проводился в зависимости от содержания белка, липидов, пищевых волокон в грецких орехах, злаках и бобах. В ходе исследований разработаны, апробированы рецептуры, изготовлены и продегустированы образцы различных композиций растительных напитков. У исследуемых композиций хорошие органолептические показатели, соответствующие всем предъявляемым требованиям ГОСТ. Изготовленные образцы функциональных напитков исследовали органолептическим методом. Для оценки вкусовых характеристик напитков применяли модернизированную пятибалльную шкалу органолептической оценки. Органолептическую оценку напитков принято проводить по следующим показателям: внешний вид, цвет, аромат, вкус и консистенция. Использование местного растительного сырья, а также стабилизаторов и природных подсластителей, в частности гуаровая камедь, ксантановая камедь и ванильный экстракт для производства растительных напитков на основе плодов ореха, злаковых и зернобобовых культур, дает возможность получения нового ассортимента растительных напитков с высокими органолептическими показателями. В результате проведенных

исследований установлено, что наибольший объем занимает профилограмма образца №1 - смесь плодов ореха, воды и гуаровая камедь (соотношение 1:1:1).

**Ключевые слова:** органолептические показатели, растительные напитки, функциональная направленности, молочно-ореховая, молочно-злаковая и молочно-зернобобовая системы, внешний вид, консистенция.

## ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF FUNCTIONAL HERBAL DRINKS

**N. Alzhaxina✉, M. Mantai, I. Aubakirova**

*Astana branch «Kazakh research institute of processing and food industry» LTD, Astana, Kazakhstan, e-mail: alzhaxina@inbox.ru*

The aim of this scientific research is to determine the optimal organoleptic characteristics of functional plant-based beverages. The selection of components for the production of plant-based beverages based on milk-nut, milk-cereal, and milk-legume systems was carried out depending on the protein, lipid, and dietary fiber content in walnuts, cereals, and legumes. During the study, formulations were developed and tested, and samples of various plant-based beverage compositions were produced and evaluated. The tested compositions demonstrated good organoleptic properties that meet all the requirements of GOST standards. The functional beverage samples were assessed using the organoleptic method. A modified five-point organoleptic evaluation scale was used to assess the taste characteristics of the beverages. Organoleptic evaluation was conducted based on the following criteria: appearance, color, aroma, taste, and consistency. The use of locally sourced plant raw materials, as well as stabilizers and natural sweeteners - such as guar gum, xanthan gum, and vanilla extract - in the production of plant-based beverages based on nuts, cereals, and legumes allows for the development of a new range of plant-based beverages with high organoleptic properties. As a result of the research, it was found that Sample No. 1 - comprising a mixture of walnut, water, and guar gum (in a 1:1:1 ratio) - had the highest profile volume.

**Keywords:** organoleptic parameters, plant-based beverages, functional purpose, milk-nut, milk-cereal, and milk-legume systems, appearance, texture.

**Кіріспе.** Қазіргі өмір салтының қарқыны соңғы онжылдықтарда едәуір жеделдеп, заманауи адамды тұрақты интеллектуалдық және эмоционалдық күйзеліс жағдайына қояды. Бұл жалпы физикалық жағдай мен халықтың әртүрлі әлеуметтік топтарының денсаулығына кері әсер етеді. Толыққанды және теңгерімді тамақтанудың болмауы, жаңа тағам дайындауға уақыттың жетіспеуі, сондай-ақ қажетті микро және макронутриенттердің тапшылығы бүгінде ел тұрғындарының көпшілігіне тән жағдайға айналды [1, 2]. Осындай жағдайда дайын, қолжетімді әрі қоректік өнімдер қажеттілікке айналады. Функционалдық қасиеттері бар сергіткіш сусындар – қазіргі жұмыскер адамның талаптарына толық сәйкес келетін өнім топтарының бірі. Бұл сусындар адам ағзасын қажетті сұйықтықпен қамтамасыз етіп қана қоймай, құрамындағы биологиялық белсенді заттар арқылы кең таралған аурулардың дамуын болдырмауға, сондай-ақ қоршаған ортаның қолайсыз факторларынан қорғауға мүмкіндік береді [3-6].

Қазіргі адамның рационы құрамына қарай әртүрлі әрі күрделі тағам өнімдерінен тұрады. Осыған байланысты азық-түлік индустриясының жаңа бағыты – өсімдік сүтін өндіру дами бастады. Алғашқы өсімдік сусыны ретінде дәстүрлі сиыр сүтіне пайдалы балама ретінде соя сүті жасалды. Соңғы жылдары дәнді, бұршақты дақылдар мен жаңғақтардың функционалдық қасиеттерін зерттеуге және оларды жаңа өсімдік сусындарын жасау үшін қолдануға ерекше назар аударылуда [7].

Соңғы жылдары функционалдық мақсаттағы өсімдік сусындары кеңінен танымал болды. Олар – жаңғақ, бұршақ және дәнді дақылдар мен өсімдік тектес әртүрлі заттардан жасалған түрлі композициялар. Бұл сусындардың ерекше ар-

тықшылығы – олардың құрамында дәрумендер, макро- және микроэлементтер, тағамдық талшықтардың болуы. Мұндай сусындарды өндіруде тек табиғи өсімдік шикізатын, химиялық қоспаларсыз қолдану қажет.

Өсімдік сусындарының органолептикалық бағасы келесі көрсеткіштер бойынша жүргізіледі: сыртқы түрі, хош иісі, түсі, дәмі және консистенциясы [8].

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеудің объектілері ретінде дәнді (арпа), дәнді-бұршақты (маш) және жаңғақ (грек жаңғағы) негізіндегі өсімдік сусындары таңдалды. Әлсіз айқындалған дәмдік және хош иістік қасиеттерге байланысты бұл сусындардың үйлесімділігін арттыру үшін оларды тұрақтандырғыштар мен тәттілендіргіштер қосып араластырды. Зерттелген өсімдік сусындарының органолептикалық бағалау шкаласы МемСТ 35075-2024 «Өсімдік негізіндегі сусындар» талаптарына сәйкес жасалды. Табиғи өсімдік шикізатынан алынған ингредиенттердің оңтайлы қатынасын анықтау кезінде дайын сусындардың органолептикалық көрсеткіштері негізгі критерий ретінде таңдалды. Өсімдік сусындарының органолептикалық бағасы – бұл өнімнің сапасының ең маңызды көрсеткіші, өйткені ол тұтынушылардың сұранысын анықтап, өнімді нарықта ілгерілетуге ықпал етеді. Ингредиенттердің әртүрлі вариацияларымен 9 модельдік сусынның рецептурасы жасалды.

**1 - кесте. Зерттелетін өсімдік сусындарының үлгілерін органолептикалық бағалаудың сипаттамалық шкаласы**

| Балл | Сусынның органолептикалық бағалауының сипаттамасы |
|---|---|
| 5 | Біртекті, мөлдір емес, лайлы сұйықтық. Бөгде қосындыларсыз. Қою консистенцияға жол беріледі. Сақтау кезінде қабаттану мүмкін, бірақ шайқаған кезде құрылымы қалпына келеді. Табиғи тұнба, қалқымалар, түйіршіктер біркелкі таралған, сусынның қабылдануына әсер етпейді. Беткі қабатында жұқа майлы үлдір пайда болуы мүмкін.<br>Түсі – ақ, кілегейлі, сарғыш немесе жасылдау реңкті, не болмаса шикізат түріне байланысты ашық сұр. Масса бойынша біркелкі. Қосылған ингредиенттерге байланысты түстің өзгеруі мүмкін. Сақтау кезінде шамалы түс біркелкісіздігі байқалуы мүмкін.<br>Дәмі мен иісі – айқын, үйлесімді, қолданылған шикізат пен тағамдық ингредиенттерге толық сәйкес келеді. Жеңіл ұнтақтық сезілуі мүмкін, бірақ сусын сапасына әсер етпейді. Бөгде дәм мен иіс жоқ. |
| 4 | Біртекті, лайлы сұйықтық, тығыздығы мен тұтқырлығы аздап өзгеруі мүмкін.<br>Табиғи шыққан ұсақ ұйынды немесе тұнба пайда болуы ықтимал, бірақ олар сыртқы көріністі нашарлатпайды. Майлы үлдір өте әлсіз байқалады.<br>Түсі – табиғи, белгіленген ауқымға сәйкес келеді, бірақ аздап біркелкі емес рең байқалуы мүмкін. Сақтау кезінде түсінің шамалы өзгеруі мүмкін.<br>Дәмі мен иісі – шикізатқа сәйкес, бірақ айқын емес. Жеңіл ұнтақтық сезілуі мүмкін, бірақ жалпы қабылдауға кедергі келтірмейді. Бөгде иіс пен дәм жоқ. |
| 3 | Біртектілігінің аздаған өзгерістері: айқын қабаттану, орташа мөлшерде қалқымалар немесе түйіршіктер.<br>Тұнба айқын байқалады, бірақ шайқаған кезде жартылай таралады. Консистенциясы күтілгеннен сұйықтау.<br>Түсі – рұқсат етілген шектерде, бірақ біркелкі емес. Әсіресе сақтау кезінде әртүрлі түстегі аймақтар пайда болуы мүмкін.<br>Дәмі мен иісі – әлсіз, типтік дәмдік профилінен сәл ауытқуы мүмкін. Жеңіл ұнтақтық анық сезіледі. Бөгде реңктер болуы мүмкін, бірақ сусынның қабылдануына айтарлықтай әсер етпейді. |

| | |
|---|---|
| 2 | Айқын қабаттану, тығыз тұнба, шайқаған кезде таралмайды.<br>Қалқымалар мен түйіршіктердің көп мөлшері сусынның қабылдануын нашарлатады. Майлы үлдір қалың әрі анық байқалады.<br>Түсі – біркелкі емес, айқын түсті аймақтар байқалады. Сыртқы көріністі нашарлататын бөгде реңктер болуы мүмкін.<br>Дәмі мен иісі – әлсіз, күңгірт, бөгде реңктер байқалады. Айқын ұнтақтық немесе кедір-бұдыр сезіледі. Бөгде иіс пен дәм байқалады, бірақ өткір емес. |
| 1 | Біртекті емес, тым сұйық немесе шамадан тыс қою консистенция.<br>Күшті қабаттану, шайқағанда араласпайтын тығыз тұнба. Көптеген бөгде қосындылар, қалың және табиғи емес үлдір байқалады.<br>Түсі – белгіленген ауқымға сәйкес келмейді. Айқын біркелкісіздік, сапаның бұзылғанын көрсететін бөгде реңктер бар.<br>Дәмі мен иісі – шикізатқа сәйкес келмейді, бөгде иіс пен дәм айқын сезіледі. Айқын ұнтақтық, жағымсыз құрылым байқалады. |

**2 - кесте. Өсімдік сусындары үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштері**

| Үлгі № | Сусындардың атауы | Балл |
|---|---|---|
| Сүт-жаңғақ жүйесі | | |
| 1 | Жаңғақ жемістері – су – гуар камеді (1:1:1) | 4,8 |
| 2 | Жаңғақ жемістері – су – каррагинан (2:1:1) | 4,7 |
| 3 | Жаңғақ жемістері – су – лимон қышқылы (3:1:1) | 4,5 |
| Сүт-дәнді-бұршақ жүйесі | | |
| 4 | Маш – су – гуаровая камеді (1:1:1) | 4,4 |
| 5 | Маш – су – каррагинан (2:1:2) | 4,2 |
| 6 | Маш – су – ваниль сығындысы (3:1:3) | 4,0 |
| Сүт-дәнді дақыл жүйесі | | |
| 7 | Арпа – су – ксантан камеді (1:1:3) | 4,1 |
| 8 | Арпа – су – каррагинан (2:1:2) | 4,2 |
| 9 | Арпа – су – лецитин (3:1:2) | 4,0 |

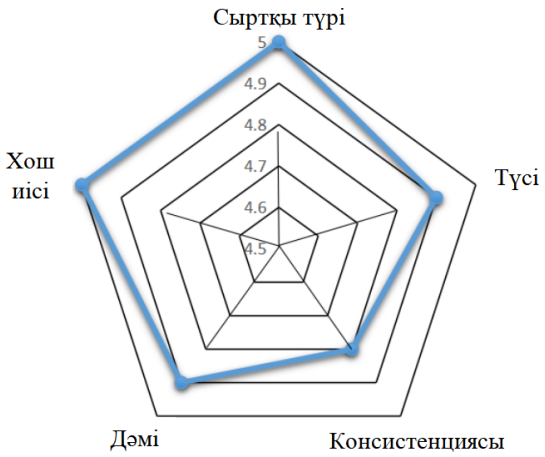
**Нәтижелер және талқылау.** Органолептикалық зерттеулер дегустациялық әдіске сәйкес, АФ ЖШС «ҚҚӨжТӨҒЗИ» зертханасының қызметкерлерінен құралған дегустациялық комиссия тарапынан жүргізілді. Зерттеулер МемСТ 6687.5-86 және МемСТ 8756.11-2015 талаптарына сәйкес жүзеге асырылды.

Алынған өсімдік сусындарының органолептикалық бағалау сипаттамалық шкаласы 1-кестеде берілген.

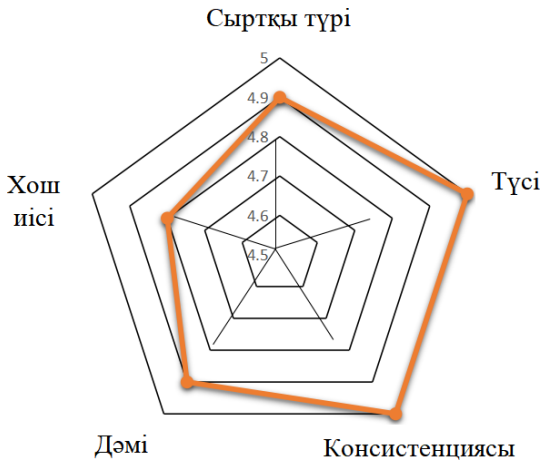
Сусындардың дәмдік қасиеттерін бағалау үшін жетілдірілген бес балдық органолептикалық бағалау шкаласы қолданылды [9]. Сүт-жаңғақ, сүт-дақыл және сүт-дәнді-бұршақ жүйелері негізіндегі өсімдік сусындарының дегустациялық бағалау нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

2 - кестедегі органолептикалық бағалау нәтижелерін салыстыра отырып, барлық үлгілердің сенсорлық сипаттамалар бойынша ұқсас екенін және сапасы жоғары деңгейге жататынын атап

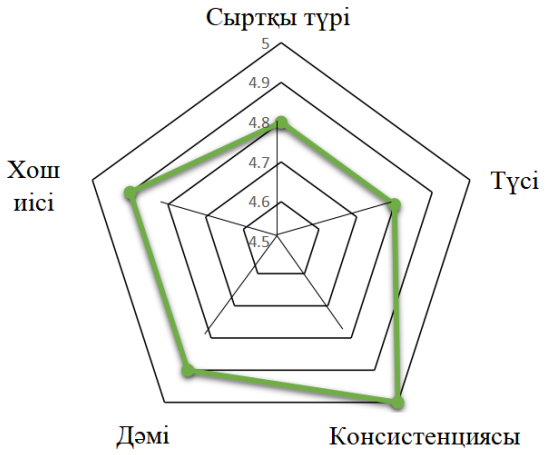
өтуге болады. Барлық тоғыз үлгі біркелкі консистенциямен сипатталады, бірақ кейбір үлгілер белгілі бір уақыт өткеннен кейін екі фазаға бөлініп кетті. Бұл эмульсияның тұрақсыздығын көрсетіп, өндіріс барысында эмульгаторлардың үлесін арттыруды талап етеді. Бұл эмульсияны тұрақтандыруға және дайын өнімнің тұтынушылық қасиеттерін сақтауға ықпал етеді. Жаңғақ жемістері бар сусындар арасында ең жоғары дегустациялық бағаны 1, 2 және 3 үлгілері алды. Олардың ұпайлары сәйкесінше жоғары болды. Гуар камеді және каррагинан тұрақтандырғыштары бар сусындар арасында 1 және 2 үлгілеріне ең жоғары баға - 4,7 балл берілді. Таңдалған үлгілер түс, дәм және хош иіс бойынша үйлесімділікке ие, сондай-ақ ең жақсы органолептикалық қасиеттерімен ерекшеленді. Зерттеулердің келесі кезеңі өсімдік сусындарының оңтайлы рецептурасын әзірлеуге бағытталып, осы үлгілер негізінде жүргізілді. Жергілікті шикізаттан алынған су мен жаңғақ, дәнді және бұршақты дақылдардың оңтайлы қатынасын анықтау кезінде негізгі критерий ретінде дайын өсімдік сусындарының органолептикалық көрсеткіштері таңдалды. Тұрақтандырғыштар мен әртүрлі экстракттардың шамадан тыс мөлшерде енгізілуі, әсіресе сүт-дақыл жүйесінде байқалғандай, сусынның дәмін нашарлатып, органолептикалық бағалауға теріс әсер етеді.




**Үлгі № 1 - Сүт-жаңғақ жүйесі**




**Үлгі № 4 - Сүт-дәнді-бұршақ жүйесі**




**Үлгі № 8 - Сүт-дәнді дақыл жүйесі**

**1 - сурет. Өсімдік негізіндегі сусынның профилограммасы**

Алынған нәтижелердің математикалық өңдеуі профильдік әдіспен – график-профилограмма құру арқылы жүргізілді. Бұл әдіс өнімнің сипаттамалық белгілерін диаграмма осьтерінде көрсетуге негізделген. Әрбір сипаттамалық белгінің қарқындылығы бес балдық шкала бойынша осьтерде белгіленеді, ал осьтердегі нүктелерді қосу арқылы зерттелетін өнімнің дәмдік профилі – профилограмма құрылады. Графикте ең үлкен көлемді қамтитын профилограмма оңтайлы болып есептеледі [10, 11].

Сүт-жаңғақ, сүт-дақыл және сүт-дәнді-бұршақ жүйелері негізіндегі өсімдік сусындарының зерттелген үлгілерін талдау нәтижелері 1-суретте көрсетілген.

1-суретте №1 үлгінің профилограммасының ең үлкен көлемді алатыны анық көрінеді. Осыған байланысты, одан әрі зерттеуге дәл осы нұсқа таңдалды. Бұл үлгінің рецептурасына жаңғақ жемістері, су және гуар камеді 1:1:1 қатынасында кірді.

Өсімдік сусындарына арналған шикізат шығындарының нормалары 3-кестеде көрсетілген.

**3 - кесте. Өсімдік сусындарының шикізат шығындарының нормалары**

| Шикізат атауы, % | Дайын сусынның құрамындағы шикізат (мл) |
|---|---|
| Сүт-жаңғақ жүйесі | |
| Грек жаңғағы 15,7% | 39.25 |
| Су | 209 |
| Гуар камеді 0,15% | 0.38 |
| Ксантан камеді 0,15% | 0.38 |
| Тұз | 0.25 |
| Ваниль сығындысы 0,28% | 0.7 |
| Сүт-дәнді дақыл жүйесі | |
| Арпа 10% | 25 |
| Су | 218 |
| Тұз | 0.25-0.5 |
| Сахароза / глюкоза 1–1.5% | 2.5-3.75 |
| Өсімдік майы 1% | 2.5 |
| Лецитин 0.03–0.05% | 0.075-0.125 |
| Ксантан камеді 0.02% | 0.05 |
| Гуар камеді 0.015% | 0.037 |
| Каррагинан 0.005–0.01% | 0.0125-0.025 |
| Сүт-дәнді-бұршақ жүйесі | |
| Маш 18,2% | 45.5 |
| Су | 202 |
| Тұз | 0.25-0.5 |
| Ваниль сығындысы 0,28% | 0.7 мл |
| Гуар камеді 0,25% | 0.62 |

**Қорытынды.** Өсімдік негізіндегі сусындардың үлгілерін таңдау ғылыми түрде негізделді, олар сүт-жаңғақ, сүт-дәнді-дақыл және сүт-дәнді-бұршақ жүйелеріне негізделген. Дегустациялық бағалау нәтижесінде 1, 2 және 3-нөмірлі үлгілер ерекшеленді. 1 және 2-нөмірлі үлгілер құрамына енгізілген тұрақтандырғыштардың арқасында 4,7 балл алды. Оптималды нұсқа таңдалып, оның құрамына жаңғақ жемістері, су және гуар камеді 1:1:1 арақатынасында енгізілді. Бұл компоненттер түсі, дәмі және хош иісі бойынша жақсы үйлесім тауып, ең жоғары органолептикалық қасиеттерге ие болды. Бұл эмульгаторлар мөлшерінің артуы нәтижесінде эмульсияның тұрақтануын көрсетеді. Таңдалған өсімдік сусындарының үлгілері адам ағзасындағы физиологиялық қызметтерді жақсарту мақсатында жүйелі түрде тұтынуға жарамды. Мұндай өсімдік сусындарының тәуліктік тұтыну мөлшері 250 мл болуы керек, бұл функционалды өнім үшін белгіленген нормаларға сәйкес келеді.

***Қаржыландыру:*** *Бұл зерттеу жұмыстары Қазақстан Республкасы Ауыл шаруашылығы министрлігімен қаржыландырылған (BR22886613).*

## Әдебиеттер

1. Wood Z. Plant-based milk the choice for almost 25% of Britons now // The Guardian. – 2019. URL: https://www.theguardian.com. Date of address: 12.11.2024

2. Посокина Н.Е., Алабина Н.М., Давыдова А.Ю., Петров А.Н. Анализ биохимического состава растительного сырья с целью установления возможности его использования при создании функциональных напитков // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2019. - № 3(56). - С. 52-57.

3. Шабалова Е.Д. Новая смесь для производства напитка на растительной основе // Переработка молока. - 2021. - № 9(263). - С. 42-43.

4. Caponio G.R. Regulation of cholesterol metabolism by bioactive components of soy proteins: Novel translational evidence // International Journal of Molecular Sciences. - 2021. - Vol. 22(1):227. DOI 10.3390/ijms22010227.

5. Hu C. Biochemistry and use of soybean isoflavones in functional food development // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. - 2020. - Vol. 60(12). - P. 2098-2112. DOI 10.1080/10408398.2019.1630598.

6. Makinde M.F., Adebile V.T. Influence of processing treatments on quality of vegetable milk from almond (Terminalia catappa) kernels // Acta Scientific Nutritional Health.-2018. -Vol. 2(6). - P. 37-42.

7. Abdullah N., Wahab N., Saruan N., Matias-Peralta H. M., Xavier N. R., Muhammad N., Bakar M.F.A. Effect of replacing coconut milk with almond milk in spicy coconut gravy on its sensorial, nutritional and physical properties // Materials Today: Proceedings. - 2018.-Vol. 5(10, Part 2). -P.21919-21925. DOI 10.1016/j.matpr.2018.07.051

8. Atalar I. Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk // LWT. - 2019. -Vol. 107. - P. 256-263. DOI 10.1016/j.lwt.2019.03.013

9. Bolarinwa I.F., Aruna T.E., Adejuyitan J.A., Akintayo O.A., Lawal O.K. Development and quality evaluation of soy-walnut milk drinks // International Food Research Journal. - 2018. - 25(5). - P.2033-2041. DOI 10.5555/20193133706

10. Hatzakis E. Nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy in food science: A comprehensive review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. - 2019. –Vol. 18(1). - P.189-220. DOI 10.1111/1541-4337.12408

11. Wan Mohamad W.A.F., McNaughton D., Augustin M.A., Buckow R. Characterisation of β-carotene

partitioning in protein emulsions: Effects of pretreatments, solid fat content and emulsifier type//Food Chemistry.-2018.-Vol.257.-P.361-367. DOI 10.1016/j.foodchem.2018.03.027

**References**

1. Wood Z. Plant-based milk the choice for almost 25% of Britons now // The Guardian. – 2019. URL: https://www.theguardian.com. Date of address: 12.11.2024

2. Posokina N.E., Alabina N.M., Davydova A.Ju., Petrov A.N. Analiz biohimicheskogo sostava rastitel' nogo syr' ja s cel' ju ustanovlenija vozmozhnosti ego ispol' zovanija pri sozdanii funkcional' nyh napitkov // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov. - 2019. - № 3(56). - S. 52-57. [in Rusan]

3. Shabalova E.D. Novaja smes' dlja proizvodstva napitka na rastitel' noj osnove // Pererabotka moloka. - 2021. - № 9(263). - S. 42-43. [in Rusan]

4. Caponio G.R. Regulation of cholesterol metabolism by bioactive components of soy proteins: Novel translational evidence // International Journal of Molecular Sciences. - 2021. - Vol. 22(1):227. DOI 10.3390/ijms22010227.

5. Hu C. Biochemistry and use of soybean isoflavones in functional food development // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. - 2020. - Vol. 60(12). - P. 2098-2112. DOI 10.1080/10408398.2019.1630598.

6. Makinde M.F., Adebile V.T. Influence of processing treatments on quality of vegetable milk from almond (Terminalia catappa) kernels // Acta Scientific Nutritional Health.-2018. -Vol. 2(6). - P. 37-42.

7. Abdullah N., Wahab N., Saruan N., Matias-Peralta H. M., Xavier N. R., Muhammad N., Bakar M.F.A. Effect of replacing coconut milk with almond milk in spicy coconut gravy on its sensorial, nutritional and physical properties // Materials Today: Proceedings. - 2018.-Vol. 5(10, Part 2). -P.21919-21925. DOI 10.1016/j.matpr.2018.07.051

8. Atalar I. Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk // LWT. - 2019. -Vol. 107. - P. 256-263. DOI 10.1016/j.lwt.2019.03.013

9. Bolarinwa I.F., Aruna T.E., Adejuyitan J.A., Akintayo O.A., Lawal O.K. Development and quality evaluation of soy-walnut milk drinks // International Food Research Journal. - 2018. - 25(5). - P.2033-2041. DOI 10.5555/20193133706

10. Hatzakis E. Nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy in food science: A comprehensive review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. - 2019. –Vol. 18(1). - P.189-220. DOI 10.1111/1541-4337.12408

11. Wan Mohamad W.A.F., McNaughton D., Augustin M.A., Buckow R. Characterisation of β-carotene partitioning in protein emulsions: Effects of pretreatments, solid fat content and emulsifier type//Food Chemistry.-2018.-Vol.257.-P.361-367. DOI 10.1016/j.foodchem.2018.03.027

***Авторлар туралы мәліметтер***

Альжаксина Н.Е. - PhD, директорының қ.а., Астана филиалы ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты», Астана, Қазақстан, e-mail: alzhaxina@inbox.ru;

Мантай М.С. - бакалавр, кіші ғылыми қызметкер, Астана филиалы ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты», Астана, Қазақстан, e-mail: mako.mantay@mail.ru;

Аубакирова И.Е. - магистрант, кіші ғылыми қызметкер, Астана филиалы ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты», Астана, Қазақстан, e-mail: aubakirova.inkar@bk.ru

***Information about authors***

Nazym Alzhaxina - PhD, Director of the Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry», Astana, Kazakhstan, e-mail: alzhaxina@inbox.ru;

Mantay Magzhan - bachelor, Junior researcher, Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry», Astana, Kazakhstan, e-mail: mako.mantay@mail.ru;

Inkar Aubakirova - Master' s student, Junior researcher, Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry», Astana, Kazakhstan, e-mail: aubakirova.inkar@bk.ru

МРНТИ 65.63.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-761**

# ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОРОЖЕНОГО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

**[1]Д.С. Свидерская✉, [2]Е.Ф. Краснопёрова, [1]Н.Е. Камзина, [3]А.М. Шуленова**

*[1]Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан,*
*[2]Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Казахстан,*
*[3]Казахский агротехнический исследовательский университет им. Сакена Сейфуллина, Астана, Казахстан*
*✉Корреспондент-автор: sofilsev@rambler.ru*

Статья посвящена перспективам использования дикорастущих плодов и ягод, таких как ирга, черемуха и рябина красная, в производстве продуктов переработки молока. Выбранное растительное сырье характеризуется: высоким содержанием пектиновых веществ, обладающих радиопротекторными свойствами, благодаря которым готовые изделия могут быть рекомендованы для экологически неблагоприятных регионов с загрязненными воздухом, водой и почвой вредными и опасными веществами; антибактериальными свойствами, препятствующими развитию инфекционных заболеваний, подавляя развитие вредных микроорганизмов; большим количеством витаминов, оказывающим общеукрепляющих эффект на организм человека.

Представлены результаты исследований влияния разработанной добавки растительного происхождения на такие важные качественные показатели молочного продукта – мороженого, как органолептические (запах и вкус, структура и консистенция, цвет), физико-химические (содержание молочного жира, сахарозы, сухих веществ и кислотность) и микробиологические (бактерии группы кишечных палочек, St. Aureus, патогенные микроорганизмы). Опираясь на представленные данные, определено оптимальное количество вносимой добавки из ягод ирги и плодов черемухи и рябины красной. Эти же показатели были определены в готовом молочном продукте, результаты которых свидетельствуют о соответствии мороженого требованиям, изложенным в действующей нормативно-технической документации.

Акцентировано внимание на необходимости создания продуктов, обогащенных натуральными природными компонентами, которые способны заменить искусственные добавки и часть дорогостоящего молочного сырья, не снижая качественных характеристик готовой продукции. Показано, что молочное сырье наилучшим образом сочетается с сырьем растительного происхождения, что дает возможность производства целой продуктовой линейки.

**Ключевые слова**: мороженое, растительная добавка, черемуха, ирга, рябина красная.

# ЖЕМІС-ЖИДЕК ТОЛТЫРҒЫШЫН ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ БАЛМҰЗДАҚТЫҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**[1]Д.С. Свидерская✉, [2]Е.Ф. Краснопёрова, [1]Н.Е. Қамзина, [3]А.М. Шуленова**

*[1]Торайғыров университеті, Павлодар, Қазақстан,*
*[2]Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар, Қазақстан,*
*[3]Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,*
*e-mail: sofilsev@rambler.ru*

Мақала сүт өңдеу өнімдерін өндіруде сервистік жидек, шие және қызыл шетен сияқты жабайы жемістер мен жидектерді пайдалану перспективаларына арналған. Таңдалған өсімдік шикізаты мыналармен сипатталады: радиопротекторлық қасиеттері бар пектиндік заттардың жоғары мөлшері, соның арқасында дайын өнімдерді ауамен, сумен және топырақпен ластанған зиянды және қауіпті заттары бар. Экологиялық қолайсыз аймақтарға ұсынуға болады; зиянды микроорганизмдердің дамуын тежейтін жұқпалы аурулардың дамуына кедергі келтіретін. Бактерияға қарсы қасиеттері; адам ағзасына жалпы күшейтетін әсері бар көптеген дәрумендер.

Әзірленген өсімдік тектес қоспаның сүт өнімі – балмұздақтың органолептикалық (иісі мен дәмі, құрылымы мен консистенциясы, түсі), физика-химиялық (сүт майы, сахароза, қатты заттар мен қышқылдық құрамы) және микробиологиялық (ішек таяқшалары тобының бактериялары, St. Aureus, патогендік микроорганизмдер). Ұсынылған мәліметтерге сүйене отырып, ирги жидектері мен құс шие мен қызыл тау күлінің жемістерінен алынған қоспаның оңтайлы мөлшері анықталды. Дәл осы көрсеткіштер дайын сүт өнімінде анықталды, олардың нәтижелері балмұздақтың қолданыстағы нормативтік-техникалық құжаттамада көрсетілген талаптарға сәйкестігін көрсетеді.

Дайын өнімнің сапалық сипаттамаларын төмендетпей, жасанды қоспалар мен қымбат сүт шикізатының бір бөлігін алмастыра алатын табиғи компоненттермен байытылған өнімдерді жасау қажеттілігіне баса назар аударылады. Сүт шикізаты өсімдік тектес шикізатпен жақсы үйлесетіні көрсетілген, бұл бүкіл өнім желісін өндіруге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** балмұздақ, өсімдік қоспасы, құс шие, ирга, қызыл шетен.

## RESEARCH OF QUALITATIVE INDICATORS OF ICE CREAM USING FRUIT AND BERRY FILLING

**[1]D.Sviderskaya✉, [2]E.Krasnopyorova [1]N.Kamzina, [3]A.Shulenova**

*[1]Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan,*
*[2]Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Kazakhstan,*
*[3]Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: sofilsev@rambler.ru*

The article is devoted to the prospects for the use of wild fruits and berries, such as irga, bird cherry and red mountain ash, in the production of milk processing products. Selected plant raw materials are characterized by: a high content of pectin substances with radioprotective properties, due to which finished products can be recommended for environmentally unfavorable regions with harmful and hazardous substances contaminated with air, water and soil; antibacterial properties that prevent the development of infectious diseases, inhibiting the development of harmful microorganisms; a large amount of vitamins, which has a general strengthening effect on the human body.

The results of studies of the effect of the developed additive of plant origin on such important qualitative indicators of the dairy product - ice cream, as organoleptic (smell and taste, structure and consistency, color), physicochemical (content of milk fat, sucrose, solids and acidity) and microbiological (bacteria of the Escherichia coli group, St. Aureus, pathogens) are presented. Based on the presented data, the optimal amount of added additive from irga berries and fruits of bird cherry and red mountain ash was determined. The same indicators were determined in the finished dairy product, the results of which indicate that the ice cream meets the requirements set forth in the current regulatory and technical documentation.

Attention is focused on the need to create products enriched with natural components that can replace artificial additives and part of expensive dairy raw materials without reducing the quality characteristics of the finished product. It has been shown that milk raw materials are best combined with raw materials of plant origin, which makes it possible to produce a whole product line.

**Keywords:** ice cream, vegetable additive, bird cherry, irga, mountain ash red

**Введение.** Несколько десятилетий отечественные и зарубежные ученые бьют тревогу о состоянии окружающей среды, которая имеет тенденцию постоянного ухудшения [1]. Проявляется это в загрязнении воздуха от постоянных выбросов производственных гигантов не смотря на использование очистных сооружений; в загрязнении водных ресурсов из-за сброса сточных вод; в загрязнении почвы при добыче природных ископаемых [2].

Также существенное влияние на окружающую среду имеют различные виды транспорта, коли-

чество которого постоянно возрастает [3]. Не проходят бесследно аварийные ситуации, не редко возникающие на предприятиях. Кроме того, отрицательное влияние оказывают природные катастрофы, например масштабное наводнение [4].

Все это в совокупности оказывает негативное влияние на состояние здоровья человека. Большое количество вредных веществ поступает в наш организм через органы дыхания и с продуктами животного и растительного происхождения, сырье для которых выращивается в таких же условиях.

Конечно, природа имеет способность к самоочищению, но живому организму нужен воздух, вода и продукты питания здесь и сейчас. И вероятно, найдутся и те, кто скажет, что современные технологии позволяют сократить и контролировать объем выбросов в атмосферу. Но этого недостаточно и убедиться в этом можно в зимний период, когда наблюдаем за снегом, который имеет не характерный серый или розоватый оттенок. Так же нам могут объяснять, что вода, необходимая для питьевых нужд проходит множество ступеней очистки. А в результате мы получаем, как говориться «мертвую» воду, лишенную всего природного и полезного для человека. Что касается сырья, применяемого при производстве продуктов различных пищевых отраслей, то оно конечно должно подвергаться жесткому контролю на соответствие установленным предельным концентрациям вредных веществ. Такому же контролю подвергаются и готовые продукты питания. Однако требования контролируют каждое сырье или каждый продукт в отдельности. При этом мало кто задумывается о том, какое количество вредных веществ поступает в организм в совокупности потребления различных продуктов в течении суток.

Принимая во внимание существующую ситуацию, целью работы являлось создание таких продуктов питания, которые способны оказать поддерживающий, укрепляющий и оздоравливающий эффект организму человека на разных этапах развития, начиная с раннего детского возраста. Ко всему этому, важно отказаться от компонентов искусственного происхождения, вносимых для стабилизации консистенции устойчивости окраски, увеличения срока хранения, а также способные придать нужный цвет, вкус и аромат [5].

Выбор следует делать в пользу ингредиентов растительного происхождения, которые могут полноценно выполнить задачу по формированию органолептически привлекательных пищевых продуктов. И, что самое главное, обогатить их полезными природными веществами, придающими готовому продукту действия направленного характера.

В процессе проведения исследований наше внимание привлекли плоды и ягоды дикорастущие такие как ирга колосистая, черемуха обыкновенная и рябина обыкновенная (красная), которым еще недостаточно уделяется внимания и которые крайне редко используются отечественными производителями. Результаты работ многих ученых дают возможность в полной мере изучить состав таких дикоросов и оценить их свойства, оказывающие положительный эффект на организм человека [6-11].

Ранее нами были представлены результаты изучения совместного применения отмеченных плодов и ягод в сочетании наиболее приемлемом для молочных продуктов. Из всех свойств ирги, черемухи и рябины особое внимание следует уделить содержанию пектиновых веществ, антоцианов и антибактериальным свойствам. Пектиновые вещества можно назвать природным сорбентом, который обладает способностью образовывать в организме человека стойкие комплексы с тяжелыми металлами (кадмий, свинец. ртуть, мышьяк, цинк, медь) и радионуклидами. Такие комплексы не допускают всасывания в кровь вредных веществ и выводят их из организма. Антоцианы проявляют терапевтический эффект при онкологических и сердечно-сосудистых заболеваниях. Антибактериальные свойства проявляются за счет содержания сорбиновой кислоты, которая помогают справиться с инфекционными заболеваниями, обладает ингибирующими и антиокислительными свойствами, замедляя процесс распада белка и окисления липидов.

Благодаря этому возможно сокращения искусственных консервантов, широко используемых в пищевой промышленности.

Новизна данного исследования заключается в том, что впервые подобрано гармоничное сочетание дикорастущих плодов и ягод, в качестве добавки растительного происхождения, благоприятно влияющего на качественные показатели такого молочного продукта как мороженое, придавая ему комплекс свойств направленного действия.

**Материалы и методы.** Объектом исследований, по созданию молочного продукта, отвечающего современным требованиям, является мороженое. Это одно из популярнейших лакомств среди детей и взрослых. Продукт, который хорошо «принимает» различные наполнители, позволяя разработать широчайший ассортимент, способный удовлетворить предпочтения самого привередливого потребителя.

Исследования по определению процентного содержания вносимой добавки и ее влияния на качественные характеристики молочного продукта, проводились на кафедре «Инженерия и промышленные технологии» Инновационного Евразийского университета города Павлодар.

В качестве добавки растительного происхождения было решено использовать ранее упомянутые дикорастущие плоды и ягоды в высушенном и измельченном до состояния муки виде, оптимальное соотношение которых составляет 1:2:1 соответственно ирги колосистой, черемухи обыкновенной и рябины обыкновенной (красной).

При этом, исследовались органолептические и физико-химические показатели, характеризующие качество готового продукта, в образцах с различным содержанием растительной добавки в сравнении с контрольным образцом, изготовленным по традиционной технологии без наполнителей. При этом использовались стандартизированные методики исследований, изложенные в следующей нормативной документации: Определение органолептических показателей проводили в соответствии с СТ РК 1732-2007 - Молоко и молочные продукты. Органолептический метод определения показателей качества [12]; ГОСТ 3626 -73 - Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества [13]; СТ РК ИСО 8262-2-2009 Продукты молочные и пищевые продукты на основе молока. Определение содержания жира гравиметрическим методом Вейбулла-Бернтропа (контрольный метод). Часть 2. Мороженое и смеси для мороженого [14]; ГОСТ 31085- 2002 - Молоко и молочные продукты. Метод определения сахарозы и глюкозы [15]; ГОСТ ISO 8069-2013 - Молоко сухое. Определение содержания молочной кислоты и лактатов [16]; ГОСТ 9225-84 - Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа [17].

**Результаты и обсуждение.** Для этого первоначально исследовано влияние различного количества добавки на органолептические показатели мороженого. В подготовленные образцы вносили 5, 10, 15, 20, 25, 30 % добавки (таблица 1).

Установлено, что по таким характеристикам как: запах и вкус, структура и консистенция, цвет, исследуемый продукт соответствует требованиям, изложенным в СТ РК 1733-2015 - Молоко и молочные продукты. Общие технические условия [18].

По результатам исследования органолептических показателей продукции, представленных в таблице 1, определен лучший образец продукта с внесением добавки 20 %. Увеличение содержания порошка из сушеных плодов и ягод приводит к появлению привкуса остроты, которую дает рябина; становится явно заметны частицы добавки; цвет становится неприятным из-за сизого оттенка от ягод ирги.

Далее исследовалось изменение ряда физико-химических показателей, в зависимости от количества вносимой растительной добавки (содержания сухих веществ, молочного жира, сахарозы и кислотность).

Содержание сухих веществ (рисунок 1) определяли до созревания смеси продукта и после.

**Таблица 1 - Результаты исследования органолептических показателей продукции**

| Добавка, % | Показатель, балл | | |
|---|---|---|---|
| | Запах и вкус, | Структура и консистенция | Цвет |
| 5 | чистый | однородная | молочный |
| 10 | чистый | однородная | молочный |
| 15 | молочный, с едва заметным миндально-ореховым ароматом | однородная | молочно- кремовый |
| 20 | молочный, с легким миндально-фруктовым ароматом и привкусом | с едва заметными частицами добавки | кремово коричневый |
| 25 | молочный, с выраженным миндально-фруктовым ароматом и несвойственным привкусом остроты | с наличием частиц добавки | кремово коричневый с сизым оттенком |
| 30 | молочный, с ярким миндально-фруктовым ароматом и несвойственным горьковатым привкусом | с явными частиц добавки | коричневый с буро-сизым оттенком |

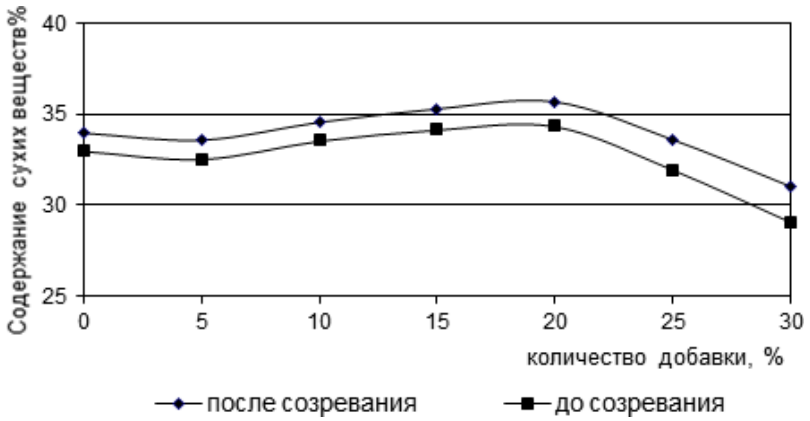
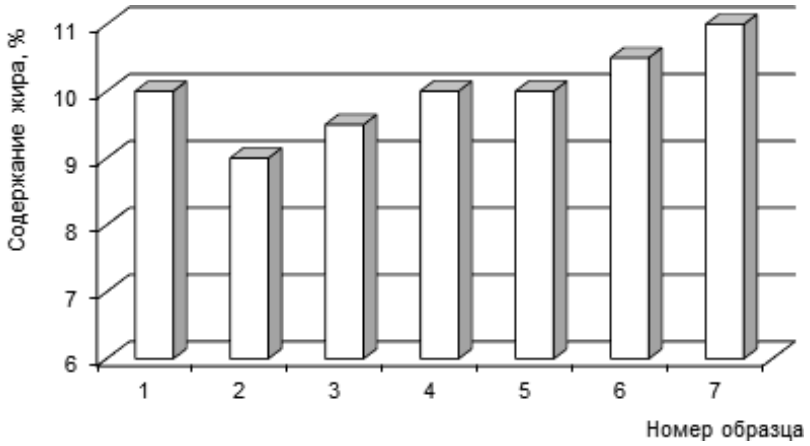



**Рис. 1 - Изменения содержания сухих веществ от количества добавки**

Данные, представленные на рисунке 1 свидетельствуют об увеличении содержания сухих веществ при процентном увеличении растительной добавки до 20 %, что объясняется высоким содержанием сухих веществ в самой добавке, и приводит к повышению общей массовой доли сухих веществ. Так же их увеличение связано с тем, что при созревании повышается вязкость из-за гидратации белка и стабилизатора. Данный показатель подтверждает наличие пектина в используемых плодах и ягодах, который обладает вяжущими свойствами и способен сократить количество применяемого стабилизатора.

Но при внесении добавки в количестве 25 и 30 % наблюдается уменьшение данного показателя, что объясняется существенным понижением сахарозы в опытных образцах. Уменьшение количества сахарозы связано с заменой части молочной смеси мороженого на растительную добавку.

Далее определяли содержание молочного жира, важность которого связана с его влиянием на вкусовые характеристики готового продукта и состояние консистенции, а также на пищевую ценность и усвояемость (рисунок 2).



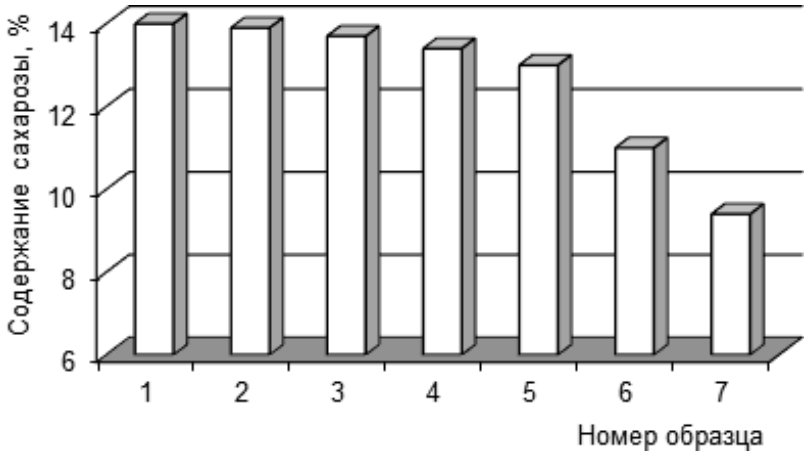

1 - без добавки; 2 - 5 %; 3 - 10 %; 4 - 15 %; 5 - 20 %; 6 - 25 %; 7 - 30 %

**Рис. 2 - Изменение содержания молочного жира от количества добавки**

На рисунке 2 представлены результаты исследований свидетельствующие, что массовая доля жира в опытных образцах составила: при 5 %-ом внесении растительной добавки - 9 %; при 10 %-ом – 9,5 %; при 15 %-ом – 10,0 %; при 20 %-ом – 10,0 %; при 25 %-ом – 10,5 % и при 30 %-ом – 11,0 %.

Сохранение в молочном продукте, содержащем растительную добавку, нежного молочного привкуса, необходимо было при увеличении количества добавки, увеличивать количество жиросодержащего молочного сырья в опытных образцах смеси мороженого.

Определение содержания сахарозы (рисунок 3), необходимо в связи с тем, что она действует как подслащивающее вещество, снижает точку замерзания и влияет на консистенцию готового продукта.




**1 - без добавки; 2 - 5 %; 3 -10 %; 4 - 15 %; 5 - 20 %; 6 - 25 %; 7 - 30 %**

**Рис. 3 - Изменение содержания сахарозы от количества добавки**

Результаты рисунка 3 указывают на снижение сахарозы при увеличении количества вносимой добавки. Особенно резкое понижение наблюдается с 5-го образца, но как показывают органолептические показатели, снижения сладости во вкусе не выявлено. Это объясняется наличием в ягодах ирги сахарозы и глюкозы. Кроме того, этот факт можно рассматривать как положительный момент, благодаря которому возможно уменьшение производственного расхода сахара.

Следующим показателем, подвергнутым исследованию, является кислотность (рисунок 4).

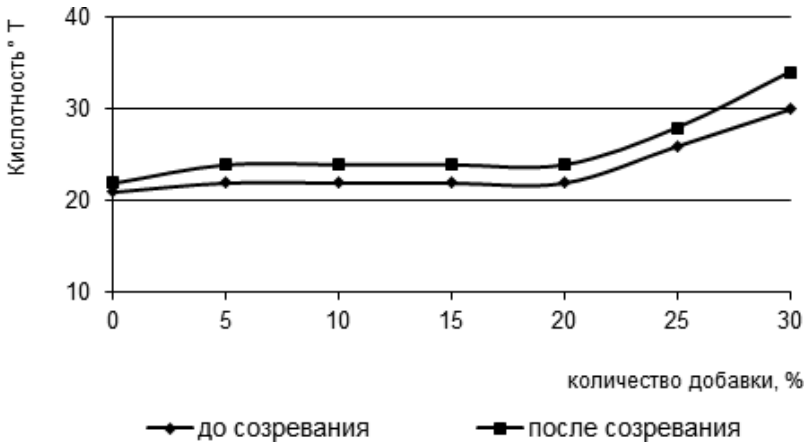



**Рис. 4 - Изменения кислотности от количества добавки**

**Таблица 2 - Расчет рецептуры нового продукта**

| Ингредиенты | Мороженое | | |
|---|---|---|---|
| | молочное | сливочное | пломбир |
| Молоко коровье цельное(жир 3,2 %; СОМО 8,1 %) | 600 | 500 | 200 |
| Сливки из коровьего молока(жир 40 %; СОМО 4,8 %) | 39,5 | 160 | 359 |
| Молоко коровье сухое обезжиренное(СОМО 93 %) | 8,1 | 10,6 | 26,4 |
| Сахар песок | 130 | 120 | 120 |
| Порошок из сухих плодов и ягод | 200 | 200 | 200 |
| Стабилизатор | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Вода питьевая | 19,9 | 6,9 | 92,1 |
| Итого | 1000 | 1000 | 1000 |

По результатам исследования кислотности, представленным на рисунке 4, выявлено ее увеличение начиная с образца с количеством добавки 25 %. Происходит это из-за наличия в плодах и ягодах органических кислот.

Также наблюдается увеличение кислотности после созревания смеси продукта. Так при внесении добавки от 5 до 25 % показатель возрос на 2 °Т, хотя негативного влияния на вкусовые свойства не наблюдалось. Но при использовании

добавки в количестве 30 % кислотность возросла на 4 °Т и это отразилось на вкусовом восприятии в сторону ухудшения.

В результате исследованных органолептических и основных, для мороженого, физико-химических показателей лучшим вариантом выбран опытный образец продукта с внесением добавки в количестве 20 % и рассчитана рецептура нового продукта (таблица 2).

Производство опытной партии нового продукта осуществлено в соответствии с традиционной технологией при использовании оборудования, которым оснащены современные предприятия молочной промышленности.

На заключительном этапе данной работы проведено определение органолептических показателей готового продукта – мороженого (таблица 3).

**Таблица 3 - Органолептические показатели готового продукта**

| Показатель | Характеристика |
|---|---|
| Структура и консистенция | Однородная, в меру плотная, с едва заметными частицами добавки, ощутимые комочки жира и стабилизатора отсутствуют, |
| Запах и вкус | Чистый молочный с легким миндально-фруктовым ароматом и привкусом. |
| Цвет | Кремово-коричневый, однородный |

По данным таблицы 3 можно судить о положительном влиянии вносимой добавки из порошка сушеных плодов и ягод на качество мороженого.

Определение физико-химических показателей изложено в таблице 4.

**Таблица 4 - Физико-химические показатели готового продукта**

| Показатель | Мороженое | | |
|---|---|---|---|
| | молочное | сливочное | пломбир |
| Содержание жира, % | 3,5 | 8,5 | 12 |
| Содержание сухих веществ, % | 30 | 36 | 39 |
| Содержание сахарозы, % | 14 | 13 | 13 |
| Кислотность, °Т | 23 | 23 | 23 |

Результаты представленные в таблице 4 характеризуют соответствие всех видов мороженого (молочного, сливочного и пломбира) ГОСТ 31457-2012 – Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия [19].

Так же проведены определения микробиологических показателей (таблица 5).

**Таблица 5 - Микробиологические показатели готового продукта**

| Показатель | Характеристика |
|---|---|
| Бактерии группы кишечных палочек (колиформные) в 1,0 см3 изделия | отсутствуют |
| St. aureus в 1,0 см3 изделия | отсутствуют |
| Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы в 50 см3 изделия | отсутствуют |

Таблица 5 свидетельствует об отсутствии патогенных микроорганизмов, бактерий группы кишечных палочек, St. Aureus в готовом мороженом, что удовлетворяет предъявляемым требованиям.

**Выводы.** Все исследуемые показатели, формирующие качество продукта, соответствуют установленным требованиям, изложенным в действующей нормативно-технической документации. Анализируя качественные показатели нового продукта можно сделать вывод: во-первых, растительная добавка из порошка сушеных ягод ирги и плодов черемухи и рябины красной в количестве 20 % оказывает положительное влияние на состав и свойства мороженого; во-вторых, добавка улучшает органолептические показатели, сделав их наиболее привлекательными для потребителя; в-третьих, добавка также повышает содержание сухих веществ на 1-2 %, в зависимости от вида мороженого, которые позволяют улучшить стабилизацию структуры и ее сохранение; в-четвертых, наблюдается увеличение кислотности на 2 %, что подчеркивает оригинальный легкий миндально-фруктовый аромат и привкус.

Таким образом, полученные результаты исследований, открывают перспективы широкого применения местных дикорастущих плодов и ягод в производстве молочных продуктов. Причем экспериментируя с соотношением дикоросов и создавая различные комбинации растительной добавки возможно получать продукты молочной промышленности с оригинальными вкусовыми свойствами и обогащенными натуральными компонентами, оказывающими благотворное действие на функции организма человека от раннего детского до преклонного возраста.

В итоге, важно акцентировать внимание на необходимости создания продуктов, обогащенных натуральными природными компонентами, которые способны заменить искусственные добавки, зачастую оказывающие отрицательное влияние на здоровье человека, и часть дорогостоящего молочного сырья, не снижая качественных показателей готового изделия. Кроме того, следует отметить, что именно молочное сырье наилучшим образом сочетается с сырьем растительного происхождения, что дает возможность производства продуктовой линейки включая цельномолочную, кисломолочную продукцию, йогурты, коктейли, творожные изделия функционального назначения. Также, верно подобранные добавки растительного происхождения позволят выпускать продукты питания для экологически неблагоприятных регионов.

## Литература

1. Асанова Г., Адильбектеги Г., Сайн Э. Проблемы экологии в Казахстане в первые годы независимости // Электронный научный журнал «edu.e-history.Kz». -2023. -Т.-10. - № 4. - С. 675- 691. DOI 10.51943/2710-3994_2023_36_4_675-691

2. Дерябин В. А. Экология: учебное пособие / В.А. Дерябин, Е.П. Фарафонтова; [нау. ред. Н Т. Шардаков]. - Екатеринбург : Изд-тво Урал. Ун-та.- 2016. -136 с. ISBN 978-5-7996-1613-7.

3. Sadyrova G.A., Amankul Zh.B., Bayzhigitov D.K., Jamilova S.M. Impact of road transport on the level of air pollution in the city of Almaty // Eurasian Journal of Ecology. - 2022. - Vol. 70(1). -P. 37-44. DOI 10.26577/EJE.2022.v70.i1.04

4. Медеу Н.Н., Елтай А.Ғ. Исследование наводнений и затоплений на реке Есиль у города петропавловск //Гидрометеорология и экология. -2024. - №2. - С. 16-24. DOI 10.54668/2789-6323-2024-113-2-16-24

5. Свидерская Д.С., Шуленова А.М., Красноперова Е.Ф. Разработка нового колбасного изделия с применением натуральных добавок растительного происхождения // Вестник университета Шакарима. Технические науки. -2024. - №1(13). – С. 142-150. DOI 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-18

6. Naguman P.N., Zhorabek A.A., Amanzholova A.S., Kulakov I.V., Rakhimbaeva A.N. Phytoncides in the composition of common bird cherry // News of thenational academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology. -2021. - Vol. 3(447). -P. 70-75. DOI 10.32014/2021.2518-1491.53

7. Uusitato M. European bird cherry (Prunus padus L.) – biodiverse wild plant for horticulture. -MMT Agrifood Research Reports, 61. -Finland, 2004. -81 p. ISBN 951-729-920-6

8. Turumtay H., Midilli A., Turumtay E.A., Demir A., Selvi E.K., Budak E.E., Er H., Kocaimamoglu F., Baykal H., Belduz A.O., Atamov V., Sandallı C. Gram (-) microorganisms DNA polymerase inhibition, antibacterial and chemical properties of fruit and leaf extracts of Sorbus acuparia and Sorbus caucasica var. yaltirikii // Biomed. Chromatogr. -2016. -Vol. 31(6). DOI 10.1002/bmc.3901

9. Zhao L., Huang F., Hui A.L., Shen G.X. Bioactive components and health benefits of Saskatoon berry // Journal of Diabetes Research. -2020. -Vol. 15.- P.1-8. DOI 10.1155/2020/3901636

10. Kopcekova J., Mrázová J. Phytonutrients of bilberry fruit and saskatoon berryin the prevention and treatment of dyslipidemia // Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. -2022. -Vol.73(3). -P. 265-274. DOI 10.32394/rpzh.2022.0216

11. Тесленко Н.Ф., Красина И.Б., Богданов О.А., Фадеева А.А. Ягоды ирги как сырье для производства мармелада // Фундаментальные исследования.- 2015.-№ 8(2). - С. 333-337.

12. СТ РК 1732-2007. Молоко и молочные продукты. Органолептический метод определения показателей качества. - Введ. 2008-01-01. - Астана: Госстандарт РК, 2007. – 109 с.

13. ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества. –Стандартинформ, 2009. - 12 с.

14. СТ РК ИСО 8262-2-2009. Продукты молочные и пищевые продукты на основе молока. Определение содержания жира гравиметрическим методом Вейбулла-Бернтропа (контрольный метод). Часть 2. Мороженое и смеси для мороженого. - Астана: Госстандарт РК, 2009. – 15 с.

15. ГОСТ 31085-2002. Молоко и молочные продукты. Метод определения сахарозы и глюкозы. - Минск, 2003. – 8 с.

16. ГОСТ ISO 8069-2013. Молоко сухое. Определение содержания молочной кислоты и лактатов. –Минск: Госстандарт, 2013. – 11 с.

17. ГОСТ 9225-84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа. –Москва: Стандартинформ, 2009.

18. СТ РК 1733-2015. Молоко и молочные продукты. Общие технические условия. – Введ. 2016-01-01. – Астана, 2015. – 20 с.

19. ГОСТ 31457-2012. Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия.– Москва: Стандартинформ, 2014. - 23 с.

## References

1. Asanova G., Adil’ bektegi G., Sajn Je. Problemy jekologii v Kazahstane v pervye gody nezavisimosti // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «edu.e-history.Kz». -2023. -T.-10. - № 4. - S. 675- 691. DOI 10.51943/2710-3994_2023_36_4_675-691.[in Russian]

2. Derjabin V. A. Jekologija: uchebnoe posobie / V.A. Derjabin, E.P. Farafontova; [nau. red. N T. Shardakov]. - Ekaterinburg : Izd-tvo Ural. Un-ta.- 2016. -136 s. ISBN 978-5-7996-1613-7. [in Russian]

3. Sadyrova G.A., Amankul Zh.B., Bayzhigitov D.K., Jamilova S.M. Impact of road transport on the level

of air pollution in the city of Almaty // Eurasian Journal of Ecology. - 2022. - Vol. 70(1). -P. 37-44. DOI 10.26577/EJE.2022.v70.i1.04

4. Medeu N.N., Eltaj A.F. Issledovanie navodnenij i zatoplenij na reke Esil' u goroda petropavlovsk //Gidrometeorologija i jekologija. -2024. - №2. - S. 16-24. DOI 10.54668/2789-6323-2024-113-2-16-24. [in Russian]

5. Sviderskaja D.S., Shulenova A.M., Krasnoperova E.F. Razrabotka novogo kolbasnogo izdelija s primeneniem natural' nyh dobavok rastitel' nogo proishozhdenija // Vestnik universiteta Shakarima. Tehnicheskie nauki. -2024. - №1(13). -S. 142-150. DOI 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-18. [in Russian]

6. Naguman P.N., Zhorabek A.A., Amanzholova A.S., Kulakov I.V., Rakhimbaeva A.N. Phytoncides in the composition of common bird cherry // News of thenational academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology. -2021. - Vol. 3(447). -P. 70-75. DOI 10.32014/2021.2518-1491.53

7. Uusitato M. European bird cherry (Prunus padus L.) – biodiverse wild plant for horticulture. -MMT Agrifood Research Reports, 61. -Finland, 2004. -81 p. ISBN 951-729-920-6

8. Turumtay H., Midilli A., Turumtay E.A., Demir A., Selvi E.K., Budak E.E., Er H., Kocaimamoglu F., Baykal H., Belduz A.O., Atamov V., Sandallı C. Gram (-) microorganisms DNA polymerase inhibition, antibacterial and chemical properties of fruit and leaf extracts of Sorbus acuparia and Sorbus caucasica var. yaltirikii // Biomed. Chromatogr. -2016. -Vol. 31(6). DOI 10.1002/bmc.3901

9. Zhao L., Huang F., Hui A.L., Shen G.X. Bioactive components and health benefits of Saskatoon berry // Journal of Diabetes Research. -2020. -Vol. 15.- P.1-8. DOI 10.1155/2020/3901636

10. Kopcekova J., Mrázová J. Phytonutrients of bilberry fruit and saskatoon berryin the prevention and treatment of dyslipidemia // Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. -2022. -Vol.73(3). -P. 265-274. DOI 10.32394/rpzh.2022.0216

11. Teslenko N.F., Krasina I.B., Bogdanov O.A., Fadeeva A.A. Jagody irgi kak syr' e dlja proizvodstva marmelada//Fundamental' nye issledovanija.-2015.-№ 8(2). - S. 333-337.[in Russian]

12. ST RK 1732-2007. Moloko i molochnye produkty. Organolepticheskij metod opredelenija pokazatelej kachestva. - Vved. 2008-01-01. - Astana: Gosstandart RK, 2007. - 109 s. .[in Russian]

13. GOST 3626-73. Moloko i molochnye produkty. Metody opredelenija vlagi i suhogo veshhestva. – Standartinform, 2009. - 12 s. [in Russian]

14. ST RK ISO 8262-2-2009. Produkty molochnye i pishhevye produkty na osnove moloka. Opredelenie soderzhanija zhira gravimetricheskim metodom Vejbulla-Berntropa (kontrol' nyj metod). Chast' 2. Morozhenoe i smesi dlja morozhenogo. - Astana: Gosstandart RK, 2009. - 15 s. [in Russian]

15. GOST 31085-2002. Moloko i molochnye produkty. Metod opredelenija saharozy i gljukozy. -Minsk, 2003. - 8 s. [in Russian]

16. GOST ISO 8069-2013. Moloko suhoe. Opredelenie soderzhanija molochnoj kisloty i laktatov. –Minsk: Gosstandart, 2013.- 11 s. [in Russian]

17. GOST 9225-84 Moloko i molochnye produkty. Metody mikrobiologicheskogo analiza. –Moskva: Standartinform, 2009. [in Russian]

18. ST RK 1733-2015. Moloko i molochnye produkty. Obshhie tehnicheskie uslovija. – Vved. 2016-01-01. – Astana, 2015. - 20 s. [in Russian]

19. GOST 31457-2012. Morozhenoe molochnoe, slivochnoe i plombir. Tehnicheskie uslovija.– Moskva: Standartinform, 2014. - 23 s. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Свидерская Д.С.- кандидат технических наук, доцент, Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан, e-mail: sofilsev@rambler.ru;

Краснопёрова Е.Ф.- кандидат технических наук, профессор, Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Казахстан, e-mail: kef.80@mail.ru;

Камзина Н. Е. - доктор PhD, ассоциированный профессор, Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан, e-mail: nadegda_enovna@rambler.ru;

Шуленова А.М.-магистр технических наук, докторант, Агротехнический исследовательский университет им. Сакена Сейфуллина, Астана, Казахстан, e-mail: shulenovaa@mail.ru

***Information about the authors***

Sviderskaya D.- candidate of technical science, docent,Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: sofilsev@rambler.ru;

Krasnopyorova Y. - candidate of technical science, Professor, Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: kef.80@mail.ru;

Kamzina N.- PhD, Associate Professor, Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: nadegda_enovna@rambler.ru;

Shulenova A. - Master of Technical Sciences, Doctoral student, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: shulenovaa@mail.ru

МРНТИ 65.29.03 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-821**

## ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АСЫЛ ТҰҚЫМДЫ ҚЫСТЫҚ ЖӘНЕ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ СҰРЫПТАРЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ НАН ПІСІРУ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**М.Н. Рахымбаева, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.А. Якияева, Ш.А. Турсунбаева**

*Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан,*
*Корреспондент-автор: yamadina88@mail.ru*

Мақалада отандық әртүрлі жаздық және күздік бидай сұрыптарының реологиялық және нандық сапа көрсеткіштері бойынша зерттеу деректері келтірілген. Зерттеу нысаны отандық жаздық бидай сұрыптары: Алмекен элита, Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 10, Егемен, Мереке. Күздік бидай сұрыптары: Стекловидная 24,Сапалы, Богарная 56, Степная 75, Алмакен болды. Бұл жұмыстың мақсаты альвеограф пен Mixolabты қолдана отырып, отандық жаздық және күздік бидай сұрыптары дәнінен жасалған ұнның реологиялық қасиеттерін зерттеу болды. Зерттеу жүргізу үшін бидай үлгілері келесідей нөмірленді: № 1 – Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10», № 2 – Жұмсақ жаздық бидай «Алмекен элита», № 3 – Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская раннеспелая», № 4 – Жұмсақ жаздық бидай « Егемен», № 5 – Жұмсақ жаздық бидай «Мереке», № 6 – Күздік бидай «Сапалы», № 7 – Күздік бидай «Стекловидная 24», № 8 – Күздік бидай «Богарная 56», № 9 – Күздік бидай «Степная 75», № 10 – Күздік бидай «Алмакен». Отандық жаздық және күздік жұмсақ бидай сұрыптары Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі шешімімен өндірісте қолдануға рұқсат берілген. Егіс даласында бұл сұрыптар егіліп өнім алынып жатыр. Сапалы нандық сұрыптарын алу үшін олардың қамырының реологиялық қасиеттерін тереңірек заманауи Mixolab және Альвеограф аспабында зерттеліп, қамырларынан стандартты нандарын жасап, реологиялық және нандық қасиеттерінің көрсеткіштерінің арасындағы байланыстары анықталды. Осы анықталған байланыстардың негізінде жұмсақ бидай сұрыптарын аудан, аумақ көлемінде ұтымды ұндық партияларын қалыптастырып, үлкен көлемде сапалы ұн сұрыптарын алудың технологиялық ұсыныстары қабылданады. Осыған сәйкес қамырдың серпімділігі, қамырдың созылуы, серпімділіктің созылғыштыққа қатынасы, қамырдың деформациясының жұмысы, ісіну индексі, жұмсақ ортасының ылғалдылығы, жұмсақ ортасының қышқылдылығы, кеуектілігі, сыртқы түрі, беті, жұмсақ ортасының жағдайы, жұмсақ ортасының түсі көрсеткіштері анықталды. Сынақтың ең үлкен созылуы жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10», күздік бидай «Сапалы», күздік бидай «Степная 75», сұрыпында анықталды және 85 құрады. Алынған нәтижелерді талдау көрсеткендей, жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10» - қамыр деформациясының нақты энергиясы бойынша 219 болды. Қамырдың стандартты реологиялық қасиетімен салыстырсақ (280) күшті ұн болып саналады.

**Түйін сөздер:** қамыр, біртұтас тартылған жұмсақ бидай ұны, нан өнімдерінің сапалық көрсеткіштері, ұн сапасы.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В КАЗАХСТАНЕ

**М.Н. Рахымбаева, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.А. Якияева, Ш.А. Турсунбаева**

*Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан,*
*e-mail: yamadina88@mail.ru*

В статье представлены результаты исследований реологических и хлебопекарных показателей качества различных отечественных сортов яровой и озимой пшеницы. Объектом исследования стали отечественные сорта яровой пшеницы: Алмекен элита, Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 10, Егемен, Мереке. Озимые сорта пшеницы: Стекловидная 24, Сапалы, Богарная 56, Степная 75, Алмакен. Цель работы – изучение реологических свойств муки, полученной из зерна отечественных

сортов яровой и озимой пшеницы, с использованием альвеографа и Mixolab. Для проведения исследования образцы пшеницы были пронумерованы следующим образом:№ 1 – мягкая яровая пшеница «Казахстанская 10», № 2 – мягкая яровая пшеница «Алмекен элита», № 3 – мягкая яровая пшеница «Казахстанская раннеспелая», № 4 – мягкая яровая пшеница «Егемен», № 5 – мягкая яровая пшеница «Мереке», № 6 – озимая пшеница «Сапалы», № 7 – озимая пшеница «Стекловидная 24», № 8 – озимая пшеница «Богарная 56», № 9 – озимая пшеница «Степная 75», № 10 – озимая пшеница «Алмакен». Отечественные сорта яровой и озимой мягкой пшеницы разрешены к использованию в производстве по решению Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Эти сорта засеяны на полях и дают урожай. Для получения качественного хлеба исследованы реологические свойства теста с использованием современных приборов Mixolab и альвеографа. Созданы стандартные образцы хлеба из теста, выявлены связи между реологическими показателями теста и хлебопекарными свойствами. На основе этих данных разрабатываются технологические рекомендации по производству качественной муки в больших объемах, с формированием рациональных партий в пределах региона или территории произрастания мягкой пшеницы. В ходе исследования определены следующие показатели: эластичность теста, растяжимость теста, соотношение эластичности к растяжимости, работа деформации теста, индекс набухания, влажность, кислотность, пористость, внешний вид, состояние и цвет мякиша. Наибольшая растяжимость теста выявлена у сортов мягкой яровой пшеницы «Казахстанская 10», озимой пшеницы «Сапалы» и озимой пшеницы «Степная 75», составив 85 мм. Анализ результатов показал, что мягкая яровая пшеница «Казахстанская 10» имеет фактическую энергию деформации теста 219 ЕД. По сравнению со стандартными реологическими свойствами теста (280 ЕД) она относится к муке с повышенной крепостью.

**Ключевые слова:** Тесто, цельномолотая мука мягкой пшеницы, качественные показатели хлебобулочных изделий, качество муки.

## STUDY OF RHEOLOGICAL AND BAKING PROPERTIES OF PROMISING WINTER AND SPRING WHEAT VARIETIES IN KAZAKHSTAN

**M.N.Rakhimbayeva, A.I.Iztayev, T.K.Kulazhanov, M.A.Yakiyayeva✉, Sh.A. Tursunbayeva**

*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*
*e-mail: yamadina88@mail.ru*

The article presents the results of studies on the rheological and baking quality indicators of various domestic varieties of spring and winter wheat. The research objects were domestic varieties of spring wheat: Almeken Elite, Kazakhstan Early Maturing, Kazakhstan 10, Egemen, and Mereke. Winter wheat varieties: Steklovidnaya 24, Sapaly, Bogarnaya 56, Stepnaya 75, and Almaken. The aim of the study was to examine the rheological properties of flour obtained from domestic varieties of spring and winter wheat using an alveograph and Mixolab. For the study, wheat samples were numbered as follows: No. 1 – soft spring wheat ”Kazakhstan 10”, No. 2 – soft spring wheat ”Almeken Elite”, No. 3 – soft spring wheat ”Kazakhstan Early Maturing”, No. 4 – soft spring wheat ”Egemen”, No. 5 – soft spring wheat ”Mereke”, No. 6 – winter wheat ”Sapaly”, No. 7 – winter wheat ”Steklovidnaya 24”, No. 8 – winter wheat ”Bogarnaya 56”, No. 9 – winter wheat ”Stepnaya 75”, No. 10 – winter wheat ”Almaken”. Domestic varieties of soft spring and winter wheat are approved for use in production by the decision of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan. These varieties are sown in fields and produce yields. To obtain high-quality bread, the rheological properties of the dough were studied using modern devices such as Mixolab and an alveograph. Standard bread samples were created from the dough, and correlations between the rheological indicators of the dough and the baking properties of the bread were identified. Based on these findings, technological recommendations are being developed for producing high-quality flour in large volumes, with the formation of rational batches within the region or territory where soft wheat is grown. During the study, the following parameters were determined: dough elasticity, dough

extensibility, elasticity-to-extensibility ratio, dough deformation energy, swelling index, moisture content, acidity, porosity, appearance, texture and crumb color. The highest dough extensibility was observed in soft spring wheat ”Kazakhstan 10”, winter wheat ”Sapaly”, and winter wheat ”Stepnaya 75”, reaching 85 mm. Analysis of the results showed that soft spring wheat ”Kazakhstan 10” has an actual dough deformation energy of 219 EU. Compared to the standard rheological properties of dough (280 EU), it is classified as flour with increased strength.

**Keywords:** Dough, whole-ground soft wheat flour, quality indicators of bakery products, flour quality..

**Кіріспе.** Ұндық және нандық қасиеттері жоғарғы сападағы жаздық және күздік жұмсақ сұрыптарынан биологиялық және тағамдық құндылығы тағам өнімін өндіруде, оның негізгі шикізаты ретінде ұнның өзіндік қасиеттеріне және құрамына ұтымды өзгерістері болуы тиіс [1].Осындай өзгерістері бар ұн ол 70% шығымы бар біркелкі толық тартылған дәндерінен алынған өнім.

Бұл біркелкі 70% шығымы бар тартылған бидай ұндарын алудың сандық және сапалық көрсеткіштерінің талаптарына сәйкес технологиялық жүйесі құрастырылды.

Майдаланатын жұмсақ бидай дәндері толық ішіндегі қоспалардан тазартылады, іріліктері бір деңгейге келтіріледі, ылғалдылығы бір орта шамаға жеткізіледі W=13,5-14,0 % [2]. Оның физикалық және химиялық көрсеткіштері базистік шамада болуы тиіс. Осындай сападағы бидай ұнын мамандандырылған LabMill- зертханалық диірменде тартылған біркелкі 70% шығымы бар нандық ұндарын аламыз.

Осы алынған біркелкі ұндардың стандартты нандық жоғарғы, бірінші, екінші және 72% бірінші сұрыптармен салыстырғанда барлық көрсеткіштері бойынша айырмашылықтары бар екенін тәжірбиелер нәтижелері көрсетті.

Бұл біркелкі 70% шығымы бар ұндардан 19-20% бөлігі кебек ретінде бөлініп негізгі стандартты ұн сұрыптарына қосылмайды. Ол майдаланған кебек ұнтағында кейбір витаминдер, белок компоненттері, клечатка талшықтар, макро және микро элементтері өте көп орыналасқан [3].

Біркелкі 70% шығымы бар тартылған бидай ұндары енді ғана толық жаңа сұрыптар бойынша зерттеліп келеді. Біздің ғылыми жұмысымызда денсаулыққа пайдалы жаңа отандық жұмсақ бидай сұрыптарынан біркелкі 70% шығымы бар тартылған ұн және нан өнімдерін алуды бірінші рет қарастырып отыр. Жақсы нан өнімдерін алудың технологиясын жасауда, ілгерілі бидай сұрыптарының реологиялық және нандық қасиеттерін зерттеудің ғылыми және практикалық тұрғыдан маңыздылығы өте зор.

Соңғы жылдары ұнның реологиялық қасиеттерін зерттеу ұн сапасын бағалаудың маңызды бағыты ретінде дамып келеді. Ұнның реологиялық сипаттамалары нан-тоқаш өнімдерінің құрылымы мен консистенциясына тікелей әсер етеді. Зерттеулер көрсеткендей, ұнның реологиялық қасиеттерін жақсарту үшін түрлі ферменттік және белсенді қоспалар қолданылады [4]. Сонымен қатар, нан пісіру технологияларында ұн құрамын модификациялау арқылы өнімнің сапасын арттыру бойынша эксперименттер жүргізілуде [5].

Нан пісіру саласындағы заманауи зерттеулер нан өнімдерінің құрылымын жақсарту және сақтау мерзімін ұзарту мақсатында ұн құрамындағы ақуыз, крахмал және ферменттік жүйелердің өзара әрекеттесуін талдауға негізделген. Мысалы, нанотехнологияларды қолдану арқылы глютен желісінің беріктігін арттыру және нан өнімдерінің сапасын тұрақтандыруға мүмкіндік бар [6]. Сондай-ақ, нанобөлшектер қосылған ұнды пайдалану өнімнің қоректік құндылығын жақсартуға ықпал етеді [7].

Жаздық және күздік жұмсақ бидай астығының көрсеткіштері, илеу үдерісінде қамырдың (реологиялық қасиеттері), шамалардың өзгеруіне әкеледі [8].

**Материалдар мен әдістер.** Бұл зерттеуде жұмсақ жаздық және күздік бидай пайдаланылды. Зерттеу нысандары ретінде Отандық жаздық бидай сұрыптары: Алмекен элита, Казахстанская

раннеспелая, Казахстанская 10, Егемен, Мереке және күздік бидай сұыптары: Стекловидная 24,Сапалы, Богарная 56, Степная 75, Алмакен алынды.

Ұнның сапасын МЕМСТ 9404-60 стандарты тәсілі бойынша тексерілді. МЕМСТ 9404-60 стандартына сәйкес желімшенің сапасы оның серпімділігі, созылғыштығы және түсі бойынша көзмөлшермен бағаланды. Желімшенің созылғыштығы I (жақсы), II (орташа) және III (нашар) деп үш топқа бөлінді [10].

Қамырдың физикалық қасиеттерін альвеограф көмегімен зерттелді. Альвеограф ұнның наубайханалық күшін бағалайды. Бұл көрсеткіш қамырдың белгілі бір мөлшердегі жұқа жайылған қабаты астына ауа үрлеп, шар тәрізді желқабық пайда болғанша үрлеу арқылы анықталды. Желқабық жарылған кезде жұмсалған жұмыс мөлшері қамырдың беріктігін сипаттады. Альвеографта (МЕМСТ 51415-99 (ИСО 5530-4-91) бойынша) келесі көрсеткіштер зерттелді:

- қамырдың серпімділігі (P);

- қамырдың созылғыштығы (L);

- серпімділіктің созылғыштыққа қатынасы (P/L);

- қамырдың деформация энергиясы (W) – ұнның беріктігін сипаттайтын жалпылама көрсеткіш.

Қамырдың реологиялық қасиеттерін Mixolab құрылғысында зерттелді. Mixolab көмегімен:

- ұнның суды сіңіру қабілеті;

- қамыр илеу ұзақтығы;

- глютен мөлшері;

- қамырдың тұтқырлығы;

- амилаза мөлшері;

- ретроградация деңгейі анықталды [11].

Наның иісі мен түсі қолданылған шикізатгың құрамы мен қасиетіне, қамырдың ашуына, пісуіне байланысты Нанның иісі мен түсіне нанды сақтау жағдайлары да әсерін тигізеді. Ашу үдерісінде қамырдың құрамында этил спирті, органикалық қышқыл, эфирлер жиналады, әрине оларда нанның иісі мен түсіне өз әсерін тигізеді.

Нанның сапасы МЕМСТ 5667-65 «Нан және нан-тоқаш өнімдері. Өнімді қабылдау, үлгі алу және органолептикалық көрсеткіштерді анықтау әдісі» бойынша бағаланды. Нанның сапасы төмендегі көрсеткіштер бойынша зерттелді:

- сыртқы түрі (формасы, бетінің сапасы);

- жұмсақ ортасының құрылымы (кеуектілігі, біртектілігі);

- түсі (қызғылт реңі, біркелкілігі);

- дәмі мен иісі (ашыту процесіне байланысты өзгерістері);

- ылғалдылық деңгейі (36-39%);

- қышқылдылығы (0,4-0,8 град);

- кеуектілік коэффициенті (44-59%) [12].

Қамырда серпімділік, созылғыштық, беріктік, түтқырлық, түсетін күшке релаксациялық қабілеті бар реологиялық қасиет үйлестірілген. Қамырдың реологиялық қасиеті бірінші кезекте ұнның күшіне, сондай-ақ әртүрлі технологиялық: температура, ылғалдылық, илеу кезіндегі механикалық әрекет етудің ұзақтығы және қарқындылығы, рецептура, қамыр дайындау әдісімен ашу ұзактығы, ұнның наубайханалық қасиетіне және т.б. факторларға байланысты [13,14].

Қамырдың реологиялық қасиеттерін анықтау үшін «Шопен» фирмасының альвеографы қолданылды. Бұл құрылғы қамырдың серпімділігі, созылғыштығы және беріктігін бағалауға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында қамыр үлгісінің ауа қысымына қарсылығы өлшеніп, алынған деректер кимограф барабанына жазылады. Нәтижесінде алынған альвеограмма қисық сызығы қамырдың наубайханалық қасиеттерін сипаттайды.

Зерттеу әдісі

1. Қамыр дайындау:

- сынама 2,5%-дық ас тұзы ерітіндісімен ұннан дайындалды;

- ұн мен ерітіндінің қатынасы 250 г ұнға 125 мл ерітінді (ылғалдылық – 14,3%) деңгейінде алынды;

- қамырдың температурасы 25°С болуы қадағаланды.

2. Қамырды илеу:

- илеу 6 минутқа созылды;

- дайын қамыр арнайы қабылдағыш құрылғы арқылы стандартты қалыпқа келтірілді;

- термостаттау: қалыпқа келтірілген қамыр дискісі альвеографтың 25°С-тағы термостатында 26 минут бойы тұрақтандырылды.

3. Сынақ жүргізу:

- қамыр үлгісі альвеограф құрылғысында ауа ағынымен үрленіп, оның жұқалығы мен беріктігі тексерілді;

- туындаған ауа қысымы кимограф барабанындағы қағазға қисық сызық (альвеограмма) ретінде тіркелді.

Қамырдың серпімділігі мен беріктігі жоғарылаған сайын, оның наубайханалық қасиеттері жақсарады. Альвеографиялық зерттеу нәтижелері қамырдың сапасын анықтауға және наубайханалық өндірістегі ұнның тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді [15,16].

Альвеограммада қамырдың серпімділігі (P – максимальды артық қысым, мм), созылымдылығы (L – үзілу кезіндегі абсциссаның орташа мәні, мм), олардың қатынасы (P/L), қамырдың үзілуі үшін созылу шығынына кететін қамыр деформациясының энергиясы (W–$10^{-4}$ J/г) анықталады. Ұн күші жоғары болған сайын, оның P және W шамалары да артады.

Альвеографта (МЕМСТ 51415-99 (ИСО 5530-4-91) бойынша) қамырдың реологиялық қасиеттерін зерттеу үшін келесі көрсеткіштер анықталды:

- қамырдың серпімділігі (P) – қамырдың қарсылық күші мен иілгіштігін сипаттайды;

- серпімділіктің созылуға қатынасы (P/L) – қамырдың механикалық тұрақтылығын бағалау үшін қолданылады;

- қамырдың деформациялық энергиясы (W) – қамырдың беріктігін сипаттайтын кешенді көрсеткіш;

Зерттеу әдісі:

1. Қамыр дайындау: сынамалар 2,5%-дық ас тұзы ерітіндісімен иленген қамырдан жүргізілді. Ұнның ылғалдылығы 14,3% болған жағдайда 250 г ұнға 125 мл тұз ерітіндісі қолданылды.

2. Температуралық бақылау: қамырдың температурасы 25°С деңгейінде сақталды.

3. Қамырды илеу: 6 минут бойы жүргізілді, содан кейін қамыр арнайы қалыптау құрылғысы арқылы стандартты үлгіге келтірілді.

4. Термостаттау: дайын қамыр үлгілері 25°С температурада 26 минут бойы термостатта сақталды.

5. Сынақ жүргізу: қамыр үлгісі альвеограф құрылғысында үрленіп, оның жұқалығы мен беріктігі өлшенді.

6. Қисық сызықты талдау: алынған альвеограмма көмегімен қамырдың серпімділік, беріктік және созылымдылық көрсеткіштері анықталды.

Қамырдың қасиеттерін бағалау алынған диаграммалар арқылы жүргізілді. Бұл әдіс ұнның сапасын дәл бағалауға мүмкіндік береді және наубайханалық қасиеттерді болжауға негіз болады [19].

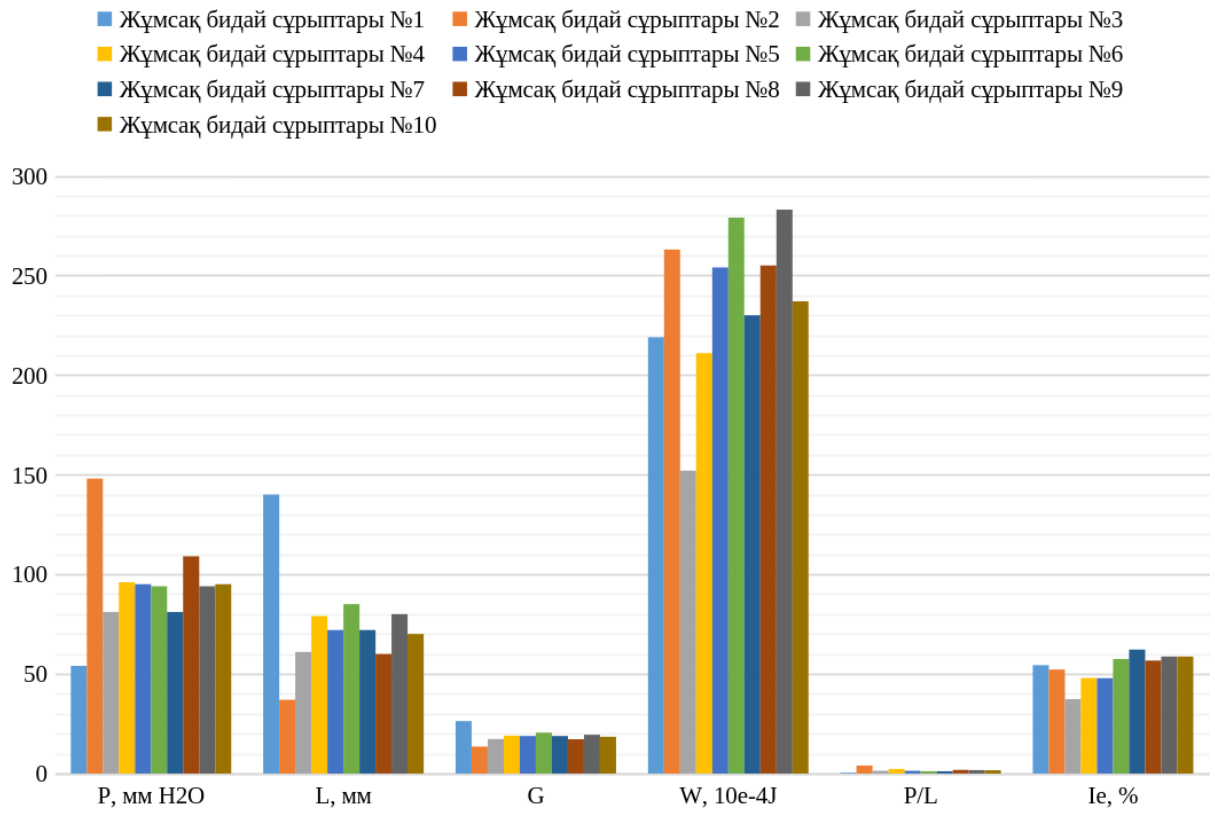
Ұнның суды сіңіру қабілеті, қамыр илеу ұзақтығы, глютен мөлшері, қамырдың тұтқырлығы, амилаза мөлшері, ретроградация миксолаб аппаратында зерттелді.

**Нәтижелер және талқылау.** Бұл зерттеулерде біртұтас жұмсақ жаздық және күздік бидай сұрыптарыны ұндарының және дайын өнімдердің реологиялық қасиеттері стандарттарға сәйкес анықталды.

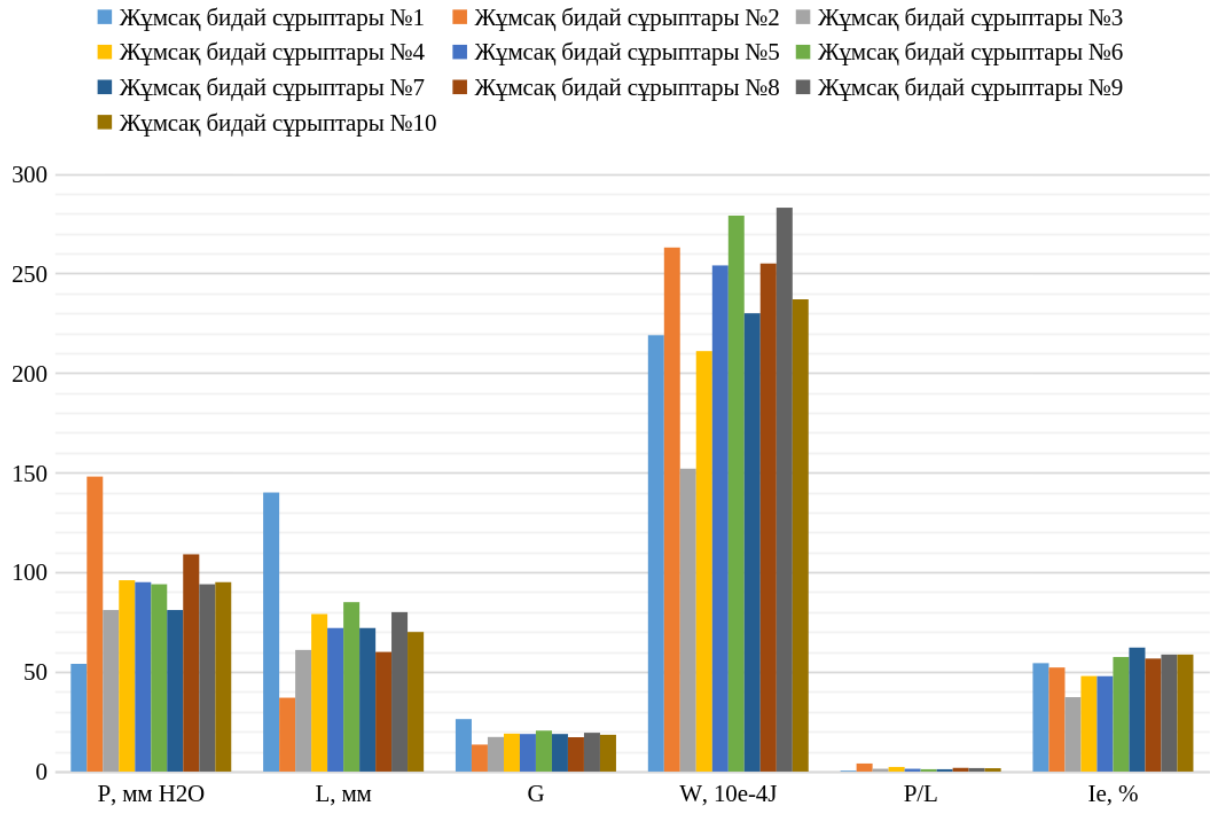
Жаздық және күздік бидай сұрыптарының 70%-тік ұндарынан алынған қамырының альвеограммалық көрсеткіштері бойынша нәтижелері 1– суретте берілген.

1-суреттегі берілген бидай сұрыптарының көрсеткіштері бойынша талдау жасалынып сұрыптардың өздеріне байланысты жекешеленген мынадай сипаттамасын талдаймыз.

1-суреттен көріп отырғанымыздай, сынақтың ең үлкен серпімділігі Жұмсақ жаздық бидай «Алмакен», сұрыпында анықталды және 148 мм болды, ал бұл сынақтың созылуы 37 мм болды. Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10» сұрыпының бидайынан жасалған қамырдың серпімділігі 54 мм, ал созылуы 140 мм болды.




**1 - сурет. Бидай сұрыптарының 70%-тік ұндарынан алынған қамырының альвеограммалық көрсеткіштері**




**2 - сурет. Бидай сұрыптарының 70%-тік ұндарынан алынған қамырының Mixolab көрсеткіштері**

Серпімділіктің созылғыштығына қатынасы сұрыптар бойынша 0,39-1,82 аралығында болды. Күздік бидай «Богарная 56» бидай сұрыпында жоғары мөлшерде болды.

Қамырдың деформациясының нақты энергиясы бойынша 152-283 аралығында болды. Күздік бидай «Степная 75», күздік бидай «Сапалы» және жаздық бидай «Алмекен», сұрыптарында жоғары болды.

Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10» және күздік бидай «Степная 75» сұрыптарын жоғары сапалы нан өнімдерін өндіруде пайдалану үшін ең жоғары көрсеткіштерге ие, дегенмен барлық басқа сұрыптар нан өнімдерінің сапасына қойылатын талаптарға сәйкес келеді.

2-суретте бидай сұрыптарының 70%-тік ұндарынан алынған қамырының Mixolab көрсеткіштері берілген.

2-суретте келтірілген деректер зерттелетін жұмсақ бидай сорттарының Mixolab сынағының реологиялық қасиеттері кең ауқымда өзгеретінін көрсетеді. Сонымен, қамырдың су сіңіру қабілеті бойынша жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская раннеспелая» сұрыпында 62,1% жоғары болды. Ең аз мөлшерде жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10», жұмсақ жаздық бидай «Алмекен» сұрыптарында 57,0 %. Глютен мөлшері бойынша жұмсақ жаздық бидай «Алмекен» сұрыпында 8, жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10» сұрыпында 2 болды. Қамырдың тұтқырлығы бойынша жұмсақ жаздық бидай «Алмекен» сұрыпында жоғары 6 мөлшерінде, жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская раннеспелая» сұрыпында 3 болды. Амилаза мөлшері жұмсақ жаздық бидай «Алмекен» сұрыпында жоғары 8, ретроградация шамасында жұмсақ жаздық бидай «Алмекен», жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская раннеспелая», жұмсақ жаздық бидай «Мереке», күздік бидай «Богарная 56» 7 шамасында болды. Ең аз көрсеткіш жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10» болды.

Осылайша, зерттелетін күздік және жаздық жұмсақ бидай сұрыптарының реологиялық қасиеттерін зерттеу олардың барлығы дерлік жұмсақ бидай сұрыптарына қойылатын талаптарға жауап беретінін, бидай сапасының көрсеткіштерінің мәні әртүрлілікке байланысты өзгеретінін көрсетті.

Жаздық және күздік жұмсақ бидай ұны нан өнімдерінің сапалық көрсеткіштері бойынша нәтижелері 1-кестеде берілген

**1 - кесте Біртұтас тартылған жұмсақ бидай ұны нан өнімдерінің сапалық көрсеткіштері**

| Көрсеткіштердің атауы | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № | Бидай сұрыптары | Жұмсақ ортасының ылғалдылығы, % | Жұмсақ ортасының қышқылдығы, град | Кеуектілік, % | Сыртқы түрі: | Беті | Жұмсақ ортасының жағдайы | Жұмсақ ортасының түсі |
| 1 | Бақылау үлгісі | 35 | 0,7 | 44 | Нанның өзіне тән | Тегіс, үлкен жарықтар мен жарықшақтар жоқ | Газды ұстау қабілеті жақсы және нанның көтерілу күші пішіні тұрақты | Ақшылсары түсі нанға сәйкес келеді |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | №1 | 32 | 0,8 | 59 | Нанның өзіне тән | Тегіс, үлкен жарықтар мен жарықшақтар жоқ | Газды ұстау қабілеті жақсы және нанның көтерілу күші пішіні тұрақты | Ақшыл-сары түсті нанға сәйкес келеді |
| 3 | №2 | 39 | 0,4 | 46 | | | Газ түзетін және газ ұстау қабілеті әлсіз тұрақтылық жоқ | |
| 4 | №3 | 38 | 0,8 | 47 | | | Газ түзуші қабілеті бар газ ұстаушы қабілеті әлсіз, расстойкада қамырда көпіршіктер пайда болды | |
| 5 | №4 | 36 | 0,6 | 46 | | | Газды ұстау қабілеті тұрақты емес | |
| 6 | №5 | 36 | 0,7 | 45 | | | Газ түзетін және газ ұстайтын қабілеті орташа | |
| 7 | №6 | 36 | 0,6 | 51 | | | Газ түзетін және газ ұстайтын қабілеті тұрақты көтерілу күші жақсы | |
| 8 | №7 | 38 | 0,4 | 40 | | | | |
| 9 | №8 | 37 | 0,6 | 44 | | | | |
| 10 | №9 | 37 | 0,5 | 46 | | | | |
| 11 | №10 | 36 | 0,4 | 46 | | | | |

1-кестеден көріп отырғанымыздай бақылау үлгісінің ылғалдылығы 35%, қышқылдығы 0,7 град, кеуектілігі 44 %, ісі өзіне тән, беті тегіс, үлкен жарықтар мен жарықшақтар жоқ, жұмсақ ортасының жағдайы бойынша газды ұстау қабілеті жақсы және нанның көтерілу күші пішіні тұрақты, және жұмсақ ортасының түсі ақшыл-сары түсті нанға сәйкес келді. Зерттеу үлгілерінен жасалған нан өнімдерінің жұмсақ ортасының ылғалдылығы 32-39 % ие болды. Жұмсақ ортасының қышқылдылығы 0,4-0,8 град аралығында болды. Кеуектілігі 40-59 % болды. Нанның сыртқы түрі өзіне тән иісі бар. Беті тегіс, үлкен жарықтар мен жарықшақтар жоқ. Жұмсақ ортасының жағдайы Жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10» сұрыпында газды ұстау қа-

білеті жақсы және нанның көтерілу күші пішіні тұрақты. Күздік бидай «Стекловидная 24» сұрыпында газ түзетін және газ ұстайтын қабілеті орташа, түсі орташа. Күздік бидай «Богарная 56» сұрыпында газ түзетін және газ ұстайтын қабілеті тұрақты көтерілу күші жақсы,түсі нанға сәйкес келеді. Жаздық және күздік бидай сұрыптары бойынша Күздік бидай «Стекловидная 24», күздік бидай «Богарная 56», жұмсақ жаздық бидай «Казахстанская 10» нандық қасиеттері жоғары болды. Бақылау үлгісімен салыстырғанда №1, №6-№10 үлгілер жоғары нәтиже көрсетті, оның ішінде №1 үлгінің кеуектілігі және жұмсақ ортасының жағдайы жақсы нәтиже көрсетті және бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары болды.

Қазақстан – әлемдегі ірі астық экспорттаушы елдердің бірі, сондықтан бидайдың сапалық көрсеткіштері елдің азық-түлік қауіпсіздігі мен экспорттық әлеуеті үшін өте маңызды. Асыл тұқымды қыстық және жаздық бидай сұрыптарының реологиялық және нан пісіру қасиеттерін зерттеу ұн сапасын бағалауға, жоғары сапалы нан өнімдерін шығаруға және ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл зерттеулер нан өнімдерінің технологиялық қасиеттерін жақсартуға, экологиялық жағдайларға төзімді сұрыптарды іріктеуге және Қазақстанның астық өнімдерін халықаралық нарықта бәсекеге қабілетті етуге ықпал етеді.

Зерттеу нәтижелері:

- селекциялық жұмыстарды дамытуға көмектеседі, яғни нан пісіруге жарамды жоғары сапалы бидай сұрыптарын шығару мүмкін болады;

- астықты қайта өңдеу саласында қолданылып, диеталық және функционалдық қасиеттері жақсартылған нан өнімдерін жасауға мүмкіндік береді;

- экспорттық саясатты жетілдіруге ықпал етеді, себебі жоғары сапалы ұн мен бидай сұрыптары шетел нарығында сұранысқа ие болады;

- нан өндірісінің тиімділігін арттырады, себебі бидайдың нан пісіру қасиеттері жақсы болған сайын, өнімнің сапасы мен сақтау мерзімі де жоғарылайды.

Бұл зерттеулер Қазақстанның ауыл шаруашылығы мен тамақ өнеркәсібінің тұрақты дамуына және әлемдік нарықта өз орнын нығайтуға маңызды үлес қосады.

Бұл зерттеу Қазақстанда өсірілетін жаздық және күздік жұмсақ бидай сұрыптарының ерекшеліктерін ғылыми тұрғыдан дәлелдеуге бағытталған. Аймақтық климаттық жағдайлар мен топырақ ерекшеліктері ескеріліп, отандық сұрыптардың реологиялық және нан пісіру қасиеттеріне нақты баға берілді. Жұмыста Chopin фирмасының Альвеограф және Mixolab құрылғылары бірге пайдаланылды. Бұл екі құрылғының кешенді қолданылуы бидай қамырының серпімділігі, созылғыштығы, деформация энергиясы және тұтқырлығы туралы толыққанды деректер алуға мүмкіндік берді. Жанама зерттеулерде көбінесе жаздық және күздік бидай сұрыптары жеке қарастырылса, бұл зерттеу олардың аралас ұн партияларын құру мүмкіндігін көрсетіп, ұн зауыттарында өндіріс тиімділігін арттыру жолдарын ұсынды. Бұл отандық астық өңдеу саласында маңызды практикалық нәтиже болып табылады. Яғни, жаздық және күздік бидайдан алынған ұндар сапасы бойынша айтарлықтай айырмашылық көрсетпей, тұрақты нан пісіру қасиеттерін сақтайтыны дәлелденді. Бұл зерттеудің нәтижелері өндірістік деңгейде тексеріліп, ұн тарту кәсіпорындары мен наубайханалар үшін тәжірибелік маңызы жоғары екендігі көрсетілді. Осы ерекшеліктердің барлығы зерттеуді отандық ауыл шаруашылығы мен тамақ өнеркәсібі үшін аса маңызды, өндірісте қолдануға бағытталған қолданбалы зерттеу ретінде ерекшелейді.

**Қорытынды.** Зерттеу нәтижелері Қазақстанда өсірілетін жаздық және күздік жұмсақ бидай сұрыптарының реологиялық қасиеттерінің өзара ұқсастықтары мен ерекшеліктерін ғылыми тұрғыдан дәлелдеуге мүмкіндік берді. 10 түрлі сұрыптың ұндарының реологиялық қасиеттері Chopin фирмасының Альвеограф және Mixolab құрылғылары арқылы зерттеліп, қамырдың серпімділігі, созылғыштығы және деформация энергиясы бойынша көрсеткіштері анықталды. Жаздық бидай сұрыптарында серпімділік жоғары (148 мм), ал күздік бидай сұрыптарында бұл көр-

сеткіш 109 мм-ге дейін төмендейтіні байқалды. Mixolab құрылғысының нәтижелері де екі бидай түрінің реологиялық қасиеттерінде ұқсастықтар бар екенін көрсетті. Сонымен қатар, Алмекен элита сұрыпы глютен мөлшері мен тұтқырлығы бойынша айтарлықтай ерекшеленді. Зерттеу нәтижелері ұн зауыттарында жаздық және күздік бидай сұрыптарын біріктіріп, ұн партияларын қалыптастыру мүмкіндігін дәлелдеді. Бұл астық өңдеу саласында өндірістік тиімділікті арттырып, ұнның сапалық тұрақтылығын қамтамасыз етуге ықпал етеді. Дайын нан өнімдерінің сапа көрсеткіштері бір деңгейде екені анықталды: жұмсақ ортасының ылғалдылығы – 36-39%, ортасының қышқылдылығы – 0,4-0,8 град, кеуектілігі – 44-59%. Барлық сұрыптар бойынша нанның органолептикалық көрсеткіштері (сыртқы түрі, бетінің сапасы, жұмсақ ортасының құрылымы, түсі) бірдей деңгейде болды. Болашақ зерттеулердің бағыттары:

- климаттың өзгеруіне бейімделген сұрыптарды шығару: әртүрлі экологиялық жағдайларда бидай сұрыптарының тұрақтылығын зерттеу және олардың өнімділігін арттыру;

- нан өнімдерінің сапасын жақсарту: қоспаларды қолдану арқылы нан пісіру қасиеттерін жақсарту және жаңа технологияларды енгізу;

- ұн өндірісінде автоматтандыру мен жаңа технологияларды енгізу: ұн сапасын тұрақтандыру үшін интеллектуалды жүйелерді қолдану;

- генетикалық және биотехнологиялық зерттеулер: жоғары сапалы, функционалды және тағамдық құндылығы жоғары бидай сұрыптарын дамыту.

Бұл зерттеулер Қазақстанның ауыл шаруашылығы мен тамақ өнеркәсібінің тұрақты дамуына ықпал етіп, экспорттық әлеуетін арттыруға көмектеседі.

## Әдибиеттер

1. Винчевский М.А., Храпко О.П. Роль сорта в формировании качества муки // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сборник материалов III международной молодежной научно-практической конференции. Вологда, 2018. -С. 6-12.

2. Волюшин Е.В. Зерноведение с основами растениеводства: учебное пособие. – Оренбург, 2019. - 97 с. ISBN 978-5-7410-2420-1

3. Цыбикова Г.Ц. Основы технологии производства продуктов питания из растительного сырья: учебное пособие. - Изд. Лань, 2021.- 92 с. ISBN 978-5-8114-3051-2

4. Rosell C. M., Rojas J. A., Benedito de Barber C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality//Food Hydrocolloids.- 2019. -Vol. 32(1)- P.132-140.

DOI 10.1016/s0268-005x(00)00054-0

5. Cauvain S. P., Young L. S. Technology of Breadmaking. - 3rd ed. - Springer, 2020. - 380 p.

6. Gómez M., Jiménez S., Ruiz E., Oliete B. Effect of fiber addition on the quality of dough and bread // Journal of Cereal Science.- 2003. -Vol. 216(1) - C. 51-56. DOI 10.1007/s00217-002-0632-9

7. Wang J.,Rosell C.M., Benedito de Barber C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread guality//Food Chemistry.-2002.-Vol.79(2).-P.221-226. DOI 10.1016/s0308-8146(02)00135-8

8. Оспанов Ә.Ә., Муслимов Н.Ж., Тимурбекова А.Қ., Жұмабекова Г.Б. Көп дәнді өнімдерді өндіру технологиясы: оқу құралы. - Алматы: «Нур Принт», 2015. - 120. ISBN 978-601-7390-87-7

9. Белкина Р.И. Факторы повышения качества зерна пшеницы в условиях Северного Зауралья// Зерновые культуры. -1999.- № 6.- С.16 – 18

10. Маликгаева П.М., Сексенбаева Ж.М., Шымыр Ж.А. Нан өндірісінің технологиясы : оқу құралы

/ П.М.Маликтаева, Ж.М.Сексенбаева, Ж.А.Шымыр- Алматы : Эпиграф, 2022. - 176 с. - ISBN 978-601-652-538-9

11. Мармузова Л.В. Нан пісіру өндірісінің технологиясы. Шикізат және материалдар: оқу құралы. - Мәскеу: Академия, 2015. - 288 б. ISBN 978-601-333-055-06

12. Кулеватова Т.Б., Лящева С.В., Злобина Л.Н., Старичкова Н.И. К качеству зерна озимой пшеницы // Изв. Сарат. ун-та. Нов. Сер. Химия. Биология. Экология.- 2021.-Т.21(1)-С. 78-86. DOI 10.18500/1816-9775-2021-21-1-78-86

13. Мелешкина Е.П., Коломиец С.Н., Жильцова Н.С., Бундина О.И. Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.- 2021.- Т. 83(1) - С. 155-162. DOI 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162

14. Винчевский М.А., Храпко О.П. Роль сорта в формировании качества муки // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов - регионам: сборник материалов III международной молодежной научно-практической конференции.- Вологда, 2018. - С.6-12.

15. Байысбаева М.П. Нан өнімдерінің технологиясы:оқулық. -Алматы: Эверо, 2020.- 354 б. ISBN 978-601-327-419-5

16. Смирнова В.В., Сидельникова Н.А., Шмайлова Т.А. Качество зерна различных сортов озимой пшеницы // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ: сборник материалов международной научно-практической конференции. - Курган, 2018. - С. 644-648.

17. Ушаков Т.И., Чиркова Л.В. Овес и продукты его переработки //Хлебопродукты.- 2015.- № 11.- С. 49-51.

18. Туляков Д.Г., Мелешкина Е.П., Витол И.С., Панкратов Г.Н., Кандроков Р.Х. Оценка свойств муки из зерна тритикале с использованием системы Миксолаб // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 1. – С. 20-23.

19. Бурчакова И.Ю., Ермилова С.В. Организация процесса приготовления и приготовление сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий. Учебник -2-е изд.-Москва:Академия, 2015.-383 с. ISBN 978-5-4468-2134-1

## References

1. Vinchevskij M.A., Hrapko O.P. Rol’ sorta v formirovanii kachestva muki // Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov -regionam: sbornik materialov III mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Vologda, 2018. -S. 6-12. [in Russuan]

2. Voljushin E.V. Zernovedenie s osnovami rastenievodstva: uchebnoe posobie. – Orenburg, 2019. - 97 s. ISBN 978-5-7410-2420-1.[in Russuan]

3. Cybikova G.C. Osnovy tehnologii proizvodstva produktov pitanija iz rastitel’ nogo syr’ ja: uchebnoe posobie. - Izd. Lan’, 2021.- 92 s. ISBN 978-5-8114-3051-2. [in Russuan]

4. Rosell C. M., Rojas J. A., Benedito de Barber C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality//Food Hydrocolloids.- 2019. -Vol. 32(1)- P.132-140.

DOI 10.1016/s0268-005x(00)00054-0

5. Cauvain S. P., Young L. S. Technology of Breadmaking. - 3rd ed. - Springer, 2020. - 380 p.

6. Gómez M., Jiménez S., Ruiz E., Oliete B. Effect of fiber addition on the quality of dough and bread // Journal of Cereal Science.- 2003. -Vol. 216(1) - C. 51-56. DOI 10.1007/s00217-002-0632-9

7. Wang J.,Rosell C.M., Benedito de Barber C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread guality//Food Chemistry.-2002.-Vol.79(2).-P.221-226. DOI 10.1016/s0308-8146(02)00135-8

8. Ospanov Ә.Ә., Muslimov N.Zh., Timurbekova A.Қ., Zhұmabekova G.B. Kөp dəndi өnimderdi өndiru tehnologijasy: oқu құraly. - Almaty: «Nur Print», 2015. - 120. ISBN 978-601-7390-87-7. [in Kazakh]

9. Belkina R.I. Faktory povyshenija kachestva zerna pshenicy v uslovijah Severnogo Zaural' ja// Zernovye kul' tury. -1999.- № 6.- S.16 – 18.[in Russian]

10. Malikgaeva P.M., Seksenbaeva Zh.M., Shymyr Zh.A. Nan өndirisiniң tehnologijasy : oқu құraly / P.M.Maliktaeva, Zh.M.Seksenbaeva, Zh.A.Shymyr- Almaty : Jepigraf, 2022. - 176 s. - ISBN 978-601-652-538-9. [in Kazakh]

11. Marmuzova L.V. Nan pisiru өndirisiniң tehnologijasy. Shikizat zhəne materialdar:

oқu құraly. - Məskeu: Akademija, 2015. - 288 b. ISBN 978-601-333-055-06. [in Kazakh]

12. Kulevatova T.B., Ljashheva S.V., Zlobina L.N., Starichkova N.I. K kachestvu zerna ozimoj pshenicy // Izv. Sarat. un-ta. Nov. Ser. Himija. Biologija. Jekologija.- 2021.-T.21(1)-S. 78-86. DOI 10.18500/1816-9775-2021-21-1-78-86. [in Russian]

13. Meleshkina E.P., Kolomiec S.N., Zhil' cova N.S., Bundina O.I. Sovremennaja ocenka hlebopekarnyh svojstv rossijskoj pshenicy // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij.- 2021.- T. 83(1) - S. 155-162. DOI 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162. [in Russian]

14. Vinchevskij M.A., Hrapko O.P. Rol' sorta v formirovanii kachestva muki // Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov - regionam: sbornik materialov III mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii.- Vologda, 2018. - S.6-12. [in Russian]

15. Bajysbaeva M.P. Nan өnimderiniң tehnologijasy:oқulyқ. -Almaty: Jevero, 2020.- 354 b. ISBN 978-601-327-419-5. [in Kazakh]

16. Smirnova V.V., Sidel' nikova N.A., Shmajlova T.A. Kachestvo zerna razlichnyh sortov ozimoj pshenicy // Nauchnoe obespechenie innovacionnogo razvitija agropromyshlennogo kompleksa regionov RF: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Kurgan, 2018. - S. 644-648. [in Russian]

17. Ushakov T.I., Chirkova L.V. Oves i produkty ego pererabotki //Hleboprodukty.- 2015.- № 11.- S. 49-51. [in Russian]

18. Tuljakov D.G., Meleshkina E.P., Vitol I.S., Pankratov G.N., Kandrokov R.H. Ocenka svojstv muki iz zerna tritikale s ispol' zovaniem sistemy Miksolab // Hranenie i pererabotka sel' hozsyr' ja. -2017. - № 1. - S. 20-23. [in Russian]

19. Burchakova I.Ju., Ermilova S.V. Organizacija processa prigotovlenija i prigotovlenie slozhnyh hlebobulochnyh, muchnyh konditerskih izdelij. Uchebnik -2-e izd.-Moskva:Akademija, 2015.-383 s. ISBN 978-5-4468-2134-1. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Рахымбаева М.Н. - магистр, докторант, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: m.r.n_8704@mail.ru;

Изтаев Ғ.-техникалық ғылымдар докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail:auelbekking@mail.ru;

Кулажанов Т.К.- техникалық ғылымдар докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail:tkulazhanov_atu@mail.ru;

Якияева М.А. - философия докторы (Ph.D), қауымдастырылған профессор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail:yamadina88@mail.ru;

Турсунбаева Ш. А. - философия докторы (Ph.D), Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail:

sh.tursunbaeva@bk.ru

***Information about authors***

Rakhymbayeva M. N.-Master's degree holder, PhD student, Almaty University of Technology, Almaty, Kazakhstan, e-mail: m.r.n_8704@mail.ru;
Iztayev A. -Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty University of Technology, Almaty, Kazakhstan, e-mail: auelbekking@mail.ru;
Kulazhanov T.K. **-** Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty University of Technology, Almaty, Kazakhstan, e-mail: tkulazhanov_atu@mail.ru;
Yakiyayeva M. A**.** - Doctor of Philosophy (Ph.D), Associate Professor, Almaty University of Technology, Almaty, Kazakhstan,e-mail: yamadina88@mail.ru;
Tursunbayeva Sh.A.- Doctor of Philosophy (Ph.D), Almaty University of Technology, Almaty, Kazakhstan, e-mail: sh.tursunbaeva@bk.ru

МРНТИ 65.33.03 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-759**

# СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ ВИТАМИНИЗОВАННЫХ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ СНЭКОВ

**А.И. Кабылда, А.С. Жармаханова, Ж.С. Кожухова**

*АФ ТОО «Казахский научный исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан,*

*Автор-корреспондент: jansa1612@gmail.com*

Настоящий обзор направлен на сравнение качественных характеристик плодово-ягодных порошков в разработке витаминизованных безглютеновых снэков, что представляет собой важную задачу в области функционального питания. В статье рассматриваются порошки различных плодово-ягодных культур, а именно банан, яблоко, клюква, черная смородина, черника, облепиха, шиповник. Эти виды сырья исследуются с точки зрения их физико-химических показателей и витаминной ценности, а именно рассматривается содержание белка, жира, углеводов, клетчатки, витаминов В1, А, С, РР.

На основе проведенного сравнения было определено, какие плодово-ягодные порошки обладают наибольшими уровнями витаминов и питательных веществ, что позволяет улучшить питательную ценность конечных продуктов. Полученные результаты подтверждают возможность использования плодово-ягодных порошков для создания витаминизированных безглютеновых снеков с улучшенными функциональными и вкусовыми свойствами.

Работа направлена на расширение ассортимента безглютеновых продуктов, что особенно актуально в условиях роста интереса к здоровому питанию и потребности в функциональных продуктах питания. Создание таких снэков с улучшенными органолептическими и питательными характеристиками будет способствовать улучшению рациона питания людей с глютеновой непереносимостью, а также всех, кто стремится к здоровому образу жизни. Это подтверждает возможность использования плодово-ягодных порошков для создания витаминизированных безглютеновых снеков с улучшенными функциональными свойствами.

**Ключевые слова:** переработка, технология, сырье, безглютеновая продукция, безглютеновые экструдированные снэки, плодово-ягодные порошки, витаминный состав, физико-химические показатели.

# ЖЕМІС-ЖИДЕК ҰНТАҒЫНЫҢ ВИТАМИНДЕНДІРІЛГЕН ЭКСТРУЗИЯЛАНҒАН ГЛЮТЕНСІЗ СНЕКТЕР ҮШІН САПАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН САЛЫСТЫРУ

**А.И. Қабылда, А.С. Жармаханова, Ж.С. Кожухова**

*Астана филиалы ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты», Астана, Қазақстан,*
*e-mail: jansa1612@gmail.com*

Бұл шолу жеміс-жидек ұнтақтарының глютенсіз витаминдендірілген снектерді әзірлеудегі сапалық сипаттамаларын салыстыруға бағытталған, бұл функционалды тағамтану саласында маңызды міндет болып табылады. Мақалада әртүрлі жеміс-жидек мәдениеттерінің ұнтақтары, атап айтқанда банан, алма, клюква, қарақат, көкжидек, облепиха және шиповник қарастырылады. Бұл шикізаттар физика-химиялық көрсеткіштері мен витаминдік құндылығы тұрғысынан зерттеледі, әсіресе В1, А, С және РР витаминдерінің құрамына назар аударылады.

Жүргізілген салыстыру негізінде, қандай жеміс-жидек ұнтақтары белгілі бір витаминдер мен пайдалы заттардың жоғары құрамын қамтамасыз ететіні анықталды, бұл дайын өнімдердің тағамдық құндылығын жақсартуға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер жеміс-жидек ұнтақтарын витаминдендірілген глютенсіз снектерді жасау үшін қолданудың мүмкіндігін растайды, бұл өнімдердің функционалды және дәмдік қасиеттерін жақсартуға ықпал етеді.

Жұмыс глютенсіз өнімдер ассортиментін кеңейтуге бағытталған, бұл сау тамақтануға деген қызығушылықтың артуы мен функционалды тағам өнімдеріне сұраныстың өсуі жағдайында ерекше өзекті. Мұндай снектерді жасау, олардың органолептикалық және тағамдық қасиеттерін жақсарту арқылы глютенге төзбеушілігі бар адамдар мен сау өмір салтын ұстанатындардың тамақтану рационын жақсартуға ықпал етеді. Бұл жеміс-жидек ұнтақтарын витаминдендірілген глютенсіз снектерді жасау үшін қолданудың мүмкіндігін растайды, бұл өнімдердің функционалды қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** өңдеу, технология, шикізат, глютенсіз өнімдер, глютенсіз экструзияланған снектер, жеміс-жидек ұнтақтары, витаминдер құрамы, физика-химиялық көрсеткіштер.

## COMPARISON OF QUALITY CHARACTERISTICS OF FRUIT AND BERRY POWDERS FOR VITAMINIZED EXTRUDED GLUTEN-FREE SNACKS

**A.I. Kabylda, A.S. Zharmakhanova, Z.S. Kozhukhova**

*Astana branch «Kazakh research institute of processing and food industry» LTD, Astana, Kazakhstan, e-mail: jansa1612@gmail.com*

This review is aimed at comparing the quality characteristics of fruit and berry powders in the development of vitamin-enriched gluten-free snacks, which represents an important task in the field of functional nutrition. The article examines powders from various fruit and berry crops, namely banana, apple, cranberry, black currant, blueberry, sea buckthorn, and rosehip. These raw materials are studied in terms of their physicochemical characteristics and vitamin value, specifically considering the content of protein, fat, carbohydrates, fiber, and vitamins B1, A, C, and PP.

Based on the conducted comparison, it was determined which fruit and berry powders provide the highest levels of vitamins and nutrients, which helps to improve the nutritional value of the final products. The results confirm the possibility of using fruit and berry powders to create vitamin-enriched gluten-free snacks with improved functional and sensory properties.

The work is aimed at expanding the range of gluten-free products, which is especially relevant in the context of the growing interest in healthy eating and the demand for functional food products. Creating such snacks with improved organoleptic and nutritional characteristics will contribute to improving the diet of people with gluten intolerance, as well as those who strive for a healthy lifestyle. This confirms the possibility of using fruit and berry powders to create vitamin-enriched gluten-free snacks with enhanced functional properties.

**Keywords**: processing, technology, raw materials, gluten-free products, gluten-free extruded snacks, fruit and berry powders, vitamin content, physicochemical characteristics.

**Введение.** Сне́ки, или снеки (англ. snack) – в англоязычных странах общее название лёгких блюд, предназначенных для «перекуса» – утоления голода между основными приёмами пищи. В последнее время снэками считают вид сухих завтраков для широких слоев населения, с акцентом на здоровое питание. Однако некоторые люди с определенной генетической природой страдают глютеновой болезнью при употреблении в пищу продуктов, содержащих пшеницу, рожь или ячмень. Причиной этого заболевания является употребление в пищу глютена, который может повлиять на усвоение важных питательных веществ, таких как железо, фолиевая кислота, кальций и жирорастворимые витамины [1].

При глютеновой непереносимости употребляемый глютен (белок, содержащийся в пшенице, ржи и ячмене) в организме вырабатывается иммунный ответ, который атакует тонкий кишечник. Данные атаки приводят к повреждению ворсинок, выступов, похожих на маленькие пальцы, которые выстилают тонкий кишечник, что способствует всасыванию питательных веществ [2]. Решение данной проблемы имеет только

строгое пожизненное соблюдение безглютеновой диеты, которая обеспечивает качество жизни больного, адекватное физическое и интеллектуальное развитие, а также предотвращает развитие осложнений [3,4].

Выбранная причина изучения темы обогащения безглютеновых снэков витаминами обусловлена обеспокоенностью по поводу рациона питания детей и его последствий для здоровья в долгосрочной и краткосрочной перспективе. В контексте исследования рассматривается польза добавленных плодово-ягодных порошков в экструдированные закуски для улучшения питательного профиля. Хотя питательные свойства являются ключевым фактором, продукты должны также иметь удовлетворительные органолептические свойства.

Многочисленные исследования показали, что употребление фруктов и овощей может снизить риск хронических неинфекционных заболеваний, включая сердечно-сосудистые заболевания и некоторые виды рака [5]. Исследования также показали, что употребление фруктов и ягод в детстве может защитить от рака во взрослом возрасте [6]. Появляется все больше доказательств того, что дети, которые регулярно употребляют фрукты и овощи в своем рационе, менее уязвимы к целому ряду детских заболеваний [7].

Полезные эффекты фруктов и овощей объясняются содержанием в них клетчатки и антиоксидантными свойствами. Пищевые волокна связаны с контролем веса [8], запоры, сердечно-сосудистые заболевания, некоторые виды рака и диабет [9] в то время как антиоксиданты, как было показано, защищают от сердечно-сосудистых заболеваний и некоторых видов рака [10].

Кондитерские изделия, печенье и соленые закуски (включая чипсы и экструдированные закуски) являются наиболее часто потребляемыми закусками. Необходимо сделать больше в плане производства закусок с положительной пользой для здоровья, особенно для детей [11]. Возможные варианты включают добавление ингредиентов, которые имеют положительную пользу для здоровья, таких как фрукты, ягоды и овощи. Учитывая текущие опасения по поводу растущего уровня детского ожирения и диеты детей, включая нездоровые привычки перекусывать, видится возможность разработки экструдированных закусок для детей с улучшенными питательными характеристиками. Ключевыми питательными качествами такого продукта будут высокое содержание клетчатки, витаминов, минералов и антиоксидантов. В настоящее время, в Казахстане в достаточном объеме выращивается достаточное количество ягод и фруктов, которые могут быть полноценным наполнителем при производства безглютеновых снэков.

Исходя из этих соображений, были проведены исследования по улучшению пищевого профиля безглютеновых мучных изделий с высокими качественными характеристиками за счёт использования высококачественного отечественного сырья и добавления плодово-ягодных порошков. Для создания рецептуры экструдированных снэков с добавлением плодово-ягодных порошков с целью получения безглютеновых перекусов, обладающих высоким содержанием витаминов и минеральных веществ необходимо правильно подобрать сырье.

Целью данного исследования является изучение и сравнение качественных характеристик различных плодово-ягодных порошков для выявления их эффективности в повышении питательной ценности и функциональных свойств экструдированных безглютеновых снеков, а также выбор наиболее оптимальных образцов для дальнейших исследований.

Для выполнения цели были поставлены следующие задачи:

- выбор плодово-ягодных клуьтур;

- исследование физико-химических показателей и витаминного состава отобранных образцов плодово-ягодных порошков.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являются порошки плодово-ягодных культур: банан сорта «Кавендиш» (страна Эквадор), клюква крупноплодная сорта «Стивенс» (Алматинская область), облепиха сорта «Алтайская» (Алматинская область), черная смородина крупноплодная сорта «Тисель» (Алматинская

область), черника сорта миртолистная (Кокчетавская область), шиповник сорта острошиповый (Астанинская область) и яблоко сорта «Апорт» (Алматинская область).

Экспериментальные исследования проводились на базе Астанинского филиала ТОО «Казахского научно-исследовательского института перерабатывающей и пищевой промышленности» в 2024 году.

Исследования качественных характеристик отобранных образцов плодово-ягодных порошков (физико-химические показатели и витаминный состав) проводились по ГОСТ Р 51603-2000, ГОСТ 19215-73, ГОСТ Р 59661-2021, ГОСТ 6829-2015, ГОСТ 34219-2017, ГОСТ 1994-93, ГОСТ 34314-2017.

Для исследования предварительно были получены порошки из отобранных образцов плодово-ягодных культур.

Для начала отобранные образцы плодово-ягодных культур были высушены при помощи лиофильной сушки с воздушным охлаждением «Alpha 1-2 LDplus» в соответствии с ГОСТ 31372-2010. Этот аппарат был использован для удаления воды из сырья перед его последующим измельчением. Далее, высушенные образцы измельчались с помощью миксера, ступки, гомогенизатора и дробилки до получения гомегенной массы по ГОСТ 26671-2014. Перед измельчением образцы проходили обработку.

Основным оборудованием в исследовании белков, углеводов, жира и пищевых волокон является ИК анализатор Инфраматик 8611 (рисунок 1).

**Рис. 1 - Анализатор «Инфраматик 8611»**

**Рис. 2 - Спектрофотометр UV-1900i (Shimadzu, Япония)**

Определение витаминного содержания проводилось при помощи спектрофотометра UV-1900i (рисунок 2).

**Результаты и обсуждение.** При разработке рецептуры безглютеновых снэков с добавлением плодово-ягодных порошков ключевую роль играет подбор образцов ягод и фруктов. При выборе образцов акцент был сделан на то, что юго-восток Казахстана является родиной яблоки, север Казахстана является территорией, где свободно растет облепиха, клюква, черная смородина, черника и шиповник, на рынке Казахстана банан является одним из самых распространенных и сравнительно дешевых фруктов. Исходя из этого данные продукты являются легкодоступными.

Были проведены исследования качественных характеристик анализируемых образцов на 100 г продукта.

Результаты анализа образцов на физико-химические показатели (содержание белков, жиров, углеводов и клетчатки) представлены в виде сравнительной диаграммы (рисунок 3).

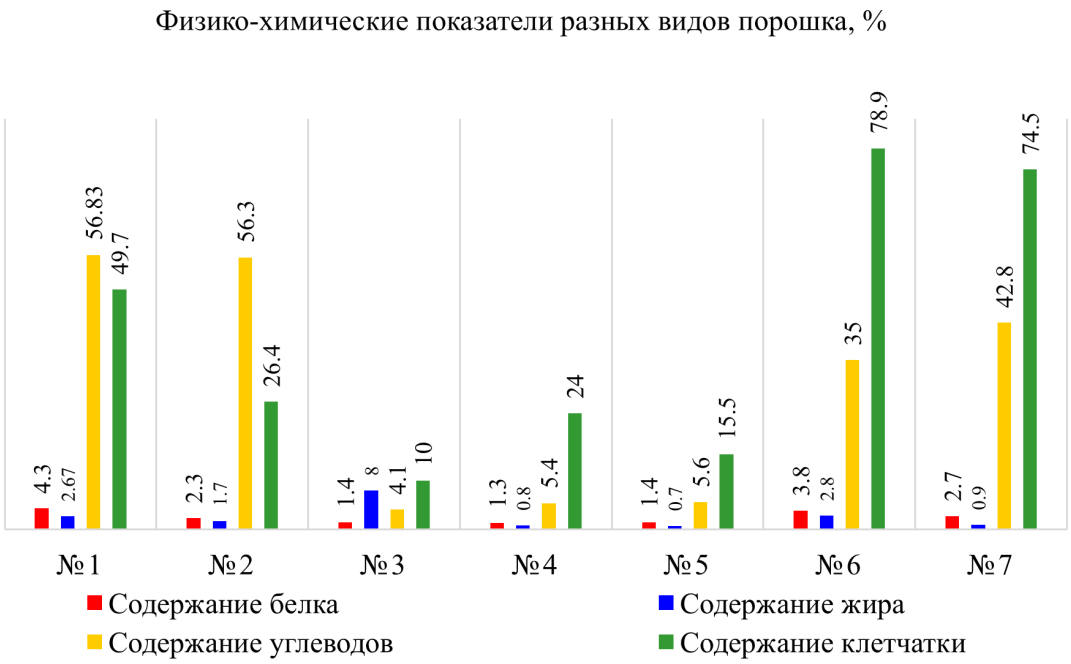



**Рис. 3 - Физико-химические показатели 7 разных видов порошка**

*Образец №1 - банановый порошок, №2 - клюквенный порошок, №3 - облепиховый порошок, №4 - порошок черной смородины, №5 - порошок черники, №6 - порошок шиповник, №7 - яблочный порошок*

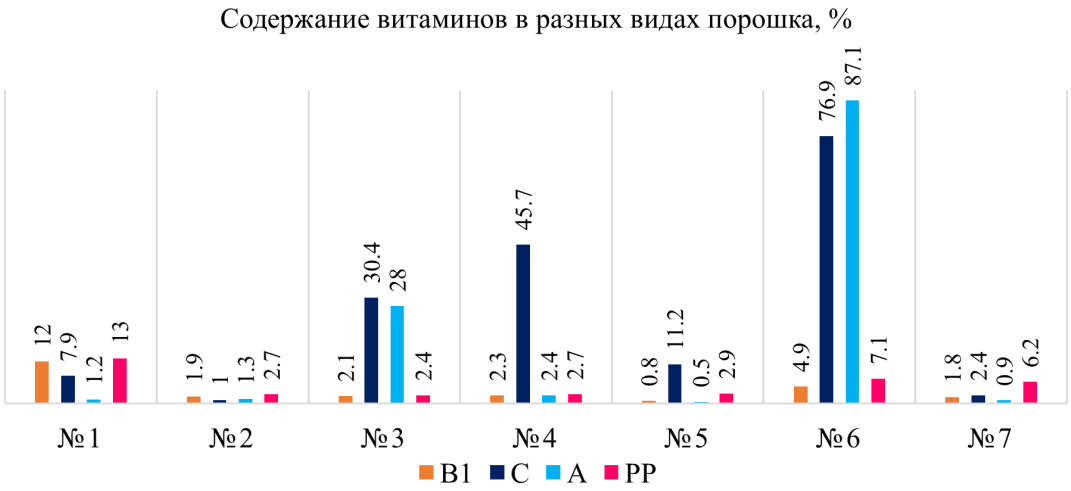



**Рис. 4 - Содержание витаминов в 7 разных видах порошка**

*Образец №1 - банановый порошок, №2 - клюквенный порошок, №3 - облепиховый порошок, №4 - порошок черной смородины, №5 - порошок черники, №6 - порошок шиповник, №7 —- яблочный порошок*

Данные, представленные на рисунке 3, свидетельствуют о том, что по содержанию белка и жиров все образцы примерно на одном уровне, но наибольшее содержание белка наблюдается в банановом порошке - 4,30%, а наибольшее содержание жира наблюдается в клюквенном порошке - 8,0%. Банановый и клюквенный порошки также отличаются высоким содержанием углеводов - 56,3% и 56,30% соответственно. Порошки шиповника и яблока содержат наибольшее количество клетчатки - 78,9% и 74,5%.

Результаты выявленного содержания витами-

нов В1, С, А, РР в отобранных образцах плодово-ягодных порошков представлены в виде сравнительной диаграммы (рисунок 4).

Данные, представленные на рисунке 4 свидетельствует о том, что по содержанию витамина $B_1$ лидирующая позиция у банана, с показателем 12 %, тогда как у шиповника она не превышает 0,8 %. Шиповник по содержанию витаминов С и А в несколько раз опережает другие ягоды и фрукты с показателями 87,1 и 76,9 %, уступая облепихе и черной смородине, в это же время другие образцы показывают от 0,5 % (черника). По содержанию витамина РР лидирующую позицию держит банан (13 %), во всех остальных образцах они были в пределах 2,4-7,1 %, что тоже считается хорощим показателем.

На основе проведённого анализа качественных характеристик плодово-ягодных порошков для обогащения безглютеновых снеков витаминами и питательными веществами в качестве наиболее оптимальных вариантов были выбраны следующие порошки: шиповниковый (образец №6), банановый (образец №1), клюквенный (образец №2) и яблочный (образец №7).

Выбор шиповникового порошка обусловлен его лидирующими показателями по содержанию витаминов С и А, а также высоким уровнем клетчатки, что способствует укреплению иммунитета и улучшению пищеварения. Банановый порошок был выбран за его высокое содержание белков, углеводов и витаминов В1 и РР, что делает его отличным компонентом для повышения энергетической ценности продукта. Клюквенный порошок демонстрирует сбалансированный профиль питательных веществ, включая высокое содержание углеводов и витамина С. Яблочный порошок выделяется значительным количеством клетчатки, что делает его незаменимым для улучшения функциональных характеристик снеков.

Таким образом, комбинация данных порошков обеспечивает оптимальное сочетание вкусовых и питательных характеристик, а также удовлетворяет требования к функциональному питанию.

**Выводы.** Проведенное исследование качественных характеристик плодово-ягодных порошков показало, что проанализированные образцы банановго, клюквенного, облепихового, смородинного, черничного, яблочного порошка и порошка шиповника могут эффективно использоваться для обогащения витаминами безглютеновых снеков. В результате сравнительного анализа было установлено, что различные виды порошков имеют различные уровни содержания питательных веществ и витаминов, что позволяет на основе этих данных выбрать оптимальные компоненты для улучшения питательной ценности и функциональных свойств безглютеновых снеков.

Для дальнейшей разработки рецептуры витаминизованного безглютенового снэка из 7 порошков были выбраны 4, а именно порошки шиповника, банана, клюквы и яблока, благодаря их высоким показателям витаминов, клетчатки и углеводов. Использование вышеперечисленных порошков в качестве добавок в производстве безглютеновых снеков может существенно улучшить рацион питания людей с глютеновой непереносимостью, а также всех, кто заинтересован в здоровом питании.

Таким образом, использование плодово-ягодных порошков в безглютеновых снэках представляет собой эффективный способ обогащения рациона важными питательными веществами и биоактивными соединениями. Это подчеркивает необходимость дальнейших исследований и разработок в этой области для повышения качества функциональных продуктов питания.

***Финансирование.*** *Данное исследование финансировалось Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках Научно-технической программы BR22886613 «Разработка инновационных технологий по переработке и хранению сельскохозяйственной растениеводческой продукции и сырья» на 2024-2026 годы по бюджетной программе 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» по подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» по проекту «Разработка рецептуры витаминизованных безглютеновых экструдированных снэков с добавлением плодово-ягодных порошков».*

## Литература

1. Cleary L., Brennan C. The influence of a (1→3)(1→4)-β-d-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta // International Journal of Food Science & Technology.-2006.-Vol.41(8).- P.. 910–918. DOI 10.1111/j.1365-2621.2005.01141.x.

2. Padalino L., Mastromatteo M., Lecce L., Cozzolino F., Del Nobile M. A. Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour // International Journal of Food Sciences and Nutrition. - 2015.- Vol.66(2).- P.148-158. DOI 10.3109/09637486.2014.959897.

3. Барсукова Н. В., Решетников Д. А., Красильников В. Н. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий//Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». -2011. - № 1.- С.9-17.

4. Рославцева Е. А., Сабельникова Е. А. Современные представления о формах непереносимости глютена // Российский педиатрический журнал.- 2013.-№ 1.- С.21-27

5. Knai C., Pomerleau J., Lock K., McKee M. Getting children to eat more fruit and vegetables: a systematic review // Preventive Medicine.-2006.- Vol.42.-C.85–95. DOI 10.1016/j.ypmed.2005.11.012.

6. Maynard M., Gunnell D., Emmett P., Frankel S., Davey Smith G. Fruit, vegetables and antioxidants in childhood and risk of adult cancer: The Boyd Orr cohort // Journal of Epidemiology & Community Health.- 2003.- Vol. 57.- P. 218-225. DOI 10.1136/jech.57.3.218.

7. Antova T., Pattenden S., Nikiforov B., Leonardi G. S., Boeva B., Fletcher T. Nutrition and respiratory health in children in six Central and Eastern European countries // Thorax.- 2003.-Vol. 58. -C. 231–236. DOI 10.1136/thorax.58.3.231.

8. Christian P., Evans C. 14 Infancy, childhood, and adolescence //Human Nutrition. - 2023. -P. 315. DOI 10.1093/hesc/9780198866657.003.0018

9. Hampl J. S., Betts N. M., Benes B. A. The “Age +5” rule; comparisons of dietary fiber intake among 4–10 year old children // Journal of the American Dietetic Association.- 1998.- Vol. 98.- P. 1418-1423. DOI 10.1016/S0002-8223(98)00320-4.

10. Ames B. M., Shigena M. K., Hagen T. M. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging // Proceedings of the National Academy of Science U.S.A.- 1993.- Vol. 90.- P. 7915-7922. DOI 10.1073/pnas.90.17.7915.

11. Mintel. How Snack Brands Can Win the Generation Game. Industry Trend Insight. – Mintel, 2024. https://store.mintel.com. Date of address: 05.01.2025)

## References

1. Cleary L., Brennan C. The influence of a (1→3)(1→4)-β-d-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta // International Journal of Food Science & Technology.-2006.-Vol.41(8).- P.. 910–918. DOI 10.1111/j.1365-2621.2005.01141.x.

2. Padalino L., Mastromatteo M., Lecce L., Cozzolino F., Del Nobile M. A. Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour // International Journal of Food Sciences and Nutrition. - 2015.- Vol.66(2).- P.148-158. DOI 10.3109/09637486.2014.959897.

3. Barsukova N. V., Reshetnikov D. A., Krasil’ nikov V. N. Pishhevaja inzhenerija: tehnologii bezgljutenovyh muchnyh izdelij//Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Serija «Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv». -2011. - № 1.- C.9-17.[in Russian]

4. Roslavceva E. A., Sabel' nikova E. A. Sovremennye predstavlenija o formah neperenosimosti gljutena // Rossijskij pediatricheskij zhurnal.- 2013.-№ 1.- S.21-27.[in Russian]

5. Knai C., Pomerleau J., Lock K., McKee M. Getting children to eat more fruit and vegetables: a systematic review // Preventive Medicine.-2006.- Vol.42.-C.85–95. DOI 10.1016/j.ypmed.2005.11.012.

6. Maynard M., Gunnell D., Emmett P., Frankel S., Davey Smith G. Fruit, vegetables and antioxidants in childhood and risk of adult cancer: The Boyd Orr cohort // Journal of Epidemiology & Community Health.- 2003.- Vol. 57.- P. 218-225. DOI 10.1136/jech.57.3.218.

7. Antova T., Pattenden S., Nikiforov B., Leonardi G. S., Boeva B., Fletcher T. Nutrition and respiratory health in children in six Central and Eastern European countries // Thorax.- 2003.-Vol. 58. -C. 231–236. DOI 10.1136/thorax.58.3.231.

8. Christian P., Evans C. 14 Infancy, childhood, and adolescence //Human Nutrition. - 2023. -P. 315. DOI 10.1093/hesc/9780198866657.003.0018

9. Hampl J. S., Betts N. M., Benes B. A. The "Age +5" rule; comparisons of dietary fiber intake among 4–10 year old children // Journal of the American Dietetic Association.- 1998.- Vol. 98.- P. 1418-1423. DOI 10.1016/S0002-8223(98)00320-4.

10. Ames B. M., Shigena M. K., Hagen T. M. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging // Proceedings of the National Academy of Science U.S.A.- 1993.- Vol. 90.- P. 7915-7922. DOI 10.1073/pnas.90.17.7915.

11. Mintel. How Snack Brands Can Win the Generation Game. Industry Trend Insight. – Mintel, 2024. https://store.mintel.com. Date of address: 05.01.2025)

***Сведения об авторах***

Қабылда А.И. - кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, АФ ТОО «Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан, e-mail: anara121579@gmail.com;

Жармаханова А.С. - магистр естественных наук, младший научный сотрудник, АФ ТОО «Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан, e-mail: arukydyrkozha77@gmail.com;

Кожухова Ж.С. - магистрант, младший научный сотрудник, АФ ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан, e-mail: jansa1612@gmail.com

***Information about the authors***

Kabylda A. I. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Astana branch of LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry", Astana, Kazakhstan, e-mail: anara121579@gmail.com;

Zharmakhanova A. S. – Master of Natural Sciences, Junior Researcher, Astana branch of LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry", Astana, Kazakhstan, e-mail: arukydyrkozha77@gmail ;

Kozhukhova Z. S. – Master' s Student, Junior Researcher, Astana branch of LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry", Astana, Kazakhstan, e-mail: jansa1612@gmail.com,

IRSTI 65.33.35 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-852**

# JUSTIFICATION AND SELECTION OF RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

**A.M. Omaraliyeva, A.Zh. Khastaeva, A.A. Bekturganova, A.M. Rakhimzhanova, Zh.T. Botbayeva**

*K.Kulazhanov named Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*Corresponding author: aigul-omar@mail.ru*

The article discusses the rationale and selection of raw materials for the production of flour confectionery in Kazakhstan. The main focus is on the popularity of cookies and gingerbread among consumers, due to their availability and low cost. However, the authors emphasize that traditional flour confectionery products are overloaded with carbohydrates and lack the content of micro- and macronutrients, vitamins and dietary fiber that are important for the body.

The implementation of proposals to improve the nutritional value of these products consists in the introduction of herbal additives into the formulation, which makes it possible to increase the content of essential nutrients and improve the overall composition of the product. In particular, it is planned to use legumes and oilseeds as the main raw materials, as well as powders of melons and fruit crops as fillers. This will significantly increase the nutritional properties of cookies, as well as reduce their calorie content, making the products more useful for consumers.

It is very important that Kazakhstan focuses on local raw materials and cultivated crops, which allows not only to improve and increase the range of baked goods, but also is one of the factors supporting local producers from an economic point of view. The authors of the article refer to the principles of food com binatorics, which emphasize the importance of developing and implementing new recipes to improve the characteristics of confectionery products.

It is very important that Kazakhstan focuses on local resources and grown crops, which can not only improve the range of baked goods, but also support local producers. These studies show the importance of integrating scientific approaches into traditional production processes, which in turn can contribute not only to improving the quality of food, but also to strengthening food security in the country. To summarize, we can say that the introduction of new technologies and the use of alternative raw materials is an important step towards creating more nutritious and environmentally friendly flour products that can meet the needs of the modern consumer.

**Keywords:** flour confectionery, grain and legume crops, zucchini, melon, apples, apricots, raspberries, sea buckthorn, currants, dry powder

# ҰННАН ЖАСАЛҒАН КОНДИТЕРЛІК ӨНІМДЕРДІ ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ШИКІЗАТТЫ НЕГІЗДЕУ ЖӘНЕ ТАҢДАУ

**А.М.Омаралиева, А.Ж.Хастаева, А.А.Бектурганова, А.М.Рахимжанова, Ж.Т. Ботбаева**

*Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*e-mail:aigul-omar@mail.ru*

Мақалада Қазақстанда ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді өндіруге арналған шикізатты таңдау мәселесі қарастырылады. Негізгі назар тұтынушылар арасында печенье мен пряниктің танымалдылығына аударылған, бұл олардың қолжетімділігі мен төмен бағасымен түсіндіріледі. Алайда, авторлар дәстүрлі ұннан жасалған кондитерлік өнімдердің көмірсуларға бай екенін және адам ағзасына қажетті микро- және макроэлементтер, дәрумендер мен тағамдық талшықтардың жеткіліксіздігін атап өтеді.

Аталған өнімдердің тағамдық құндылығын арттыру бойынша ұсыныстарды іске асыру рецептураға өсімдік текті қоспаларды енгізу арқылы жүзеге асырылады, бұл қажетті заттардың мөлшерін арттыруға және өнімнің жалпы құрамын жақсартуға мүмкіндік береді. Атап айтқанда, негізгі шикізат ретінде дәнді-бұршақты және майлы дақылдарды, ал толтырғыш ретінде бақша дақылдары мен жеміс-жидек ұнтақтарын қолдану ұсынылады. Бұл печеньенің қоректік қасиеттерін айтарлықтай жақсартуға, сондай-ақ оның калориялық құрамын өзгертуге мүмкіндік береді, нәтижесінде өнімдер тұтынушылар үшін пайдалырақ болады.

Негізгі екпін ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді, әсіресе кеңінен тұтынылатын өнімдерді байыту олардың сапасы мен тағамдық құндылығын арттыру үшін маңызды фактор екеніне қойылған. Мақала авторлары тағамдық комбинаторика қағидаларына сүйене отырып, кондитерлік өнімдердің сипаттамаларын жақсарту үшін жаңа рецептураларды әзірлеу мен енгізудің маңыздылығын атап көрсетеді.

Қазақстанда жергілікті ресурстар мен өсірілетін дақылдарға бағдарлану өте өзекті, бұл тек нантоқаш өнімдерінің ассортиментін жақсартуға ғана емес, сонымен қатар жергілікті өндірушілерді қолдауға да мүмкіндік береді. Зерттеулер дәстүрлі өндіріс процестеріне ғылыми тәсілдерді енгізудің маңыздылығын көрсетеді, бұл өз кезегінде тағам сапасын арттырумен қатар елдегі азық-түлік қауіпсіздігін нығайтуға да ықпал ете алады. Қорытындылай келе, жаңа технологияларды енгізу және баламалы шикізатты пайдалану – қазіргі заманғы тұтынушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыра алатын дәрумендерге бай және экологиялық таза ұн өнімдерін жасау жолындағы маңызды қадам болып табылады.

**Түйін сөздер:** ұннан жасалған кондитерлік өнімдер, дәнді және дәнді-бұршақты дақылдар, асқабақ, қауын, алма, өрік, таңқурай, шырғанақ, қарақат, құрғақ ұнтақ.

## ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

**А.М. Омаралиева✉, А.Ж. Хастаева, А.А. Бектурганова, А.М. Рахимжанова, Ж.Т. Ботбаева**

*Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*e-mail: aigul-omar@mail.ru*

В статье рассматривается обоснование и подбор сырья для производства мучных кондитерских изделий в Казахстане. Основное внимание уделяется популярности печенья и пряников среди потребителей, что обусловлено их доступностью и невысокой стоимостью. Однако авторы подчеркивают, что традиционные мучные кондитерские изделия перегружены углеводами и недостаточны по содержанию важных для организма микро- и макроэлементов, витаминов и пищевых волокон.

Реализация предложений по улучшению пищевой ценности данных изделий заключается в введении в рецептуру добавок растительного происхождения, что позволяет увеличить содержание необходимых полезных веществ и улучшить общий состав продукта. В частности, предполагается использовать зернобобовые и масличные культуры в качестве основного сырья, а также порошки бахчевых и плодово-ягодных культур в качестве наполнителей. Это позволит значительно повысить питательные свойства печенья, а также снизить его калорийность, делая продукты более полезными для потребителей.

Основной акцент делается на том, что обогащение мучных изделий, особенно тех, которые потребляются широкими слоями населения, является ключевым моментом для повышения их качества и пищевой ценности. Авторы статьи ссылаются на принципы пищевой комбинаторики, которые подчеркивают важность разработки и внедрения новых рецептур для улучшения характеристик кондитерских изделий.

Весьма актуально, что в Казахстане ориентируются на местные сырьевые ресурсы и выращиваемые культуры, что позволяет не только улучшить и увеличить ассортимент выпечки, но и является одним из факторов поддержки местных производителей с экономической точки зрения. Данные исследования показывают важность интеграции научных подходов в традиционные процессы производства, что в свою очередь может способствовать не только повышению качества пищи, но и укреплению продовольственной безопасности в стране. Подводя итог, можно сказать, что внедрение новых технологий и использованием альтернативного сырья — это важный шаг к созданию более питательных и экологически чистых мучных продуктов, способных удовлетворить потребности современного потребителя.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, зерновые и зернобобовые культуры, кабачки, дыня, яблоки, абрикосы, малина, облепиха, смородина, сухой порошок

**Introduction.** In Kazakhstan, the most popular flour confectionery product for most consumers is cookies and gingerbread. This is due to the relatively low cost and, accordingly, availability to a wide consumer audience. However, these products are overloaded with carbohydrates, contain an insufficient amount of micro- and macroelements, vitamins and dietary fiber.

To increase the nutritional value, additives containing essential nutrients are introduced into the recipe of flour products. Plant-based raw materials containing many important macro- and micronutrients are best suited for this purpose. These can be various fruit and berry and melon crops. In this regard, it is advisable to continue research in the field of developing technology for the production of flour confectionery products. Legumes and oilseeds will be used as the main raw materials for the production of flour confectionery products, and powders of melon and fruit and berry crops grown in Kazakhstan will be used as fillers.

The use of non-traditional raw materials allows changing the caloric content of cookies, increases the content of dietary fiber, macro- and microelements, vitamins and other minor substances.

According to the principles of food combinatorics [1-5], flour products of mass demand, those products that are consumed by a large number of different segments of the population, are subject to enrichment. Much research has been devoted to improving the quality of confectionery products, increasing their nutritional and biological value. Thus, in many countries, bakery and flour confectionery products are modified by adding dietary fiber, vitamins, and minerals to the recipes of these products, using various cereals, processed vegetable products, and oilseeds - sesame, sunflower, etc. [2].

The use of melon and fruit and berry powder in the processing of grain products is an optimal solution for improving their nutritional qualities with health benefits for consumers, and is increasingly being used by processors in this area [6, 7]. Along with increasing the nutritional value, adding melon and fruit and berry crops to baking dough improves the physical, chemical, sensory and microbiological properties of finished products [8, 9, 10]. Due to the richness of nutrients, the consumption of functional products made from melon and fruit and berry powders can prevent some diseases [6, 11, 12]. Based on the above, it can be noted that the problem of forming an assortment of functional flour confectionery products cannot be considered solved at present.

An analysis of scientific literature on this topic shows that there are many studies on the use of plant materials in the technology of flour confectionery products. For example, in the work [13] it is proposed to use biologically active substances and dietary fibers isolated from fruit and vegetable powders in the technology of flour confectionery products for the purpose of enriching the products.

S.E. Kharkov, V.V. Gonchar, I.V. Roslyakov developed technologies for brewed gingerbread products using non-traditional raw materials, such as flour from powdered melon seeds, which helps improve the organoleptic and physicochemical

properties of finished products [14].

Scientists from the Kuban State Technological University have proven the value of processed melon crops – watermelons and pumpkins – as functional ingredients through their research. They have developed a food additive based on watermelon pomace and its seeds, which has membrane-protective, antitoxic and radioprotective properties. The use of this additive in bakery products is facilitated by the fact that this food additive is highly soluble in water. This ability appears as a result of processing the raw materials in a rotary roller disintegrator [15].

Pumpkin processing products are widely used in the technology of bread, bakery and flour confectionery. Pumpkin pomace, seeds, and fermented pumpkin pulp are used as enriching ingredients [16-19]. The use of pumpkin in the technology of bread products is also the subject of the works of I.B. Isabaev. He developed a method for producing rusks with pumpkin puree additives. The finished products had not only good organoleptic properties, but also an optimal calcium and magnesium ratio [19].

Thus, the use of dry powders based on melons and fruit crops as ingredients that increase the nutritional value of flour confectionery products is due to the fact that they are harmless additives of natural origin and, based on the results of the literature review, flour products will be developed using non-traditional raw materials.

**Materials and methods.** The objects of the study are:

- grain and leguminous crops such as rice, oats, buckwheat, barley, corn, chickpeas, lentils;

- melons - pumpkin, squash, melon;

- fruit crops - apples, apricots;

- berries - raspberries, sea buckthorn, currants.

During the research, traditional methods of assessing the quality of plant materials were used.

GOST 7975-2013 Fresh edible pumpkin. Specifications; GOST 7178-2015 Fresh melons. Specifications; GOST 31822-2012 Fresh Courgettes sold in retail. Specifications; GOST 34314-2017 Fresh apples sold in retail. Specifications; GOST 27572 - 2017 Fresh apples for industrial processing. Specifications; GOST 32787-2014 Fresh apricots. Specifications; GOST 33915-2016 Fresh raspberries and blackberries. Specifications; GOST 6829-2015 Fresh black currants. Specifications; GOST 33954-2016 Fresh red and white currants; GOST R 59661-2021 Fresh sea buckthorn. Technical conditions; TR CU 021/2011 Technical regulations of the Customs Union ”On the safety of food products”; GOST 13586.3-2015 Grain. Acceptance rules and sampling methods.

**Results and discussion.** According to the data of the conducted literature review, at the present stage, raw materials of plant origin play an important role in the creation of food products. From this position, grain and leguminous crops are a promising crop in the Republic of Kazakhstan.

From the main growing regions of grain (wheat, barley, oats, buckwheat, corn, rice) and legumes (chickpeas, lentils) crops, the following species and varieties were selected based on their technological characteristics for the production of flour confectionery:

- barley varieties ”Sabir” (Akmola region), ”Arpa elite” (Almaty region);

- buckwheat varieties ”Saulyk” (Almaty region), ”Batyr” (Akmola region);

- lentil varieties ”Stepnaya” (Almaty region), ”L-4 400” (Kostanay region);

- chickpea variety ”Ersultan” (Almaty region);

- corn variety ”Dobrynya” (Almaty region);

- rice varieties “Syr Syluy”, “Aikerim” and “Marzhan” (Kyzylorda region);

- oats varieties “Duman” and “Bitik” (Akmola region); ”Arman” (Kostanay region).

The chemical composition of the selected varieties was analyzed. The results of the analysis are summarized in Table 1.

The analysis of the presented table – 1 shows that domestic varieties of grain and leguminous crops have a high content of mass fraction of protein. Studies of grain crop samples show that

the maximum value of mass fraction of protein corresponded to the grain of buckwheat of the variety “Saulyk” (Almaty region) and amounted to 12.5%,

**Table 1 - Results of the chemical analysis of the selected grain and leguminous crops**

| № | Name/variety | Humidity, % | Protein, % | Fat,% | Fiber,% | Starch content,% | Ash content,% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lentils | | | | | | | |
| 1 | ”Stepnaya” (Almaty region) | 5,7 | 27,8 | 2,6 | 3,6 | 47,2 | 2,6 |
| 2 | ”L-4 400” (Kostanay region) | 6 | 27,8 | 2,4 | 3,2 | 46,8 | 2,4 |
| Chickpeas | | | | | | | |
| 3 | ”Ersultan” (Almaty region) | 5,3 | 24,6 | 5,8 | 5 | 38,5 | 0,9 |
| Corn | | | | | | | |
| 4 | ”Dobrynya” (Almaty region) | 6,4 | 7,7 | 1,3 | 1,7 | 64,4 | 1,36 |
| Barley | | | | | | | |
| 5 | ”Arpa elite” (Almaty region) | 6,8 | 10,2 | 3,5 | 9,4 | 51,9 | 3,2 |
| 6 | ”Sabir” (Akmola region) | 6 | 10 | 2,3 | 8,9 | 51,8 | 2,2 |
| Buckwheat | | | | | | | |
| 7 | ”Saulyk” (Almaty region) | 9,5 | 12,5 | 3,3 | 9,1 | 47,9 | 1,8 |
| 8 | ”Batyr” (Akmola region) | 9 | 10,8 | 3 | 9 | 48,7 | 2 |
| Rice | | | | | | | |
| 9 | “Syr Syluy” (Kyzylorda region); | 9,7 | 7,96 | 1,2 | 2,8 | 68,3 | 0,41 |
| 10 | “Aikerim” (Kyzylorda region) | 10,5 | 6,62 | 1,79 | 2,5 | 70,1 | 0,45 |
| 11 | “Marzhan” (Kyzylorda region) | 11,5 | 7,4 | 1,93 | 2,7 | 69,4 | 0,48 |
| Oats | | | | | | | |
| 12 | “Duman” (Akmola region) | 10,2 | 12,77 | 1,8 | 9,2 | 57,5 | 2,54 |
| 13 | ”Arman” (Kostanay region) | 10 | 12,5 | 3,2 | 9,3 | 55,4 | 2,45 |
| 14 | “Bitik” (Akmola region) | 9,8 | 11,3 | 3,6 | 9,8 | 56,2 | 2,58 |

The analysis showed a high starch content in the selected batches of lentils - up to 47.2% for the ”Almatinskaya” variety. High starch content was found in: corn of the ”Dobrynya” variety (Almaty region) (64.4%), and barley of the ”Arpa Elite” variety (up to 51.9%), the minimum value was noted in the sample of buckwheat grain of the ”Saulyk” variety (Almaty region) (47.9%).

Table 1 shows that the carbohydrate content in the studied samples varies in the range of 70-76%. The highest carbohydrate content was found in the grain of rice of the ”Marzhan” variety. It is known that the quantitative content of carbohydrates in rice grain depends not only on genetic traits, but also on many

external factors and growing conditions (chemical composition of the soil, its acidity and humidity). Dietary fiber, poorly absorbed by the human body, accelerates intestinal peristalsis, normalizes lipid and carbohydrate metabolism in the body, and promotes the elimination of heavy metals. The high nutritional value of rice is provided by the protein composition of rice varieties. Analysis of protein in the grain of selected rice varieties showed that the "Syr syluy" variety has higher rates (7.96%), and the "Aikerim" variety has a mass fraction of protein of 6.62%.

The analysis of Table 1 allows us to state that in the studied samples of oat grains of the Duman variety, the mass fraction of carbohydrates is 2.8%; 1.54% higher than in the Bitik and Arman varieties. As we know, carbohydrates are the main source of energy for physical and mental activity. In addition, carbohydrates are necessary for uninterrupted cell division, muscle strengthening and normalization of growth dynamics [20]. In terms of protein content, the Duman variety also leads, in comparison with other studied varieties, the mass fraction of protein is higher by 1.47%; 0.27%, respectively. And in terms of fat content, the Bitik variety leads.

The results of the research made it possible to identify varieties of grain and leguminous crops with the highest nutritional value, which can serve as the main raw material in the development of technologies for the production of flour confectionery products.

**Table 2 - Comparative analysis of the quality of melons and gourds with the requirements of regulatory documents**

| № | Name of raw material | Pumpkin | | Melon | | Courgettes | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | according to GOST 7975-2013 | sample under study | according to GOST 7178-2015 | sample under study | according to GOST 31822-2012 | sample under study |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Mass fraction of fruits (in case of calibration) that do not meet calibration requirements, %, no more than | 10 | 4 | 10 | 5 | 5 | 3 |
| 2 | Mass fraction of bruised and mechanically damaged fruits, %. no more than | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found |
| 3 | Mass fraction of foreign impurities (twigs, stalks, leaves). %, no more than | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found |
| 4 | The presence of rotten, withered, moldy and dry fruits | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found |
| 5 | Presence of agricultural pests and their waste products | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found |

The ideological principle of the functional products being developed is the absence of preservatives, dyes, flavors and other artificial food additives. The main ingredients of the products are melons, fruits, berries (powders) dried using a special innovative technology, as well as various food components that allow varying the taste, aroma and functional properties of the products.

Dried crushed melons, fruits and berries contain dietary fiber, pectin and cellulose, which have prebiotic properties.

Next, a comparative analysis of the quality of the studied samples of melons (pumpkin, melon, squash) and fruit and berry (apples, apricots, raspberries, currants and sea buckthorn) crops was carried out with the requirements of regulatory documents presented in Table 2.

The studies showed that all the analyzed samples were in a healthy condition, the mass fraction of fruits was dented and mechanically damaged, foreign impurities; rotten, withered, moldy and dry fruits were not found in the studied samples. The conducted studies showed that the analyzed samples of melons and gourds meet the requirements of regulatory documents, have high technological properties, which can subsequently ensure the maximum output of products during their processing.

**Table 3 - Comparative analysis of the quality of fruit and berry crops with the requirements of regulatory documents**

| № | Name of raw material | Apple | | Apricot | | Raspberry | | Currant | | Sea buckthorn | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | according to GOST 27572-2017 | sample under study | according to GOST 32787-2014 | sample under study | according to GOST 33915-2016 | sample under study | according to GOST 33954-2016 | sample under study | according to GOST R 59661-2021 | sample under study |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Fruit size by largest transverse diameter, cm, not less than | 6 | 7 | 10 | 12 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | Mass fraction of berries that do not correspond to the commercial grade, but correspond to a lower grade, %, no more than | - | - | - | - | 5 | 3 | 5 | 2 | - | - |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Mass fraction of fruits that have not reached removable maturity and color. %, not more than | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 1 |
| 4 | Mass fraction of bruised and mechanically damaged fruits, %. no more than | not allowed | not found | not allowed | not found | - | - | - | - | 5 | 3 |
| 5 | Mass fraction of foreign impurities (twigs, stalks, leaves). %, no more than | not allowed | not found | not allowed | not found | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,5 |
| 6 | The presence of rotten, withered, moldy and dry fruits | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found |
| 7 | Presence of agricultural pests and their waste products | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found | not allowed | not found |

The studies showed (Table 3) that the samples were in a healthy condition. The presence of agricultural pests and their waste products were not detected in the studied samples. The mass fraction of berries that did not correspond to the commercial grade was within the norm. The studies showed that the analyzed samples of fruit and berry crops meet the requirements of regulatory documents.

Analysis of tables 2 and 3 allows us to state that the studied samples of melons and fruit and berry crops comply with the requirements of regulatory documentation and can be used for research and production of dry powders.

Thus, dry powders from melons and fruit and berry crops can become an excellent basis for developing technologies for the production of flour confectionery products due to their beneficial properties and ability to improve the texture and nutritional value of the final product.

**Conclusions.** Based on the conducted research, it can be concluded that the development of functional flour confectionery products using non-traditional raw materials, such as legumes, melon and fruit and berry powders, is promising. Such products will have increased nutritional value, improved organoleptic properties and can help prevent various diseases due to the content of natural antioxidants and biologically active substances. The obtained results open up prospects for further research in the field of developing technologies for the production of flour confectionery products using non-traditional raw materials. This will expand the range of functional products enriched with natural antioxidants and biologically active substances, which is especially important in the context of the

modern healthy food market.

***Funding:*** *This study was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan within the framework of the PCF for the scientific and technical program IRN No. BR24993031 on the topic "Development of technology for the preparation of healthy food products for daily consumption, enriched with natural antioxidants and biologically active substances"*

## References

1. Dzakhmisheva Z.A., Dzakhmisheva I.SH. Funktsional' nye pishchevye produkty gerodieticheskogo naznacheniya // Fundamental' nye issledovaniya. - 2014. - № 9-9. - S. 2048 - 2051. [in Russian]

2. Doronin A.F., Shenderov B.A. Funktsional' noe pitanie /A.F. Doronin, B. A. Shenderov.- Izd-vo «GranT», 2002. - 294 s. ISBN 5-89135-219-2 [in Russian]

3. Nikberg I.I. Funktsional' nye produkty v strukture sovremennogo pitaniya// Praktikuyushchemu ehndokrinologu / Mezhdunarodnyj jendokrinologicheskij zhurnal. - 2011. -№ 6 (38). - S. 64 - 69. [in Russian]

4. Bulgakova N.N. Razrabotka i sovershenstvovanie tehnologii hlebobulochnyh izdelij funkcional' nogo naznachenija: dis. ... kand. tehn. nauk. - Voronezh, 2004. - 243 s. [in Russian]

5. Shenderov B.A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya kontseptsii «Funktsional' noe pitanie»// Pishchevaya promyshlennost'. - 2003. - № 5. - S. 4-7. [in Russian]

6. Salehi F. Recent applications of powdered fruits and vegetables as novel ingredients in biscuits: A review// Nutrire. - 2020. -Vol 45(1). DOI 10.1186/s41110-019-0103-8

7. Potter R., Stojceska V., Plunkett A. The use of fruit powders in extruded snacks suitable for Children's diets// LWT-Food Sci. Technol. - 2013. -Vol 51(2). -P. 537-544.

DOI 10.1016/j.lwt.2012.11.015

8. Salehia F., Aghajanzadeh S. Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review// Trends Food Sci. Technol. - 2020. - Vol. 95. - P. 162-172. DOI 10.1016/j.tifs.2019.11.011

9. Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review//Food Chem.-2011.-Vol.124(2) - P.411-421.

DOI 10.1016/j.foodchem.2010.06.077

10. Puvanenthiran A., Stevovitch-Rykner C., McCann T.H., Day L. Synergistic effect of milk solids and carrot cell wall particles on the rheology and texture of yoghurt gels// Food Res. Int. - 2014. -Vol. 62. - P. 701 - 708. DOI 10.1016/j.foodres.2014.04.023

11. Sudha M.L., Dharmesh S.M., Pynam H., Bhimangoude S.V., Eipson S.W., Somasundaram R. Antioxidant and cyto/DNA protective properties of apple pomace enriched bakery products// J. Food Sci. Technol. - 2016. - Vol 53(4). - P. 1909 - 1918. DOI 10.1007/s13197-015-2151-2

12. Górnas P., Juhnevica-Radenkova K., Radenkovs V., Mišina I., Pugajeva I., Soliven A., Seglin A.D. The impact of different baking conditions on the stability of the extractable polyphenols in muffins enriched by strawberry, sour cherry, raspberry or black currant pomace// LWT-Food Sci. Technol. -2016. –Vol. 65. - P. 946 - 953. DOI 10.1016/j.lwt.2015.09.029

13. Khar' kov S.E., Gonchar' V.V., Roslyakov I.V. Novaya tekhnologiya zavarnykh pryanichnykh izdelii s ispol' zovaniem netraditsionnogo rastitel' nogo syr' ya // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. - 2012. - № 5-6. -S.112 – 113. [in Russian]

14. Pat. 2357444 Rossiiskaya Federatsiya, MPK A23L1/30, (2006.01). Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche, obladayushchaya radioprotektornymi membranoprotektornymi svoistvami / Martovshchuk V.I., Ul' yanova O.V. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel'. - GOU VPO «KuBGTU. - № 2007144906 zayavl. 03.12.07; opubl. 10.06.09, Byul. №16 - 4 s. [in Russian]

15. Tamazova, S.YU. Pishchevye dobavki na osnove rastitel' nogo syr' ya, primenyaemye v proizvodstve khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdelii/S.YU. Tamazova, T.V. Pershakova, M.A. Kazimirova // Nauchnyi zhurnal KubGAU.- 2016.- №122 (08).- S. 112-113. DOI 10.21515/1990-4665-122-076 [in Russian]

16. Isabaev I. B., Mazhidov K.KH. i dr Pyure iz passirovannoi tykvy v proizvodstve sukharei/ Isabaev, K.H. Mazhidov i dr. //Khlebopechenie Rossii. - 2000. - № 4. - S. 30-31. [in Russian]

17. Loktev D.B., Zonova L.N. Produkty funktsional' nogo naznacheniya i ikh rol' v pitanii cheloveka // Obshchestvennoe zdorov' e i organizatsiya zdravookhraneniya, ehkologiya i gigiena cheloveka. Vyatskii meditsinskii vestnik. - 2010. -№ 2. - S. 48 - 53. [in Russian]

18. Ashoka S, Shamshad Begum S, Vijayalaxmi KG. Byproduct utilization of watermelon to develop watermelon rind flour based cookies// The Pharma Innovation Journal. - 2021. -Vol. 10(2). -P. 196 - 199. DOI 10.22271/tpi.2021.v10.i2c.5658

19. Bakulina O.A. Razvitie pishchevykh tekhnologii: ispol' zovanie rastitel' nykh ehkstraktov// Pishchevaya promyshlennost'.-2007. -№ 5. -S. 32-33. [in Russian]

20. Kak uglevody vliyayut na organizm cheloveka [Ehlektronnyi resurs].-2019.-URL: https://mygenetics.ru/Data obrashhenija: 27.02.2025). [in Russian]

***Information about authors***

Omaralieva A.M. - Candidate of Technical Sciences, ass.professor, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: aigul-omar@mail.ru;

Khastayeva A.Zh.- PhD, ass.professor Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: gera_or@mail.ru;

Bekturganova A.A.-Candidate of Technical Sciences, ass.professor, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: 1968al1@mail.ru;

Rakhimzhanova A.M.- master, senior lecturer, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: r.ayagoz@mail.ru;

Botbayeva Zh.T.- candidate of Biological Sciences, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,e-mail:.zhanar.b.t@mail.ru. h

***Сведения об авторах***

Омаралиева А.М.-кандидат технических наук, доцент, Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: aigul-omar@mail.ru;

Хастаева А.Ж.- PhD, асс.профессор Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: gera_or@mail.ru;

Бектурганова А.А.- кандидат технических наук, доцент Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: 1968al1@mail.ru;

Рахимжанова А.М.- магистр, старший преподаватель Казахский университет технологии и бизнеса им. К. Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: r.ayagoz@mail.ru;

Ботбаева Ж.Т.-биология ғылымдарының кандидаты, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail.zhanar.b.t@mail.ru

МРНТИ 65.63.33 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-864**

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С АМАРАНТОВОЙ ДОБАВКОЙ

**[1]К.С. Кулажанов, [1]А.С. Акконысова, [1]Ф.Т. Диханбаева, [1]Г.Н. Жаксылыкова, [2]Э.Ж. Жаксыбаева**

*[1]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,*
*[2] Кызылординский университет имени Коркыт-Ата, Кызылорда, Казахстан*
*Корреспондент-автор: zhelya90@gmail.com*

В данной научной работе рассматривается разработка технологии производства кисломолочного продукта с добавлением амарантового ингредиента. В ходе процесса разработки проведен комплексный анализ патентных разработок в области функциональных кисломолочных продуктов, а также научных данных о пищевой ценности амаранта. В работе также рассматриваются перспективы использования амаранта в пищевой индустрии, его потенциальное влияние на функциональность продуктов и устойчивость к окислению. Исследуются его влияние на органолептические, физико-химические характеристики конечного продукта. В ходе экспериментов изучались изменения в структуре, кислотности, вязкости, белковом составе и антиоксидантной активности продукта при различных концентрациях амарантовой добавки. Полученные результаты сравнивались с аналогичными исследованиями, что позволило определить оптимальные условия введения амаранта в кисломолочную среду для повышения пищевой ценности и улучшения потребительских характеристик. На основании проведенного исследования была разработана технология производства кисломолочного продукта с амарантовой добавкой, позволяющая улучшить его пищевую ценность, органолептические характеристики и функциональные свойства. Исследование подтвердило, что введение амаранта в рецептуру кисломолочного продукта оказывает положительное влияние на его физико-химические, текстурные показатели. Включение 3% амаранта в состав кисломолочного продукта оказалось наиболее благоприятным, обеспечивая улучшенные органолептические свойства, высокую антиоксидантную активность и увеличение содержания белка. Концентрация 5% амаранта привела к избыточному загущению продукта и изменению его текстуры, что снижает его потребительскую привлекательность. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения амаранта в технологии функциональных продуктов питания. Включение амаранта способствует созданию новых продуктов с улучшенными питательными характеристиками, что соответствует растущему потребительскому спросу на здоровое и функциональное питание.

**Ключевые слова:** амарант, кисломолочный продукт, функциональное питание, антиоксиданты, пищевые добавки, пищевая ценность.

# АМАРАНТ ҚОСПАСЫМЕН СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

**[1]К.С. Кулажанов, [1]А.С. Акконысова, [1]Ф.Т. Диханбаева, [1]Г.Н. Жаксылыкова, [2]Э.Ж. Жаксыбаева**

*[1]Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[2] Қоркыт-Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан,*
*e-mail: zhelya90@gmail.com*

Бұл ғылыми жұмыста амарант ингредиентін қосу арқылы сүтқышқылды өнімін өндіру технологиясын жасау қарастырылған. Өнімді құрастыру барысында функционалды сүт қышқылды өнімдері саласындағы патенттік әзірлемелерге, сондай-ақ амаранттың тағамдық құндылығы туралы ғылыми деректерге кешенді талдау жүргізілді. Сондай-ақ, амаранттың тамақ өнеркәсібінде әлеуетті қолданылуы, оның өнімнің функционалдығы мен тотығу тұрақтылығына ықтимал әсері қарастырылады. Жаңа өнімді құрастыру барысында амарант қоспасының сүтқышқылды өнімнің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Зертеу тәжірибелері барысында амарант

қоспасының әртүрлі концентрациясында өнімнің құрылымының, қышқылдығының, тұтқырлығының, ақуыз құрамының және антиоксиданттық белсенділігінің өзгеруі зерттелді. Алынған нәтижелер ұқсас ғылыми зерттеулермен салыстырылып, бұл тағамдық құндылықты арттыру және тұтынушылық сипаттамаларын жақсарту үшін сүтқышқылды өнімге амарант енгізудің оңтайлы шарттарын анықтауға мүмкіндік берді. Жүргізілген зерттеулердің негізінде оның тағамдық құндылығын, органолептикалық көрсеткіштерін және функционалдық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік беретін амарант қоспасы бар сүтқышқылды өнімін алу технологиясы әзірленді. Жаңа өнімінің рецептісіне амаранттың енгізілуі оның физика-химиялық және текстуралық қасиеттеріне оң әсер ететінін жүргізілген зерттеулер растады. Сүт қышқылды өнімінің құрамына 3% амаранттың қосылуы органолептикалық қасиеттердің жақсаруын, жоғары антиоксиданттық белсенділікті және ақуыз мөлшерінің жоғарылауын қамтамасыз ететін ең қолайлы көлем болып анықталынды. Амаранттың 5% концентрациясы өнімнің шамадан тыс қоюлануына және оның құрылымының өзгеруіне әкелді, бұл оның тұтынушылық тартымдылығын төмендетті. Алынған нәтижелер функционалды тамақ өнімдерінің технологиясында амарантты қолданудың орындылығын растайды. Амаранттың қосылуы тағамдық профильдері жақсартылған жаңа өнімдерді жасауды жеңілдетеді, бұл тұтынушылардың пайдалы және функционалды тағамдарға өсіп келе жатқан сұранысын қанағаттандырады.

**Түйін сөздер**: амарант, қышқыл сүт өнімі, функционалды тағам, антиоксиданттар, тағамдық қоспалар, тағамдық құндылық.

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING A SOUR MILK PRODUCT WITH AMARANTH ADDITIVE

**[1]K.S. Kulazhanov, [1]A.S. Akkonysova✉, [1]F.T. Dikhanbayeva, [1]G.N. Zhaksylykova, [2]E.Zh. Zhaxybayeva**
*[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*
*[2]Kyzylorda university named after Korkyt-Ata, Kyzylorda, Kazakhstan,*
*e-mail: zhelya90@gmail.com*

This scientific work considers the development of technology for the production of a fermented milk product with the addition of an amaranth ingredient. During the development process, a comprehensive analysis of patent developments in the field of functional fermented milk products, as well as scientific data on the nutritional value of amaranth, was carried out. The work also considers the prospects for using amaranth in the food industry, its potential impact on the functionality of products and oxidation stability. Its effect on the organoleptic physicochemical characteristics of the final product is studied. During the experiments, changes in the structure, acidity, viscosity, protein composition and antioxidant activity of the product at various concentrations of the amaranth additive were studied. The results obtained were compared with similar studies, which made it possible to determine the optimal conditions for introducing amaranth into a fermented milk environment to increase the nutritional value and improve consumer characteristics. Based on the study, a technology to produce a fermented milk product with an amaranth additive was developed, which allows improving its nutritional value, organoleptic characteristics and functional properties. The study confirmed that the introduction of amaranth into the fermented milk product formulation has a positive effect on its physicochemical and textural properties. The inclusion of 3% amaranth in the fermented milk product turned out to be the most favorable, providing improved organoleptic properties, high antioxidant activity and an increase in protein content. The concentration of 5% amaranth led to excessive thickening of the product and a change in its texture, which reduces its consumer appeal. The results obtained confirm the feasibility of using amaranth in the technology of functional food products. The inclusion of amaranth contributes to the creation of new products with improved nutritional characteristics, which meets the growing consumer demand for healthy and functional food.

**Keywords:** amaranth, fermented dairy product, functional food, antioxidants, food additives, nutritional content.

**Введение.** Амарант (*Amaranthus*) - древнейшее псевдозерновое растение, которое использовалось в пищу еще цивилизациями ацтеков и инков. Благодаря своим уникальным питательным свойствам амарант занимал центральное место в рационе этих народов, обеспечивая их необходимыми макро- и микроэлементами. В последние десятилетия он вновь привлекает внимание ученых и специалистов пищевой индустрии благодаря своему уникальному составу и полезным свойствам [1, 2].

Исследования подтверждают, что амарант не только ценен как продукт питания, но и обладает функциональными свойствами, способными положительно влиять на здоровье человека [3].

Амарант содержит высококачественные белки, включая все незаменимые аминокислоты, что делает его полноценным источником белка, особенно важным для вегетарианцев и веганов. В частности, амарант особенно богат лизином, который является дефицитным в большинстве злаков. Помимо этого, он отличается высоким содержанием пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов группы В (включая В1, В2, В6, В9), витамина С, витамина Е, а также минеральных веществ, таких как кальций, магний, железо, фосфор, калий и цинк (таблица 1) [4, 5].

**Таблица 1 - Состав амаранта**

| Компонент | Содержание |
|---|---|
| Белки (%) | 13.6 |
| Лизин (мг/100г) | 450.0 |
| Пищевые волокна (%) | 7.0 |
| Полиненасыщенные жирные кислоты (%) | 3.1 |
| Витамин В (мг/100г) | 0.55 |
| Витамин С (мг/100г) | 4.2 |
| Витамин Е (мг/100г) | 1.9 |
| Кальций (мг/100г) | 159.0 |
| Магний (мг/100г) | 248.0 |
| Железо (мг/100г) | 7.6 |
| Фосфор (мг/100г) | 558.0 |
| Сквален (мг/100г) | 800.0 |

Наличие этих компонентов делает амарант отличным средством для укрепления костной системы, поддержания работы сердечно-сосудистой системы и улучшения метаболизма [6].

Одной из ключевых биологически активных составляющих амаранта является сквален - соединение с выраженными антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами [7].

Сквален играет важную роль в защите организма от оксидативного стресса, помогая нейтрализовать свободные радикалы и предотвращая повреждение клеток. Благодаря наличию сквалена и комплекса других антиоксидантов, амарант обладает потенциалом в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, замедлении процессов старения и укреплении иммунной системы [8, 9].

Кроме того, амарантовая мука имеет низкий гликемический индекс, что делает ее перспективным компонентом для продуктов функцио-

нального питания, предназначенных для людей с диабетом и метаболическим синдромом. Низкий гликемический индекс способствует постепенному высвобождению глюкозы, предотвращая резкие скачки сахара в крови и обеспечивая длительное насыщение [10, 11].

Мировой рост потребления амарантовой муки за период 2015-2024 гг. демонстрирует устойчивую тенденцию роста (рисунок 1).

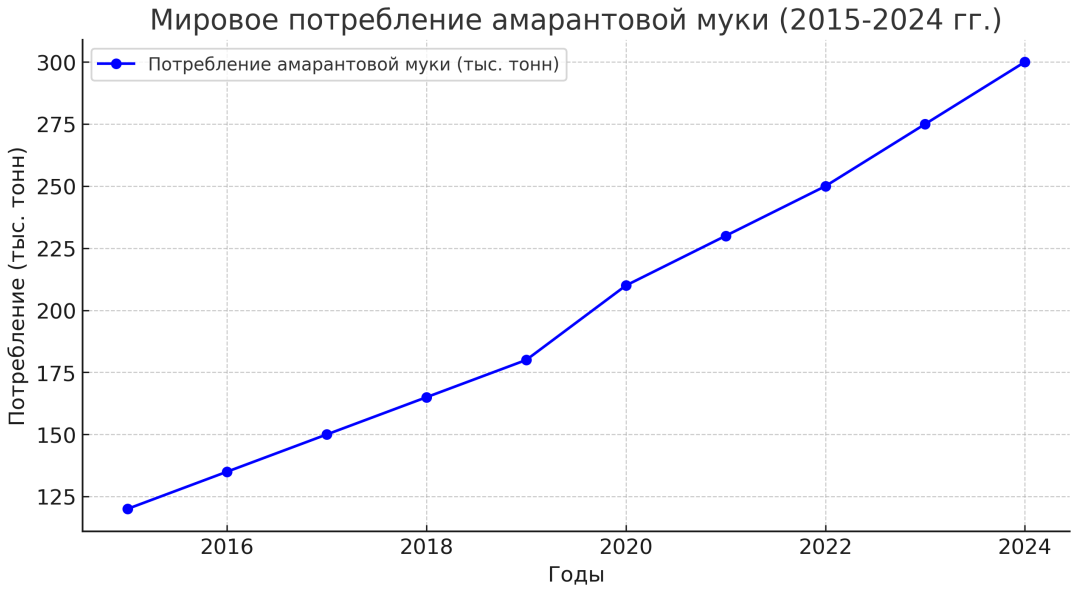



**Рис. 1 - График мирового потребления амарантовой муки за период 2015-2024 гг.**

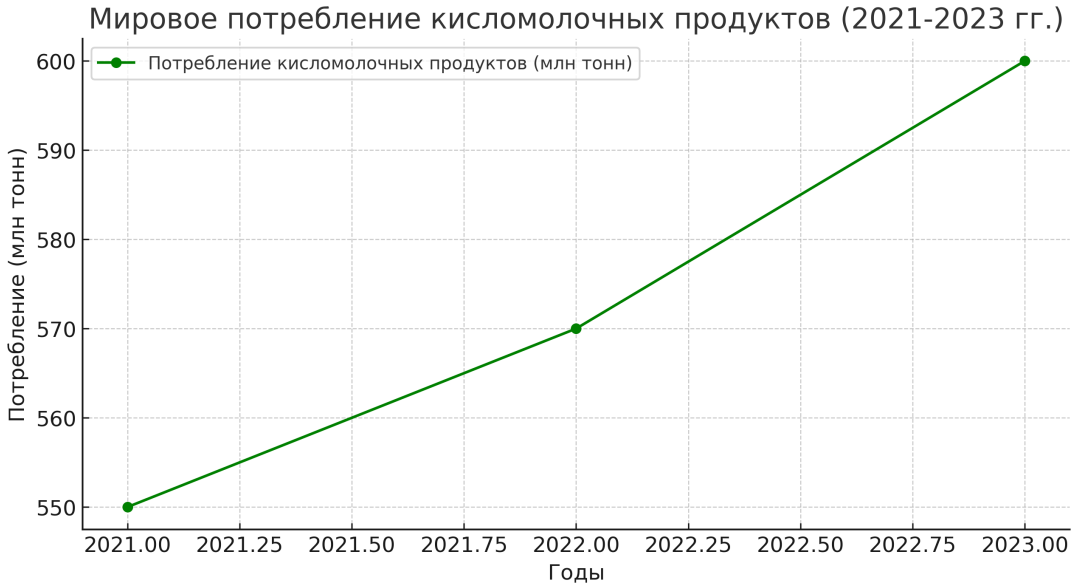



**Рис.2 - График мирового потребления кисломолочных продуктов за период 2021-2023 гг.**

В 2015 году объем потребления составлял около 120 тыс. тонн, тогда как к 2024 году этот показатель увеличился до 300 тыс. тонн. Основными факторами, влияющими на рост потребления, являются:

- повышенный интерес к здоровому питанию и функциональным продуктам;

- расширение применения амарантовой муки в безглютеновой и веганской продукции;

- инновационные технологии переработки, улучшающие органолептические свойства амаранта;

- рост числа исследований, подтверждающих его пользу для здоровья.

Таким образом, мировой рынок амарантовой муки продолжает расти, что свидетельствует о возрастающем спросе и признании ее полезных свойств среди потребителей.

Такая же картина показывает мировое потребления кисломолочных продуктов за последние три года показывает тенденцию к росту (рисунок 2).

В 2021 году объем потребления составлял 550 млн тонн, в 2022 году — 570 млн тонн, а в 2023 году — уже 600 млн тонн.

Основные причины увеличения потребления:

- рост популярности функциональных кисломолочных продуктов с пробиотиками;

- увеличение осведомленности о пользе кисломолочных продуктов для здоровья;

- расширение ассортимента на рынке, включая безлактозные и альтернативные молочные продукты;

- инновационные методы производства, повышающие качество и срок хранения продукции.

Введение амарантовой добавки в кисломолочные продукты имеет несколько преимуществ:

Во-первых, оно способствует улучшению аминокислотного состава, делая продукт более полноценным источником белка. Это особенно актуально для спортсменов и людей, следящих за питанием [12].

Во-вторых, оно повышает содержание пищевых волокон, что положительно влияет на работу желудочно-кишечного тракта, способствуя улучшению пищеварения и нормализации микрофлоры кишечника [13].

В-третьих, антиоксидантная активность амаранта может продлевать срок хранения продукта, замедляя процессы окисления липидов и предотвращая прогоркание жиров [14].

Таким образом, использование амаранта в технологии кисломолочных продуктов не только улучшает их питательную ценность, но и способствует созданию новых функциональных продуктов, востребованных на рынке. Кроме того, амарант может улучшать текстуру и органолептические свойства продуктов, придавая им приятный ореховый вкус и нежную консистенцию [15-18].

Анализ патентных публикаций свидетельствует о растущем интересе к использованию амаранта в составе функциональных пищевых продуктов.

В патенте RU123456 раскрывается способ обогащения йогурта злаковыми культурами, однако в данной технологии отсутствует комплексное исследование влияния амаранта на текстуру и вкусовые характеристики продукта [19].

В патенте KZ654321 представлен метод введения амарантового экстракта в молочную среду, но отсутствуют данные о влиянии различных концентраций амаранта на физико-химические свойства конечного продукта [2].

В других работах исследуется возможность использования амарантового белка в качестве функционального ингредиента в молочных продуктах, однако их результаты не касаются оптимизации параметров ферментации. Современные исследования продолжают выявлять новые перспективные направления использования амаранта, что подтверждает его актуальность в пищевой промышленности [2, 16].

Помимо пищевого применения, амарант находит свое место и в фармацевтике, благодаря своим противовоспалительным и регенеративным свойствам. Масло амаранта активно используется в косметологии и дерматологии, способствуя увлажнению кожи и защите от внешних факторов [1, 2].

Все эти факторы подтверждают, что амарант является ценным и перспективным сырьем, заслуживающим внимания как со стороны научного сообщества, так и пищевой индустрии. В связи с этим, данная научная работа была проведена в

целях разработки технологии получения кисломолочного продукта с амарантом.

**Материалы и методы.** *Исходное сырье.* Для производства кисломолочного продукта использовались следующие компоненты: Цельное молоко (3,2% жирности), Амарантовая мука, закваска, содержащая *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*, вода для подготовки суспензии амаранта.

*Подготовка амарантовой добавки*

Амарантовая мука перед добавлением в молочную смесь проходила предварительную подготовку.

1. Просеивание муки для удаления крупных частиц.

2. Гидратация в пропорции 1:5 с водой при температуре 40°C в течение 30 минут с периодическим перемешиванием.

3. Тепловая обработка при 85°C в течение 10 минут для инактивации антипитательных веществ и улучшения растворимости.

*Создание рецептуры и технологии получения кисломолочного продукта.*

Создание рецептуры играет ключевую роль в разработке технологии производства функциональных продуктов. Грамотно составленная рецептура обеспечивает стабильное качество конечного продукта, оптимальные органолептические свойства (вкус, текстура, аромат), биологическую ценность продукта за счет сбалансированного состава питательных веществ, технологическую воспроизводимость и экономическую эффективность процесса.

На основании полученных рецептур была создана технология получения кисломолочного продукта с амарантовой мукой, после чего образцы были отправлены на предварительные испытания.

*Анализ полученного продукта*

Были проведены следующие испытания:

- определение кислотности (метод титрования, ГОСТ 3624–92);

- измерение вязкости (ротационный вискозиметр);

- анализ содержания белка (метод Кьельдаля);

- оценка антиоксидантной активности (спектрофотометрический метод);

- органолептический анализ (дегустационная комиссия).

**Таблица 2 - Рецептуры кисломолочных продуктов с амарантом**

| № образца | Молочная основа (%) | Амарантовая мука (%) | Закваска (%) | Температура ферментации (°C) | Время ферментации (ч) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 95 | 1 | 3 | 42 | 6 |
| 2 | 93 | 3 | 3 | 42 | 7 |
| 3 | 90 | 5 | 3 | 42 | 8 |
| 4 | 92 | 3 | 3 | 41 | 7 |
| 5 | 94 | 2 | 3 | 43 | 6.5 |

**Результаты и обсуждения.** *Технологическая часть.* В ходе выполнения исследования были разработаны новые рецептуры предполагаемых продуктов, которые особенно важны при включении новых ингредиентов, таких как амарантовая мука, так как она влияет на консистенцию,

ферментационные процессы и пищевую ценность продукта (таблица 2). Таблица рецептур содержит пять образцов кисломолочных продуктов с амарантом, в которых варьируется концентра-

ция амарантовой муки (от 1% до 5%), а также параметры ферментации. Основные различия между образцами заключаются в соотношении компонентов и температурно-временных параметрах процесса:

- вариация содержания амарантовой муки позволяет определить оптимальный

баланс между пользой и влиянием на органолептические свойства продукта;

- различные параметры ферментации (температура и время) тестируются для выявления оптимального режима получения продукта с желаемой текстурой и кислотностью;

- все образцы включают стандартное количество закваски (3%), что обеспечивает стабильное протекание ферментации.

Данный подход позволяет подобрать оптимальную рецептуру, обеспечивающую наилучшие вкусовые и питательные характеристики кисломолочного продукта с добавлением амаранта.

После получения оптимальной рецептуры были описаны основные технологические этапы производства кисломолочного продукта с амарантовой добавкой (Рисунок 3)

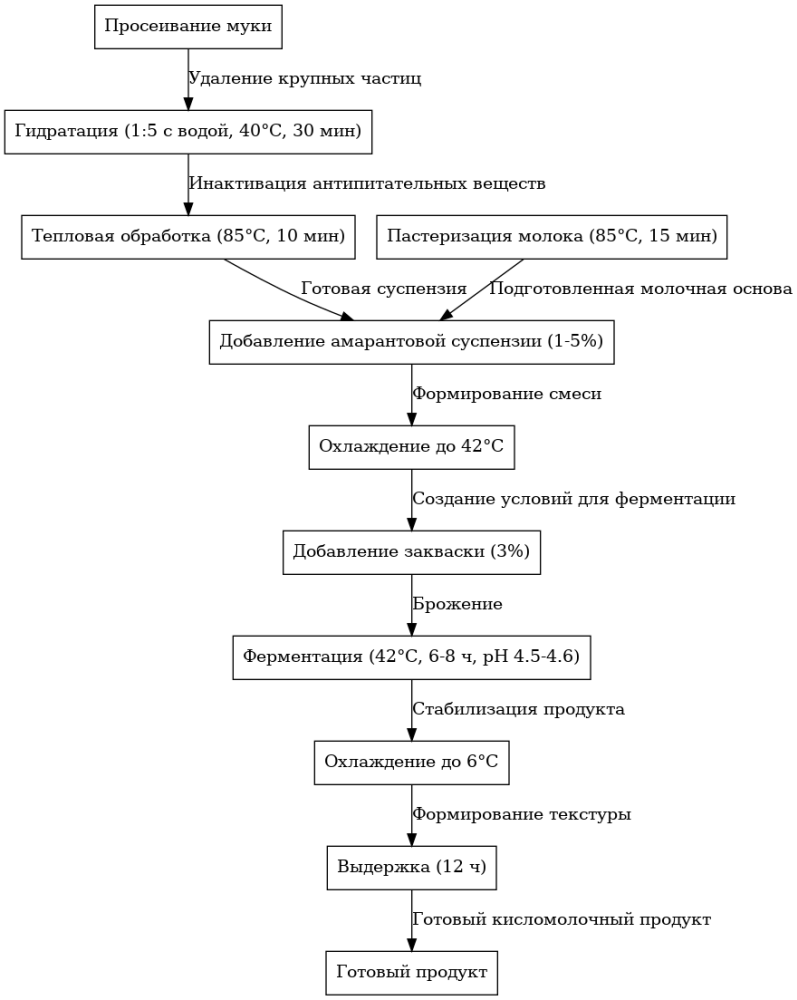



**Рис.3 - Технологическая схема производства кисломолочных продуктов с амарантом**

- **Просеивание муки –** Удаление крупных частиц и примесей для обеспечения однородности амарантовой муки.

- **Гидратация (1:5 с водой, 40°C, 30 мин)** – Размешивание муки в воде для набухания и растворения компонентов, улучшения раствори-

мости белков.

- **Тепловая обработка (85°C, 10 мин)** – Инактивация антипитательных веществ, которые могут снижать усвояемость питательных веществ.

- **Пастеризация молока (85°C, 15 мин)** – Уничтожение патогенных микроорганизмов, продление срока хранения молочной основы.

- **Добавление амарантовой суспензии (1-5%)** – Введение подготовленной амарантовой массы в пастеризованное молоко.

- **Формирование смеси** – Равномерное распределение амарантовых компонентов в молочной основе.

- **Охлаждение до 42°C** – Создание оптимальной температуры для внесения закваски и начала ферментации.

- **Добавление закваски (3%)** – Введение молочнокислых бактерий для инициирования процесса ферментации.

- **Ферментация (42°C, 6-8 ч, pH 4.5-4.6)** – Развитие молочнокислых бактерий, снижение pH, формирование вкусовых и текстурных характеристик.

- **Охлаждение до 6°C** – Быстрое снижение температуры для стабилизации продукта и остановки ферментации.

- **Выдержка (12 ч)** – Улучшение текстуры и вкусовых характеристик готового кисломолочного продукта.

- **Готовый кисломолочный продукт** – Продукт приобретает окончательные органолептические свойства, после чего он готов к употреблению.

Эти этапы обеспечивают получение кисломолочного продукта с оптимальными потребительскими характеристиками и увеличенным сроком хранения благодаря антиоксидантным свойствам амаранта. И все же для определения этих выводов были проведены определения основных показателей полученных образцов, что позволит оценить правильность создания рецептуры и технологии. Результаты данного исследования представлены в таблице 3.

**Таблица 3 - Результаты исследования кислотности, содержания белка, антиоксидантной активности полученных образцов по новой технологии**

| Показатель | Контроль (без амаранта) | 1% амаранта | 3% амаранта | 5% амаранта |
|---|---|---|---|---|
| Кислотность (Т°) | 85 | 87 | 89 | 92 |
| Белок (%) | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 3,8 |
| Антиоксидантная активность (%) | 8,5 | 12,1 | 18,3 | 22,7 |
| Органолептическая оценка | 4,5 | 4,7 | 4,8 | 4,6 |

Результаты проведенного исследования показывают, что введение амарантовой муки оказывает значительное влияние на физико-химические характеристики кисломолочного продукта.

Наблюдается незначительное увеличение кислотности по мере повышения концентрации амаранта. При добавлении 5% амарантовой муки кислотность возрастает на 8% по сравнению с контрольным образцом, что свидетельствует о более интенсивном протекании ферментационных процессов.

Белковая ценность повышается с увеличением концентрации амаранта, поскольку данное растение богато полноценными белками, включая незаменимые аминокислоты. Данный результат согласуется с другими работами, где также отмечено повышение белкового содержания при добавлении амарантовых компонентов в молочные продукты [1].

Доказано, что амарантовая мука обладает выраженной антиоксидантной активностью. Анализ антиоксидантной активности показал ее рост с увеличением концентрации амаранта, что подтверждает наличие биологически активных соединений в его составе. В нашем исследовании наблюдается повышение данного показателя более чем в 2,5 раза при концентрации 5% амаранта, что подтверждает гипотезу о функциональной пользе добавки.

На рисунке 4 представлено сравнение вязкости продуктов в зависимости от содержания амаранта.

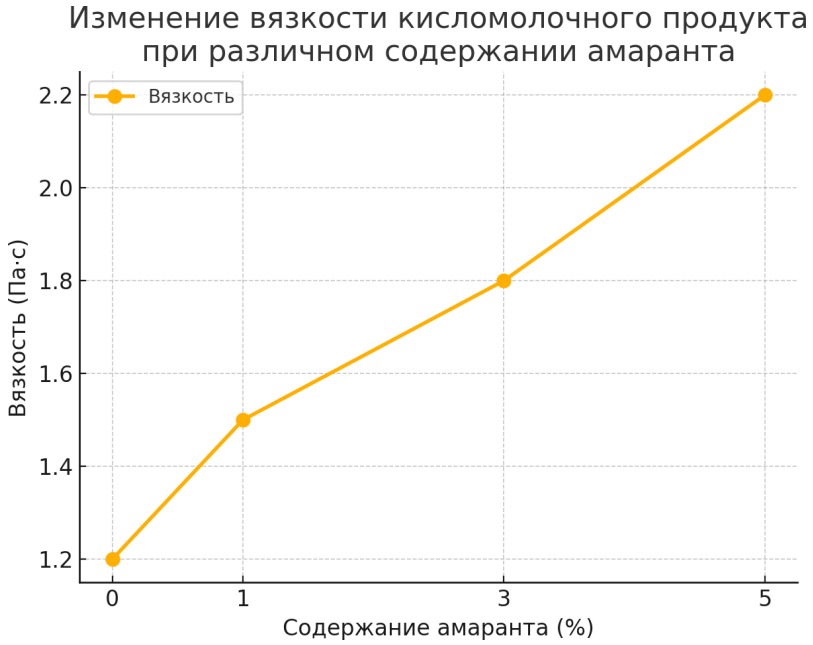



**Рис. 4 - Изменение вязкости кисломолочного продукта при различном содержании амаранта**

Полученные данные свидетельствуют о том, введение амаранта увеличивает вязкость продукта. Это объясняется высоким содержанием растворимых пищевых волокон амаранта, которые способствуют удержанию влаги и формированию более густой структуры. При концентрации 3% достигается оптимальный баланс между улучшением текстуры и комфортным восприятием продукта. Включение 5% амаранта приводит к чрезмерному увеличению вязкости, что может негативно сказаться на восприятии продукта потребителями.

Сравнение с результатами других исследований показывает, что добавление амаранта в кисломолочные продукты приводит к увеличению антиоксидантной активности и улучшению структуры. Однако в их исследовании использовался только экстракт амаранта, тогда как наша работа демонстрирует влияние цельной амарантовой муки, что позволяет дополнительно обогатить продукт пищевыми волокнами. Результаты наших исследований также подтверждаются данными других исследователей, которые выявили, что амарант способствует улучшению текстуры и продлению срока хранения ферментированных молочных продуктов [1, 2].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что добавление 3% амаранта является оптимальным вариантом, позволяя сбалансировать текстуру, вкусовые свойства и пищевую ценность продукта.

Результаты органолептической оценки так же, подтверждают данные результаты. Органолептическая оценка проводилась по шкале от 1 до 5, где более высокий балл указывает на лучшие вкусовые и текстурные характеристики продукта. В ходе исследования были получены оценки от 20 волонтеров (Таблица 4).

**Таблица 4 - Результаты исследования органолептической оценки (усредненные показатели)**

| Показатель | Контроль (без амаранта) | 1% амаранта | 3% амаранта | 5% амаранта |
|---|---|---|---|---|
| Органолептическая оценка | 4,5 | 4,7 | 4,8 | 4,6 |

Контрольный образец (без амаранта) получил оценку 4,5, что указывает на хороший уровень восприятия, но без улучшений от добавления амаранта. Образец с 1% амаранта продемонстрировал небольшое улучшение, что свидетельствует о положительном влиянии амаранта на текстуру и вкус. Образец с 3% амаранта получил наивысшую оценку (4,8), что подтверждает оптимальное соотношение добавки для улучшения органолептических характеристик. Образец с 5% амаранта показал небольшое снижение оценки (4,6), что может быть связано с изменением текстуры или привкуса при более высокой концентрации амаранта.

Таким образом, наилучшие результаты по органолептическим свойствам были получены при добавлении 3% амаранта, что делает этот вариант наиболее предпочтительным для дальнейшего использования.

**Выводы.** На основании проведенного исследования была разработана технология производства кисломолочного продукта с амарантовой добавкой, позволяющая улучшить его пищевую ценность, органолептические характеристики и функциональные свойства. Исследование подтвердило, что введение амаранта в рецептуру кисломолочного продукта оказывает положительное влияние на его физико-химические, текстурные показатели.

Включение 3% амаранта в состав кисломолочного продукта оказалось наиболее благоприятным, обеспечивая улучшенные органолептические свойства, высокую антиоксидантную активность и увеличение содержания белка. Концентрация 5% амаранта привела к избыточному загущению продукта и изменению его текстуры, что снижает его потребительскую привлекательность.

Введение амарантовой муки привело к увеличению антиоксидантных свойств продукта, что способствует его стабильности при хранении и защите от окисления. Данный эффект связан с высоким содержанием сквалена и других биологически активных соединений в амаранте.

Наличие амаранта в продукте увеличивает его вязкость за счет растворимых пищевых волокон, что способствует формированию более плотной и однородной текстуры.

Продукт, обогащенный амарантом, характеризуется повышенным содержанием лизина и других незаменимых аминокислот, что делает его ценным источником белка, особенно для вегетарианцев и людей, ведущих активный образ жизни.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения амаранта в технологии функциональных продуктов питания. Включение амаранта способствует созданию новых продуктов с улучшенными питательными характеристиками, что соответствует растущему потребительскому спросу на здоровое и функциональное питание.

Таким образом, предложенная технология обогащения кисломолочных продуктов амарантовой мукой является перспективной и может быть внедрена в пищевую промышленность для производства функциональных молочных продуктов с повышенной питательной ценностью и улучшенными органолептическими характеристиками. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию процессов ферментации, изучение влияния амаранта на микробиологическую стабильность продукта и расширение ассортимента продуктов на его основе.

**Литература**

1. Скляров, Д.И., Котейко, Т.Т., Лобанова А.В. Технология функциональных и специализированных продуктов питания // ТППП АПК. -2022. -№3. -С 168-172. DOI 10.24412/2311-6447-2022-3-168-172

2. Kumar H., Guleria S., Kimta N., Dhalaria R., Nepovimova E., Dhanjal D.S., Alomar S.Y., Kuca K. Amaranth and buckwheat grains: Nutritional profile, development of functional foods, their pre-clinical cum clinical aspects and enrichment in feed // Current Research in Food Science. -2024. - Vol. 9: 100836. DOI 10.1016/j.crfs.2024.100836.

3. Singh A., Punia D**.** Characterization and Nutritive Values of Amaranth Seeds // Current Journal of Applied Science and Technology.-2020.-Vol. 39(3). -P. 27-33. DOI 10.9734/cjast/2020/v39i330511.

4. Majzoobi M., Jafarzadeh S., Teimouri S., Ghasemlou M., Hadidi M., Brennan C.S. The Role of Ancient Grains in Alleviating Hunger and Malnutrition // Foods. -2023. -Vol. 12(11): 2213. DOI 10.3390/foods12112213.

5. López D.N., Galante M., Raimundo G., Spelzini D., Boeris V. Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates // Food Research International. - 2019. -Vol. 116. - P. 419-429. DOI 10.1016/j.foodres.2018.08.056.

6. Procopet O., Oroian M. Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile // Applied Sciences.- 2022. -Vol. 12(4): 2181. DOI 10.3390/app12042181.

7. Sarker U., Hossain M.M., Oba **S.** Nutritional and antioxidant components and antioxidant capacity in green morph Amaranthus leafy vegetable // Scientific Reports. -2020. -Vol. 10(1): 1336. DOI 10.1038/s41598-020-57687-3.

8. Baraniak J., Kania-Dobrowolska M**.** The Dual Nature of Amaranth-Functional Food and Potential Medicine // Foods. -2022.- Vol. 11(4): 618. DOI 10.3390/foods11040618.

9. Tikekar R.V., Ludescher R.D., Karwe M.V**.** Processing stability of squalene in amaranth and antioxidant potential of amaranth extract // Journal of Agricultural and Food Chemistry. -2008. -Vol. 56(22). -P. 10675-10678. DOI 10.1021/jf801729m.

10. Jiang S., Liu H., Li C. Dietary Regulation of Oxidative Stress in Chronic Metabolic Diseases // Foods. -2021. -Vol. 10(8): 1854. DOI 10.3390/foods10081854.

11. Martirosyan D.M., Miroshnichenko L.A., Kulakova S.N., Pogojeva A.V., Zoloedov V.I. Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension // Lipids in Health and Disease. -2007.-Vol. 6(1). DOI 10.1186/1476-511X-6-1.

12. Gabrial S.G., Shakib M.R., Gabrial G.N. Effect of Pseudocereal-Based Breakfast Meals on the First and Second Meal Glucose Tolerance in Healthy and Diabetic Subjects // Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences. -2016. -Vol. 4(4). -P. 565-573. DOI 10.3889/oamjms.2016.115.

13. Yang Y., Fukui R., Jia H., Kato H. Amaranth Supplementation Improves Hepatic Lipid Dysmetabolism and Modulates Gut Microbiota in Mice Fed a High-Fat Diet // Foods. - 2021. - Vol. 10(6):1259. DOI 10.3390/foods10061259.

14. Kiełczewska K., Dąbrowska A., Bielecka M.M., Dec B., Baranowska M., Ziajka J., Zhennai Y., Żulewska J. Protein Preparations as Ingredients for the Enrichment of Non-Fermented Milks // Foods. - 2022. - Vol. 11(13):1817. DOI 10.3390/foods11131817.

15. Gill S.K., Rossi M., Bajka B., Whelan K**.** Dietary fibre in gastrointestinal health and disease // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology.-2021.-Vol. 18(2). -P. 101-116. DOI 10.1038/s41575-020-00375-4.

16. Ma L. A preface for the special issue: Oxidation in food // Food Chemistry X. - 2023. -Vol. 18: 100729. DOI 10.1016/j.fochx.2023.100729.

17. Vergari F., Tibuzzi A., Basile G. An overview of the functional food market: from marketing issues and commercial players to future demand from life in space // Advances in Experimental Medicine and Biology. - 2010. -Vol. 698. - P. 308-321. DOI 10.1007/978-1-4419-7347-4_23.

18. Nasir S., Allai F., Gani M., Ganai D., Gul K., Jabeen A., Majid D. Physical, Textural, Rheological, and Sensory Characteristics of Amaranth-Based Wheat Flour Bread // International Journal of Food Science. - 2020. -Vol. 2020. - P. 1-9. DOI 10.1155/2020/8874872.

19. Йогурт с растительными добавками: пат. RU2460306C2 Российская Федерация / заявитель и патентообладатель ООО «Институт питания» – № 2010123456; заявл. 15.04.2010; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 27

**References**

1. Skljarov, D.I., Kotejko, T.T., Lobanova A.V. Tehnologija funkcional' nyh i specializirovannyh produktov pitanija // TPPP APK. -2022. -№3. -C 168-172. DOI 10.24412/2311-6447-2022-3-168-172 [in Russian]

2. Kumar H., Guleria S., Kimta N., Dhalaria R., Nepovimova E., Dhanjal D.S., Alomar S.Y., Kuca K. Amaranth and buckwheat grains: Nutritional profile, development of functional foods, their pre-clinical cum clinical aspects and enrichment in feed // Current Research in Food Science. -2024. - Vol. 9: 100836. DOI 10.1016/j.crfs.2024.100836.

3. Singh A., Punia D**.** Characterization and Nutritive Values of Amaranth Seeds // Current Journal of Applied Science and Technology.-2020.-Vol. 39(3). -P. 27-33. DOI 10.9734/cjast/2020/v39i330511.

4. Majzoobi M., Jafarzadeh S., Teimouri S., Ghasemlou M., Hadidi M., Brennan C.S. The Role of Ancient Grains in Alleviating Hunger and Malnutrition // Foods. -2023. -Vol. 12(11): 2213. DOI 10.3390/foods12112213.

5. López D.N., Galante M., Raimundo G., Spelzini D., Boeris V. Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates // Food Research International. - 2019. -Vol. 116. - P. 419-429. DOI 10.1016/j.foodres.2018.08.056.

6. Procopet O., Oroian M. Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile // Applied Sciences.- 2022. -Vol. 12(4): 2181. DOI 10.3390/app12042181.

7. Sarker U., Hossain M.M., Oba S. Nutritional and antioxidant components and antioxidant capacity in green morph Amaranthus leafy vegetable // Scientific Reports. -2020. -Vol. 10(1): 1336. DOI 10.1038/s41598-020-57687-3.

8. Baraniak J., Kania-Dobrowolska M. The Dual Nature of Amaranth-Functional Food and Potential Medicine // Foods. -2022.- Vol. 11(4): 618. DOI 10.3390/foods11040618.

9. Tikekar R.V., Ludescher R.D., Karwe M.V. Processing stability of squalene in amaranth and antioxidant potential of amaranth extract // Journal of Agricultural and Food Chemistry. -2008. -Vol. 56(22). -P. 10675-10678. DOI 10.1021/jf801729m.

10. Jiang S., Liu H., Li C. Dietary Regulation of Oxidative Stress in Chronic Metabolic Diseases // Foods. -2021. -Vol. 10(8): 1854. DOI 10.3390/foods10081854.

11. Martirosyan D.M., Miroshnichenko L.A., Kulakova S.N., Pogojeva A.V., Zoloedov V.I. Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension // Lipids in Health and Disease. -2007.-Vol. 6(1). DOI 10.1186/1476-511X-6-1.

12. Gabrial S.G., Shakib M.R., Gabrial G.N. Effect of Pseudocereal-Based Breakfast Meals on the First and Second Meal Glucose Tolerance in Healthy and Diabetic Subjects // Open Access Macedonian Journal

of Medical Sciences. -2016. -Vol. 4(4). -P. 565-573. DOI 10.3889/oamjms.2016.115.

13. Yang Y., Fukui R., Jia H., Kato H. Amaranth Supplementation Improves Hepatic Lipid Dysmetabolism and Modulates Gut Microbiota in Mice Fed a High-Fat Diet // Foods. - 2021. - Vol. 10(6):1259. DOI 10.3390/foods10061259.

14. Kiełczewska K., Dąbrowska A., Bielecka M.M., Dec B., Baranowska M., Ziajka J., Zhennai Y., Żulewska J. Protein Preparations as Ingredients for the Enrichment of Non-Fermented Milks // Foods. - 2022. - Vol. 11(13):1817. DOI 10.3390/foods11131817.

15. Gill S.K., Rossi M., Bajka B., Whelan K**.** Dietary fibre in gastrointestinal health and disease // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology.-2021.-Vol. 18(2). -P. 101-116. DOI 10.1038/s41575-020-00375-4.

16. Ma L. A preface for the special issue: Oxidation in food // Food Chemistry X. - 2023. -Vol. 18: 100729. DOI 10.1016/j.fochx.2023.100729.

17. Vergari F., Tibuzzi A., Basile G. An overview of the functional food market: from marketing issues and commercial players to future demand from life in space // Advances in Experimental Medicine and Biology. - 2010. -Vol. 698. - P. 308-321. DOI 10.1007/978-1-4419-7347-4_23.

18. Nasir S., Allai F., Gani M., Ganai D., Gul K., Jabeen A., Majid D. Physical, Textural, Rheological, and Sensory Characteristics of Amaranth-Based Wheat Flour Bread // International Journal of Food Science. - 2020. -Vol. 2020. - P. 1-9. DOI 10.1155/2020/8874872.

19. Jogurt s rastitel' nymi dobavkami: pat. RU2460306C2 Rossijskaja Federacija / zajavitel' i patentoobladatel' OOO «Institut pitanija» – № 2010123456; zajavl. 15.04.2010; opubl. 10.09.2012, Bjul. № 27

***Сведения об авторах***

Кулажанов К.С. – д.т.н., академик, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: rector@atu.kz;

Акконысова А.С. – магистрант 2 курса, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: zhelya90@gmail.com;

Диханбаева Ф.Т. – д.т.н., профессор, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: fdikhanbayeva@gmail.com;

Жаксылыкова Г.Н. - к.т.н., ассоц. профессор, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: g.Zhakslykova@mail.ru;

Жаксыбаева Э.Ж. - PhD, сеньор лектор, Кызылординский университет имени Коркыт-Ата, Кызылорда, Республика Казахстан, e-mail: ezhaxybayeva@gmail.com

***Information about authors***

Kulazhanov K.S. – Doctor of Engineering Sciences, Academician, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail:
rector@atu.kz;

Akkonysova A.S. – 2nd year Master's student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhelya90@gmail.com;

Dikhanbayeva F.T. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: fdikhanbayeva@gmail.com;

Zhaksylykova G.N. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: g.Zhakslykova@mail.ru;

Zhaxybayeva E.Zh. - PhD, senior lecturer, Korkyt-Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan, e-mail: ezhaxybayeva@gmail.com.

ҒТАМР 65.63.33 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-711**

## ФУНКЦИОНАЛДЫ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУДЕ ӨСІМДІК ҚОСПАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ

**[1]Г.Е. Есиркеп, [2]Ф.Т. Диханбаева, [3]А.А. Шунекеева, [1]Ж.Т. Ботбаева, [1]Ж. Нармандах**

*[1]Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Алматы технологиялық университеті , Алматы, Қазақстан,*
*[3]Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан,*
*Корреспондент-автор: milana.anar@mail.ru*

Зерттеудің негізгі мақсаты – функционалды сүтқышқылды өнімдерін өндіру үшін өсімдік қоспалары қосылған сүтқышқылды тұздығының сапасын зерттеу және технологиясын әзірлеу.

Соңғы уақытта функционалды сүт өнімдерін өндіруде өсімдік қоспаларына деген қызығушылық артты, бұл сүт өнімдерінің тағамдық және биологиялық белсенді қасиеттерін жақсарту үшін табиғи өсімдік компоненттерін қолдануға мүмкіндік береді. Бұл қоспалардың сүт өнімдерінің пайдалы сипаттамаларына, мысалы, антиоксиданттар, дәрумендер, минералдар құрамына әсерін, сондай-ақ ішек микробиотасын жақсарту, иммундық жүйені нығайту және басқа да функционалды қасиеттерін талдауды қамтиды.

Осы тақырыптың ғылыми жаңалығы келесі аспектілерде көрінуі мүмкін:

- жаңа өсімдік қоспаларын зерттеу: сүт өнеркәсібінде бұрын қолданылмаған өсімдік қоспаларын талдау немесе сүт өнімдерінің функционалдығы тұрғысынан олардың жаңа пайдалы қасиеттерін анықтау;

- қоспалардың өнімдердің функционалды қасиеттеріне әсері: олардын аурулардың алдын алу, қоректік заттардың биожетімділігін арттыру, сіңімділігін және игерілуін жақсарту сияқты тұтынушылар денсаулығын жақсартудағы рөлін анықтау;

- өндірістің жаңа технологияларын әзірлеу: сүт өнімдерінің пайдалы қасиеттерін сақтап қана қоймай, оларды күшейтетін, сондай-ақ олардың органолептикалық сипаттамаларын жақсартатын өсімдік қоспаларын экстракциялау және қосу бойынша инновациялық әдістерді енгізу.

**Түйін сөздер:** тамақ, тамақ өнімдері, функционалды сүт өнімдері, сүт, сүтқышқылды, тұздық, ашытқы, микроорганизмдер, өсімдік қоспасы.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ДОБАВОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**[1]Г.Е. Есиркеп, [2]Ф.Т. Диханбаева, [3]А.А. Шунекеева, [1]Ж.Т. Ботбаева, [1]Ж. Нармандах**

*[1]Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*[2]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,*
*[3]Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан,*
*e-mail: milana.anar@mail.ru*

Основной целью исследования является исследование качества и разработка технологии кисломолочного соуса с добавлением растительных добавок для производства функциональных кисломолочных продуктов.

В последнее время возрос интерес к растительным добавкам в производстве функциональных молочных продуктов,что дает возможность использования природных растительных компонентов, для улучшения пищевых и биологически активных свойств молочных продуктов. Это включает в себя анализ воздействия добавок на полезные характеристики молочных продуктов, таких как содержание антиоксидантов, витаминов, минералов, а также их влияние на улучшение микробиоты кишечника, укрепление иммунной системы и другие функциональные свойства.

Научная новизна данной темы может заключаться в следующих аспектах:

- исследование новых растительных добавок: анализ растительных экстрактов, которые ранее не использовались в молочной промышленности, или выявление их новых полезных свойств в контексте функциональности молочных продуктов;

- влияние добавок на функциональные свойства продуктов: определение их роли в улучшении здоровья потребителей, таких как профилактика заболеваний, повышение биодоступности питательных веществ, улучшение усвояемости и усвоения;

- разработка новых технологий производства**:** внедрение инновационных методов экстракции и добавления растительных добавок, которые не только сохраняют, но и усиливают полезные свойства молочных продуктов, улучшая их органолептические характеристики.

**Ключевые слова:** пища, пищевые продукты, функциональные молочные продукты, молоко, кисломолочные, соус, закваска, микроорганизмы, растительная добавка.

## THE USE OF PLANT ADDITIVES IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FERMENTED DAIRY PRODUCTS

**[1]G. E. Esirkep✉, [2]F.T. Dikhanbayeva, [3]A. A. Shunekeeva, [1]Zh.T. Botbayeva, [1]Zh.Narmandakh**

*[1]Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,*
*[2]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*
*[3]Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan,*
*e-mail: milana.anar@mail.ru*

The main purpose of the study is to investigate the quality and develop the technology of fermented milk sauce with plant additives for the production of functional fermented dairy products.

Recently, there has been an increasing interest in plant extracts for the production of functional dairy products, allowing the use of natural plant components to enhance the nutritional and biologically active properties of dairy products. This includes analyzing the effects of extracts on the beneficial characteristics of dairy products, such as the content of antioxidants, vitamins, and minerals, as well as their impact on improving gut microbiota, strengthening the immune system, and other functional properties.

The scientific novelty of this topic may lie in the following aspects:

- research of new plant additives: analysis of plant extracts that have not been previously used in the dairy industry or identification of their new beneficial properties in the context of the functionality of dairy products;

- the impact of additives on the functional properties of products: determining their role in improving consumer health, such as disease prevention, enhancing nutrient bioavailability, and improving digestibility and absorption;

- development of new production technologies: implementing innovative methods of extracting and adding plant additives that not only preserve but also enhance the beneficial properties of dairy products, improving their organoleptic characteristics.

**Keywords:** food, food products, functional dairy products, milk, fermented milk, sauce, starter culture, microorganisms, plant additive.

**Кіріспе.** Қазіргі заманғы замануи өндірілетін және импортталатын тамақ өнімдерінің азықтүлік нарығы соңғы онжылдықта күрт өзгерді және әр түрлі ассортиментімен, шығу тегімен, химиялық құрамымен, тағамдық құндылығымен, орау материалдары және түрімен, өнімдердің функционалды мақсатымен ғана емес, сонымен қатар сақтау мерзімімен де ерекшеленеді [1]. Сақтау мерзімін сәтті анықтау өнімнің сапасының маңызды сипаттамаларын анықтауға,

оның қабылдау шекарасын анықтауға, өнімнің нашарлауы мен бүліну процестерінің кинетикалық заңдылықтарын түсінуге, өнімді тікелей эксперименттік сынау немесе математикалық аппаратты оны болжау және бағалау үшін қолдану ғылыми-техникалық мүмкіндіктердің болуына байланысты болады [2]. Жаңа өнімдерді дұрыс әзірлеу мұқият жоспарлауды және сақтау мерзімін тексеруді қамтуы керек. Бұл мәселеге кешенді көзқарас, өнімнің құрамын, технологиялық параметрлерін, қаптамасын, қоршаған орта факторларын, химиялық және биохимиялық реакцияларды, сондай-ақ микроорганизмдердің түрлерін мұқият талдауды қамтиды [3].

Қазақстан Республикасының денсаулық сақтау саласын дамытудың 2026 жылға дейінгі тұжырымдамасы сақтау саласындағы мемлекеттік саясат жоғары сапалы және қауіпсіз тамақ өнімдерін өндіруді ұйымдастыру арқылы дұрыс тамақтануды ұйымдастыруға бағытталған [4].

Функционалды ингредиенттері бар, арнайы мақсаттағы және халықтың дұрыс тамақтануына арналған басқа да тамақ өнімдерінің технологиясын құру тұжырымдамасы отандық және шетелдік ғалымдар И.А. Рогов, А. А. Покровский, М. К. Алимарданова, А. Д. Серікбаева, Ф. Т. Диханбаева және басқалардың іргелі және қолданбалы ғылыми еңбектерінде дамыды [5-7].

Жоғарыда айтылғандар сақтау мерзімі ұзартылған сүт және құрамында сүті бар өнімдердің ғылыми негізделген технологияларын жасауды өзекті деп санауға мүмкіндік береді [8].

Майсыз сүтті ұзақ сақтау үшін оны пастерлеу және салқындату қажет. Оның құнды компоненттеріне ақуыздар, көмірсулар және минералды заттар жатады. Сонымен қатар, ол дәрумендер мен ферменттер де қамтиды, бұл оның биологиялық құндылығын арттырады [9].

Майсыздандырылған сүттің құрамында құрғақ майсыз қалдық (СОМО) жоғары мөлшерде, ал майы аз мөлшерде кездеседі, бұл оны тұтас сүттен ерекшелейді. Егер тұтас сүтте майдың үлесі 2,2-2,4 болса, майсыздандырылған сүтте бұл көрсеткіш 90-170 есе көп болады [10]. Бұл сүттің құнды компоненттері ақуыздар, липидтер мен көмірсулар болып табылады. Бұған қоса, минералдық заттар, ақуыздық емес азотты қосылыстар, дәрументер, ферменттер, иммундық элементтер мен органикалық қышқылдар да осы сүтке кіреді, бұл тұтас сүттің барлық дерлік компоненттерінің құрамында болатынын көрсетеді [11].

**1 кесте. Тұтас сүттің және майсыз сүттің орташа физика-химиялық көрсеткіштері**

| № | Компоненттер | Майсыз | Тұтас сүт |
|---|---|---|---|
| 1 | Құрғақ зат,% | 9,3 | 13,0 |
| 2 | Май,% | 0,05 | 3,6 |
| 3 | Ақуыз,% | 3,5 | 3,2 |
| 4 | Лактоза,% | 4,8 | 4,9 |
| 5 | Минералды тұз,% | 0,7 | 0,8 |
| 6 | Калориясы, ккал | 344 | 670 |

Егер майсыздандырылған сүттің физика-химиялық қасиеттерін толық сүтпен салыстырар болсақ, ақуыздар, лактоза, минералдық тұздар және жалпы қатты заттар мөлшері бірдей деңгейде екенін байқаймыз. Екі өнім арасындағы негізгі айырмашылық май мен калория көрсеткіштерінде жатыр. Майсыздандырылған және тұтас сүттің негізгі негізгі компоненттерінің салыстырмалы құрамы 1-кестеде көрсетілген [12].

Жоғарыдағы кестеде келтірілген мәліметтерден сүт саласы үшін майсыз сүт құнды шикізат

болып табылатынын көреміз.

Майсыздандырылған сүттің физикалық қасиеттерін талдау оның сүт өндірісі үшін маңызды шикізат екенін растайды. Бұл сүттің негізгі физикалық сипаттамалары келесідей көрсеткіштермен анықталады: тығыздығы - 1030-1035 кг/м3; тұтқырлығы (1,71-1,75) х 10-3 Пас; жылу сыйымдылығы - 3,978 кДж (кг.К); жылу өткізгіштігі 0,429 Вт / (м. К). Сондай-ақ, майсыз және майлы сүзбедегі аминқышқылдарының құрамына салыстырмалы талдау жасалған, бұл 2-кестеде көрсетілген [13,14].

**2 - кесте. Майсыз және майлы сүзбедегі аминқышқылдарының құрамын салыстыру**

| Компонент | Компонент | |
|---|---|---|
| | Тұтас сүт | Майсыз |
| Ақуыз,% | 14 | 18 |
| Амин қышқылдары, мг/100 г | | |
| Лизин | 1008 | 1450 |
| Метионин | 384 | 480 |
| Лейцин | 1282 | 1850 |
| Изолейцин | 690 | 1000 |
| Фенилаланин | 762 | 930 |
| Гистидин | 447 | 560 |
| Цистин | 48 | 150 |

**3 - кесте. Майсыз сүттегі дәрумендердің мөлшері**

| № | Витаминдер | Көрсеткіш |
|---|---|---|
| 1 | Тиамин (В1) | 0,32 |
| 2 | Рибофлавин В2 | 1,1-1,8 |
| 3 | Пиридоксин (В6) | 1,3-1,6 |
| 4 | Аскорбин қышқылы (С) | 2,3-3,5 |
| 5 | Ретинол (А) | 0,02-0,03 |
| 6 | Цианкобаламин (В12) | 2,2-2,9 |
| 7 | Токоферол (Е) | 0,29-0,5 |
| 8 | Филохинон | 0,07 |
| 9 | Биотин | 0,01 |

Май мөлшерінің азаюына байланысты майсыз сүттің тағыздығы тұтас сүтке қарағанда орта есеппен 1027-1033 кг/м$^3$-ге жоғары, ал тұтқырлығы шамамен 8-15%-ға аз.

Май мөлшерінің аздығы тағамдық құндылыққа да әсер етеді: майсыздандырылған сүттің энергетикалық құндылығы 1422кДж болып, бұл сүтін сүттің (2803кДж) шамамен жартысына тең [15].

Майсыздандырылған сүт, тұтас сүт сияқты күрделі полидисперсті жүйе ретінде сипатталады. Мұнда кейбір компоненттер суда ериді, бұл су дисперсиялық орта ретінде әрекет етеді. Сонымен қатар, суда еріген заттардың өзі басқа компоненттер үшін дисперсиялық орта бола алады [16].

Майсыздандырылған сүттің құрамында суға еритін (С, $B_1$, $B_2$, $B_6$, $B_{12}$, РР, пантотен және аскорбин қышқылы) және майда еритін (А, D, Е) дәрумендер сақталады. Майсыздандырылған сүттегі бұл дәрумендердің мөлшері (мг/кг) төмендегі 3-кестеде көрсетілген [17,18].

Майсыз сүт – бұл аз калориялы өнім болып табылғанымен, өзінің биологиялық құндылығын сақтайтын тағам түрі. Оның оның құрамындағы ақуыз – өнімнің ең маңызды компоненті және ның мөлшері 100 ккл тауық етіндегі ақуызбен шамалас ( шамамен 10 грамм), ал жұмыртқадағы ақуыздан 1,3 есе жоғары ( орта есеппен 7,6 грамм). Сүт құрамында триптофан, лейцин, изолейцин, валин, треонин, лизин, метионин және фенилаланин сияқты маңызды аминқышқылдары кездеседі. Осылайша, майсыз сүт үнемді әрі денсаулыққа пайдалы өнім деп қорытынды жасауға болады [19].

Сүтқышқылды тұздықтарын өндіруде аскөк, ақжелкен, қияр және сарымсақ сияқты қосындыларды пайдалану толтырғыштарды таңдауға

байланысты факторлармен анықталады.

**Материалдар мен әдістер.** *Зерттеу нысаны:*

- Алматы облысының шаруа қожалықтарынан алынған майсыздандырылған сүт;

- аскөк;

- ақжелкен;

- қияр;

- сарымсақ.

Зерттеу обьектілірінің сынамаларын алу және оларды талдауға дайындау ҚР СТ ISO 707-2011 Сүт және сүт өнімдері [20]. Майсыздандырылған сүттің көрсеткіштері МЕМСТ ҚР СТ 1732-2007 Сүт және сүт өнімдері, сапа көрсеткіштерін анықтаудың органолептикалық әдісі [21]. Майдың массалық үлесі МЕМСТ 5867-90 сәйкес қышқылдық әдіспен [22], тирлеу қышқылдығы МЕМСТ 3624-92 бойынша анықталды [23]. МЕМСТ 34212-2017 «Балғын ақжелкен. Техникалық шарттар» стантарты қолданылды [24].

Зерттеу жұмысына талдаулар және зерттеудің стандарты және жалпы қабылданған әдістерін қолдана отырып, Алматы технологиялық университетінің «Тамақ қауіпсіздігі» ғылыми зерртеу институтының аккредиттелген зертханасында жүргізілді.

**Нәтижелер мен талқылау.** Зерттеуге алынған майсыздандырылған сүттің физикалық қасиеттерін талдау барысында оның сүт өндірісі үшін маңызды шикізат екенін растайды. Бұл сүттің негізгі физикалық сипаттамалары келесідей көрсеткіштермен анықталады: тығыздығы - 1030-1035 кг/м$^3$; тұтқырлығы (1,71-1,75) х 10-3 Пас; жылу сыйымдылығы - 3,978 кДж (кг.К); жылу өткізгіштігі 0,429 Вт / (м. К).

Сондай-ақ, майсыз және майлы сүзбедегі аминқышқылдарының құрамына салыстырмалы талдау жасасақ майсыз сүтте ақуыздын және аминқышқылдардың проценттік қатынасы коп екенін байқаймыз. Майсыздандырылған сүттің құрамында суда еритін (С, $B_1$, $B_2$, $B_6$, $B_{12}$, РР, пантотен және аскорбин қышқылы) және майда еритін (А, D, Е) дәрумендер сақталатыны белгіленді.

Ұйытқыны дайындау процесінде өндірілетін өнімнің ерекше қасиеттерін, температуралық режимдерді, микроорганизмдер арасындағы өзара әрекеттестікті, сондай-ақ бактериофагтардың даму ықтималдылығын және басқа да факторларды ескертіледі.

Бактериялық концентратты белсендіру және оны өнімді дайындау үшін пайдалану режимдер анықталды. Сүтқышқылды тұздық технологиялық схемасы құрастырылды. Сонымен қатар сүтқышқылды тұздықтың энергетикалық құндылығы және сүтқышқылды тұздықты өндіру процесінің технологиялық схемасы анықталды.

Келесі қадамда сүтқышқылды өнімге арналған ұйтқыны таңдауды негіздеу жұмысы жүргізілді. Ұйытқылар – бұл сүтқышқылды өнімдерді дайындауда қолданылатын арнайы микроорганизмдер немесе олардың таза культураларының қоспасы.

Сүт қышқылды бактерияларының таза культураларын бөліп алу бірнеше кезеңнен тұрады: сүт қышқылы микрофлорасының көздерін анықтау, үлгілер жинау, оларды сұйық ортада өсіру, тағыз ортада таза культураларды алу, алынған культураларды стерильді сүтте қайта өсіру, таңдалған штаммдардың биологиялық қасиеттерін зерттеу және олардың өндірістік құндылығын анықтау.

Ұйытқы сапасының басты көрсеткіші – оның нақты өнімді өндіру үшін жарамдылық деңгейі, бұл өндірістік ортада зерттеу арқылы анықталады.

Ұйытқыны дайындау процесінде өндірілетін өнімнің ерекше қасиеттерін, температуралық режимдерді, микроорганизмдер арасындағы өзара әрекеттестікті, сондай-ақ бактериофагтардың даму ықтималдылығын және басқа да факторларды ескеру маңызды. Сүтқышқылды өнімдерге арналған микрофлора құрамы 4-кестеде берілген.

Ұйытқы құрамына оның қолдану мақсатына сәйкес арнайы штаммдар енгізіледі. Мысалы, тұздық дайындауға арналған ұйытқыларға өнімге ерекше дәм мен хош иіс беретін және сарысудың бөлінуін жеңілдететін ұйытқыны түзетін штаммдар қосылады.

Емдік әсері бар сүтқышқылды өнімдерді алу

үшін ұйытқы құрамына антибиотиктік қасиетке ие ацидофильді таяқшалар мен бифидобактериялар енгізіледі. Сонымен қатар, тұздыққа арналған ұйытқылардың құрамында арнайы сүтқышқылды бактериялар болуы мүмкін, олар өнімнің ерекше дәмдік және хош иістік сипаттамаларын жақсартады.

Мамандандырылған зертханаларда сүтқышқылды микроорганизмдердің штаммдары іріктеліп, олардың қасиеттері зерттелді. Осы зерттеулер негізінде қажетті ұйытқы құрамы дайындалып, олар сүт өңдеу кәсіпорындарына жіберіледі, онда өндірістік мақсаттағы ұйытқылар шығарылады. Негізінен ұйытқы лабораторияда бактериялық концентраттардың құрғақ және сұйық түрлерінен әзірленеді немесе тікелей енгізуге арналған түрі қолданылады. Зерттеу нәтижелері 5-кестеде келтірілген.

**4 - кесте. Сүтқышқылды өнімі үшін микрофлораның құрамы**

| Ұйытқы | Микроорганизмдер | Өнім |
|---|---|---|
| Бактериалды сүтқышқылды ұйыиқы | *Streptococcus thermophilus және Lactobacillus delbr bulgaricus* | Сүтқышқылды тұздық |

**5 - кесте. Бактериялық концентратты белсендіру және оны өнімді дайындау үшін пайдалану режимдері**

| Өнім | Микрофлора | Бактериалды концентрат түрі | Темпера турасы, С | Термостат тау ұзақтағы | Қышқылдығы, Т | Бір порция белсендірілген Бакконцентрат және 1 л сүттің қатынасы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Тұздық | *Streptococcus thermophilus және Lactobacillus delbr bulgaricus* | Құрғақ | 30-37 | 4 ,0-5<br>4,0-5 | 43-45<br>42-48 | 1/2000<br>1/3000 |

Әрі қарай зерттеудің келесі кезеңінде полиұйытқы дозасының сүтқышқылды тұздықты ашыту процесіне әсері зерттелді.

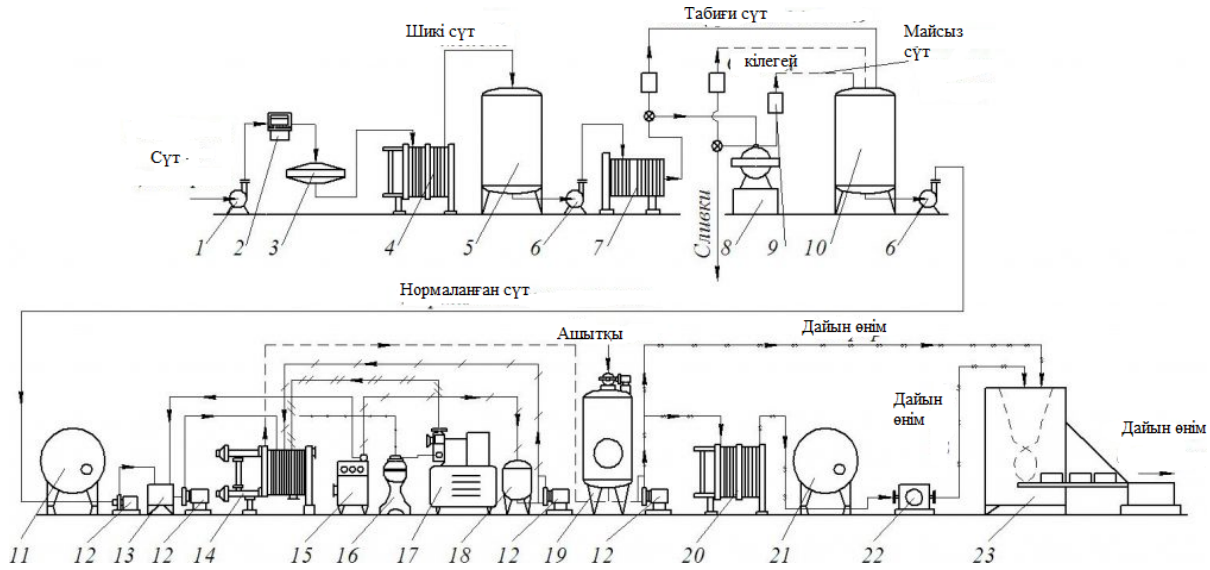
Сүтқышқылды тұздық – бірқатар артықшылықтары бар пайдалы өнім. Біріншіден, тұздықтың негізі ашыған сүт болғандықтан, өнімді оңай сіңімді деп санауға болады, майонезбен салыстырғанда калориясының және майлылығының азлығына байланысты оны диеталық тамақтану үшін қолдануға болады. Екіншіден, бұл тұздықты өндіруде тек аймақтық шикізат қолданылады, бұл кез-келген сатып алушыға қол жетімді арзан өнімді алуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, сүтқышқылды негіз алу және пробиотикалық қасиеттер беру үшін сүт құрамына микроорганизмдер кіретін DVS-ұйытқымен ашытылды: *Streptococcus thermophilus* және *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* [25].

Витамин мен минералды құрамын түзету үшін келесі дәмдеуіш компоненттер таңдалды: аскөк, ақжелкен, жаңа қияр, кептірілген сарымсақ.

Сүтқышқылды тұздықтың құрамын С, $B_1$, $B_2$ дәрумендерімен және минералдармен теңдестіру құрамында фосфор, калий, кальций, натрий, магний, хлордың көп мөлшері бар, қанның қасиеттерін жақсартатын, иммундық аурулардың пайда болуына жол бермейтін жаңа қияр қосылған кезде мүмкін болады, бұл организмнен артық сұйықтықты кетіруге және жүрек бұлшықеттерін сақтауға мүмкіндік береді.

Сүтқышқылды тұздық технологиялық схемасы 1-суреттен көре аламыз.




**1 - сурет. Сүтқышқылды тұздық технологиялық схемасы**

Антиоксиданттық қасиеттерді жақсарту және дәм сипаттамаларын жақсарту үшін компонент ретінде аскөк және ақжелкен қолданылды, оның құрамына күшті антиоксидант – бетакаротин кіреді, ол біздің денемізді қатерлі ісіктердің пайда болуынан қорғайды және қартаюды болдырмайды. Ақжелкен көптеген дәрумендер мен минералдарға бай, мысалы: С, В4, В2, В5 В6, Е, калий, кальций, магний, натрий, фосфор және темір. Осы қасиеттерді ескере отырып, насыбайгүл атеросклероздың және онымен байланысты инфарктардың дамуына жол бермейді, жүрек бұлшықетінің жұмысын жақсартады, қан тамырларының жалпы жағдайын нығайтады, жүрек құрысуын азайтады. Бета каротин қандағы холестеринді төмендетеді, бұл артерияларды нығайтуға және жүрек соғысының алдын алуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, өнімді дәрумендер мен минералдармен байыту үшін қияр таңдалды, олардың құрамында көптеген дәрумендер бар: $B_4$, Е, С, РР және минералдар: натрий, калий, кальций, магний, фосфор. Атеросклероз кезінде РР дәрумені мен талшықтар қандағы холестерин мөлшерін реттейді, оның артық мөлшерін жеңуге көмектеседі. Жүрек-қан тамырлары ауруларында, калий мөлшері жоғары, РР дәрумені қан қысымын төмендетеді, тамыр қабырғаларын нығайтады, жүйке жүйесінің бұзылуларымен олар церебральды қан айналымын қалыпқа келтіреді және жұмсақ седативті әсерге ие, орталық жүйке жүйесі мен перифериялық жүйке жүйесі жұмысын жақсартады. Ас қорыту проблемалары үшін талшық тағамның қорытылуын және сіңуін жақсартады, асқазан-ішек жолдарының бұзылуына көмектеседі.

Кептірілген сарымсақ дәмдік көрсеткіштерімен сипаттамаларын жақсартумен қатар, өнімді адам ағзасына жағымды әсер ететін дәрумендер мен минералдармен байытады. Оның құрамында көптеген дәрумендер бар, олардың ішінде С, Е, РР және В тобы ерекше назар аударуға лайық, сонымен қатар генитурарлы жүйенің денсаулығына әсер ететін мырыш сияқты микроэлементтер адам денсаулығы үшін өте маңызды, денені жасартады және иммундық жүйені нығайтады.

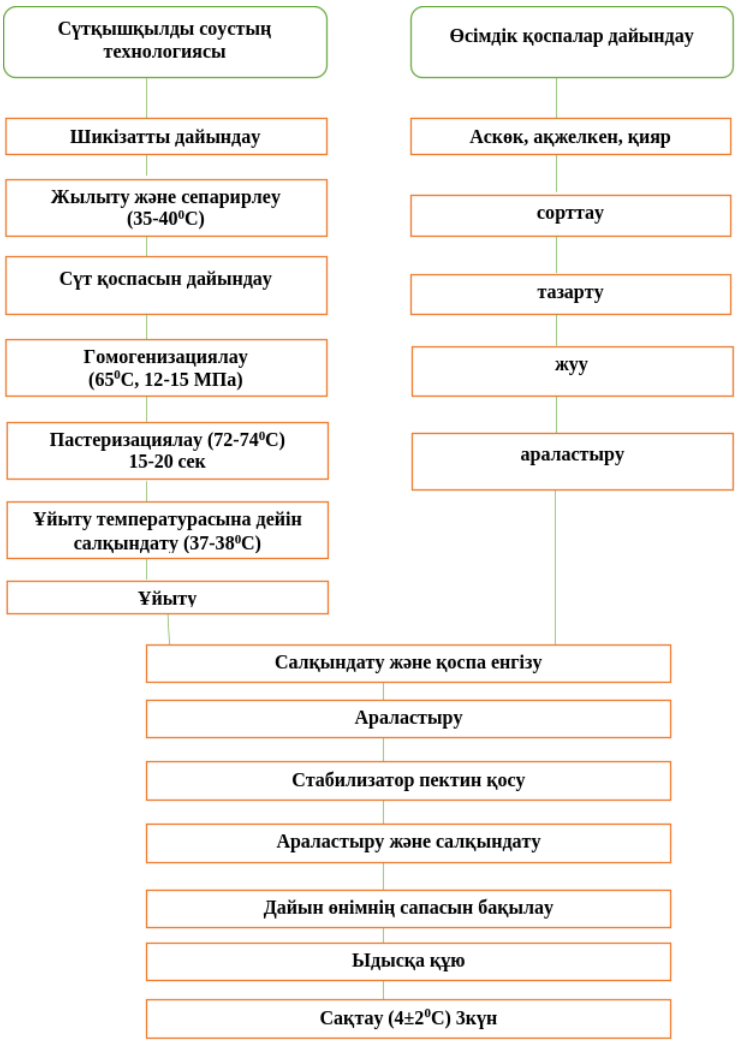
Сүтқышқылды тұздық технологиясын жасауда өсімдік қоспасы ретінде аскөктен басқа қияр қосылады. Қиярдың майдалап кесіп тұздық негізіне қосады. Қиярлардың химиялық құрамын қарастыратын болсақ, оның құрамында: су (95%), ақуыз(0,8%), ауыстырылатын және ауыстырылмайтын амин қышқылдардың аз мөлшері,

жылпы көмірсулар (3%), крахмал (0, 1%), клетчатка (0, 7%); минералды заттар (мг%): натрий (8), калий (141), кальций (28), магний(14), фосфор (42), хлор (25), темір (0, 9), йод, марганец, мыс, цинк,фтор; витаминдер (мг%): С (4—18), Е (0, 1), В1, (0, 03), В2 (0, 04), В6 (0,04), РР (0,2), пантотен қышқылы, аз мөлшерде бос органикалық қышқылдар, эфир майы, түрлі ферменттер болады.

Дәмдеуіш ретінде аскөк және ақжелкені қолданылады. Өсімдік қоспалары бар сүтқышқылды тұздық жасау үшін резервуар әдісі таңдалды. Бұл әдіс энергия шығынын және өндіріс орындарын азайтуға көмектеседі. Резервуарлық әдіспен өндіріс кезінде ашыту кезінде өнімнің консистенциясы мен қышқылдығын бақылауға және реттеуге болады. Сүтқышқылды тұздықтарының ассортиментіне арналған толтырғыштар негізінен табиғи компоненттер болып табылады.

Сүтқышқылды тұздықтың технологиялық схемасы келесі операциялардан тұрады: шикізатты қабылдау және сапасын бағалау; шикізат мөлшерін есепке алу; сүтті тазарту; салқындату; резервирлеу; жылыту; қалыпқа келтіру; гомогенизация; пастерлеу; салқындату; ашыту; ашыту; араластыру; қоспаны жасау; салқындату; құю; орау және таңбалау. Өндіріс технологиясының аяқталу сәті - өнімді көлік контейнерлеріне орау.

Сүтқышқылды тұздық өндіру процесінің технологиялық схемасы 2-суретте көрсетілген.




**2 - сурет. Сүтқышқылды тұздықтың технологиялық схемасы**

Зерттелінетін сүтқышқылды тұздық үшін энергетикалық құндылығы бойынша деректер 6-кестеде келтірілген.

**6 - кесте. Сүтқышқылды тұздықтың энергетикалық құндылығы**

| Өнім | Химиялық құрамы, % | | | Энергетикалық құндылығы, Кдж |
|---|---|---|---|---|
| | Ақуыздар | Майлар | Көмірсулар | |
| Сүтқышқылды тұздық | 2,5 | 1,7 | 2,56 | 155,6 |

**Қорытынды.** Осылайша эксперименттік және әдеби деректерге жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алғаш рет өсімдіктер қоспасы қосылған функционалды ашытылған тұздықтар алу мүмкүндігі дәлелденді.

Мақалада тұтас және майсыздандырылған сүттің физика-химиялық көрсеткіштері талданып, майсыздандырылған сүттегі В дәрумендерінің мөлшері мен сүтқышқылды өнімдеріндегі маңызды микрофлораның құрамы анықталды. Зерттеудің келесі кезеңінде таңдалған микроорганизмдердің сүтқышқылды тұздығын ашыту процесіне әсері зерттеліп, технологиялық схема ұсынылды. Өнімді резервуарлық әдіспен өндіру барысында аскөк пен ақжелкен сияқты өсімдік қоспалары дәмдеуіш ретінде қолданылды.

Зерттеу нәтижелері бойынша сүтқышқылды тұздығының энергетикалық құндылығы мен технологиялық схемасы ұсынылды. Тұздыққа қосылатын өсімдік шикізатының (аскөк, ақжелкен, қияр, сарымсақ) оңтайлы мөлшері - 3-5%. Сондай-ақ, жаңа дайындалған сүтқышқылды тұздығының энергетикалық құндылығын төмен калориялы өнім ретінде сипаттауға мүмкіндік беретін көрсеткіштер алынды (ақуыз - 2,7 г, май - 1,7 г, көмірсулар – 2,56 г). Құрамында өсімдік қоспалары бар сүтқышқылды тұздығы пайдалы өнім екені сөзсіз және бірқатар артықшылықтарға ие. Бұл өнім адам ағзасына қажетті дәрумендер мен минералдарға бай, сонымен қатар ішек микрофлорасын жақсартуға ықпал етеді. Сондықтан өсімдік қоспалары бар сүтқышқылды тұздығы салауатты өмір салтын ұстанатын тұтынушылар үшін тиімді таңдау бола алады.

## Әдебиеттер

1. Ганина В.И. К вопросу о функциональных продуктах питания / В.И. Ганина, И.И. Ионова // Молочная промышленность. - 2018. - № 3. –С. 44-46.

2. Рогов И.А., Орешкин Е.Н., Сергеев В.Н. Медико-технологические аспекты разработки и производства функциональных пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2017. -№ 1. -С. 13–15.

3. Федосова, А. Н. Биотехнология молочных продуктов: учебное пособие для направления подготовки 19.03.03 – продукты питания животного происхождения. профиль – технология молока и молочных продуктов / А.Н. Федосова, М.В. Каледина. -Белгород: БелГАУ им.В.Я.Горина, 2019. - 144 с.

4. Қазақстан Республикасының денсаулық сақтау саласын дамытудың 2026 жылға дейінгі тұжырымдамасын бекіту туралы: Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2022 жылғы 24 қарашадағы № 945 қаулысы. URL: https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2200000945.

5. Диханбаева Ф.Т., Алимарданова М.К., Мухтарханова Р.Б. Сүт саласындағы өндірістерді жобалау: оқу құралы. -Алматы: Лантар Трейд, 2021. -214 б. ISBN 978 601-7669-14-0

6. Диханбаева, Ф.Т. Технология молока и производственный учет: учебное пособие. - Алматы: АТУ, 2015. - 386 с. ISBN 978-601-7166-25-0

7. Диханбаева, Ф. Т. Сүт өнімдерінің технологиясы: оқу құралы. - Алматы: АТУ, 2014. -167 б. ISBN 978-601-263-253-8

8. Kryuchkova V.V., Gorlov I. F., Belik S.N., Kamlatsky A.S. Vegetable ingredients in functional fermented milk products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 548: 082092.DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082092.

9. Симонова К. М. Разработка технологии соуса кисломолочного: дис. … канд. техн. наук: 05.18.04 / К.М. Симонова. -Омск, 2008. - 199 с.

10. Бредихин С. А. Технология и техника переработки молока: учебное пособие / С.А. Бредихин. -2-е изд., доп. -М.: Изд-во НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 443 с. ISBN 978-5-16-109531-7.

11. Карпеня М.М. Технология производства молока и молочных продуктов: Учебное пособие / М.М. Карпеня, В.И. Шляхтунов, В.Н. Подрез. – М.: Изд-во НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 410 с. ISBN 978-985-475-709-4.

12. Старовойтова К.В., Терещук Л.В., Долголюк И.В., Тарлюн М.А. Использование вторичного молочного сырья в производстве коктейля // Молочная промышленность. -2020.- № 8. -С. 61–63. DOI 10.31515/1019-8946-2020-08-61-63.

13. Чураков М. М. Разработка технологии кисломолочного соуса для школьного питания: дис. … канд. техн. наук: 05.18.04 / М.М. Чураков. –Москва, 2008. –246 с.

14. Тюрина Л.Е., Александрова М.Г., Табаков Н.А. Нетрадиционные молочные и кисломолочные продукты: учебное пособие / Л.Е. Тюрина, М.Г. Александрова, Н.А. Табаков. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2010. – 96 с.

15. Габриелян Д.С., Грунская В.А. Технологические аспекты производства обогащенных кисломолочных продуктов с использованием молочной сыворотки // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 4 (24). –С. 80-91.

16. Росляков Ю.Ф., Шмалько Н.А., Бочкова Л.К. Перспективы использования амаранта в пищевой индустрии // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2004. – № 4. – С. 92–95.

17. Наймушина Е.Г. Теоретическое обоснование и разработка технологии плодоовощных пектиносодержащих соусов: дис. … канд. техн. наук: 05.18.01 / Е.Г. Наймушина. – Краснодар, 2002. – 211 с.

18. Волкова Н.Н. Разработка способа получения низкокалорийных эмульсионных соусов на основе натуральных ингредиентов: дис. … канд. техн. наук: 05.18.06 / Н. Н. Волкова. – Москва, 2008. – 127 с.

19. He S., Hekmat S. Sensory Evaluation of Non-Dairy Probiotic Beverages // Journal of Food Research. –2015. –Vol. 4(1). -P. 186-192. DOI 10.5539/jfr.v4n1p186.

20. ҚР СТ ИСО 707-2011 Сүт және сүт өнімдері. Сынамаларды іріктеу жөніндегі басшылық. – Астана, 2011.

21. МЕМСТ ҚР СТ 1732-2007 Сүт және сүт өнімдері. Сапа көрсеткіштерін анықтаудың органолептикалық әдісі. – Астана, 2007.

22. ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. – Офиц. изд. – М.: Стандартинформ, 2009. – Дата введения 01.07.1991.

23. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. – Офиц. изд. – М.: Стандартинформ, 2009. – Дата введения 01.01.1994.

24. ГОСТ 34212-2017 Петрушка свежая. Технические условия. – Введ. 01.07.2018. – Москва: Стандартинформ, 2017.

25. Жаркова И.М., Мирошниченко Л.А., Звягин А.А., Бавыкина И.А. Амарантовая мука: характеристика, сравнительный анализ, возможности применения // Вопросы питания. – 2014. –Т. 83. -№ 1. -С. 67-73.

**References**

1. Ganina V.I. K voprosu o funkcional' nyh produktah pitanija / V.I. Ganina, I.I. Ionova // Molochnaja promyshlennost'. - 2018. - № 3. –S. 44-46. [in Russian]

2. Rogov I.A., Oreshkin E.N., Sergeev V.N. Mediko-tehnologicheskie aspekty razrabotki i proizvodstva funkcional' nyh pishhevyh produktov // Pishhevaja promyshlennost'. – 2017. -№ 1. -S. 13–15. [in Russian]

3. Fedosova, A. N. Biotehnologija molochnyh produktov: uchebnoe posobie dlja napravlenija podgotovki 19.03.03 – produkty pitanija zhivotnogo proishozhdenija. profil' – tehnologija moloka i molochnyh produktov / A.N. Fedosova, M.V. Kaledina. -Belgorod: BelGAU im.V.Ja.Gorina, 2019. - 144 s. [in Russian]

4. Qazaqstan Respýblıkasynyń densaýlyq saqtaý salasyn damytýdyń 2026 jylǵa deıingi tujyrymdamasyn bekitý týraly: Qazaqstan Respýblıkasy Úkimetiniń 2022 jylǵy 24 qarashadaǵy № 945 qaýlysy. URL: https://adilet.zan.kz. [in Kazakh]

5. Dıhanbaeva F.T., Alımardanova M.K., Mýhtarhanova R.B. Sút salasyndaǵy óndiristerdi jobalaý: oqý quraly. -Almaty: Lantar Treıd, 2021. -214 b. ISBN 978 601-7669-14-0 [in Kazakh]

6. Dihanbaeva, F.T. Tehnologija moloka i proizvodstvennyj uchet: uchebnoe posobie. - Almaty: ATU, 2015. - 386 s. ISBN 978-601-7166-25-0 [in Russian]

7. Dıhanbaeva, F. T. Sút ónimderiniń tehnologıasy: oqý quraly. - Almaty: ATÝ, 2014. -167 b. ISBN 978-601-263-253-8 [in Kazakh]

8. Kryuchkova V.V., Gorlov I. F., Belik S.N., Kamlatsky A.S. Vegetable ingredients in functional fermented milk products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 548: 082092. DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082092.

9. Simonova K. M. Razrabotka tehnologii sousa kislomolochnogo: dis. … kand. tehn. nauk: 05.18.04 / K.M. Simonova. – Omsk, 2008. – 199 s. [in Russian]

10. Bredihin S. A. Tehnologija i tehnika pererabotki moloka: uchebnoe posobie / S.A. Bredihin. – 2-e izd., dop. – M.: Izd-vo NIC INFRA-M, 2021. – 443 s. ISBN 978-5-16-109531-7. [in Russian]

11. Karpenja M.M. Tehnologija proizvodstva moloka i molochnyh produktov: Uchebnoe posobie / M.M. Karpenja, V.I. Shljahtunov, V.N. Podrez. – M.: Izd-vo NIC INFRA-M, 2015. – 410 s. ISBN 978-985-475-709-4. [in Russian]

12. Starovojtova K.V., Tereshhuk L.V., Dolgoljuk I.V., Tarljun M.A. Ispol' zovanie vtorichnogo molochnogo syr' ja v proizvodstve koktejlja // Molochnaja promyshlennost'. -2020.- № 8. -S. 61–63. DOI 10. 31515/1019-8946-2020-08-61-63. [in Russian]

13. Churakov M. M. Razrabotka tehnologii kislomolochnogo sousa dlja shkol' nogo pitanija: dis. … kand. tehn. nauk: 05. 18.04 / M.M. Churakov. –Moskva, 2008. –246 s. [in Russian]

14. Tjurina L.E., Aleksandrova M.G., Tabakov N.A. Netradicionnye molochnye i kislomolochnye produkty: uchebnoe posobie / L.E. Tjurina, M.G. Aleksandrova, N.A. Tabakov. – Krasnojarsk: Krasnojarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2010. – 96 s. [in Russian]

15. Gabrieljan D.S., Grunskaja V.A. Tehnologicheskie aspekty proizvodstva obogashhennyh

kislomolochnyh produktov s ispol' zovaniem molochnoj syvorotki // Molochnohozjajstvennyj vestnik. – 2016. – № 4 (24). –S. 80-91. [in Russian]

16. Rosljakov Ju.F., Shmal' ko N.A., Bochkova L.K. Perspektivy ispol' zovanija amaranta v pishhevoj industrii // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Tehnicheskie nauki. – 2004. – № 4. – S. 92–95. [in Russian]

17. Najmushina E.G. Teoreticheskoe obosnovanie i razrabotka tehnologii plodoovoshhnyh pektinosoderzhashhih sousov: dis. … kand. tehn. nauk: 05.18.01 / E.G. Najmushina. – Krasnodar, 2002. – 211 s. [in Russian]

18. Volkova N.N. Razrabotka sposoba poluchenija nizkokalorijnyh jemul' sionnyh sousov na osnove natural' nyh ingredientov: dis. … kand. tehn. nauk: 05.18.06 / N. N. Volkova. – Moskva, 2008. – 127 s. [in Russian]

19. He S., Hekmat S. Sensory Evaluation of Non-Dairy Probiotic Beverages // Journal of Food Research. –2015. –Vol. 4(1). -P. 186-192. DOI 10. 5539/jfr.v4n1p186.

20. QR ST ISO 707-2011 Sút jáne sút ónimderi. Synamalardy irikteý jónindegi basshylyq. –Astana, 2011. [in Kazakh]

21. MEMST QR ST 1732-2007 Sút jáne sút ónimderi. Sapa kórsetkishterin anyqtaýdyń organoleptıkalyq ádisi. - Astana, 2007. [in Kazakh]

22. GOST 5867-90. Moloko i molochnye produkty. Metody opredelenija zhira. – Ofic. izd. – M.: Standartinform, 2009. – Data vvedenija 01.07.1991. [in Russian]

23. GOST 3624-92. Moloko i molochnye produkty. Titrimetricheskie metody opredelenija kislotnosti. – Ofic. izd. – M.: Standartinform, 2009. – Data vvedenija 01.01.1994. [in Russian]

24. GOST 34212-2017 Petrushka svezhaja. Tehnicheskie uslovija. – Vved. 01. 07.2018. – Moskva: Standartinform, 2017. [in Russian]

25. Zharkova I.M., Miroshnichenko L.A., Zvjagin A.A., Bavykina I.A. Amarantovaja muka: harakteristika, sravnitel' nyj analiz, vozmozhnosti primenenija // Voprosy pitanija. – 2014. –T. 83. -№ 1. -S. 67-73. [in Russian]

***Авторлар туралы мәліметтер***

Есиркеп Г.Е.-техника ғылымдарың кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,e-mail: milana.anar@mail.ru;

Диханбаева Ф.Т.- техника ғылымдарының докторы, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: fatima6363@mail.ru;

Шунекеева А.А. -PhD, профессорлар ассистенті, Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан, e-mail: alma-shunekeeva@mail.ru;

Ботбаева Ж.Т.- биология ғылымдарының кандадаты, Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail.zhanar.b.t@mail.ru;

Нармандах Ж.- магистр, ассистент, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: zhupar10_89@mail.ru.

***Information about the authors***

Esirkep G.E. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: milana.anar@mail.ru;

Dikhanbaeva F.T. - Doctor of Technical Sciences, Almaty Technology University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: fatima6363@mail.ru;

Shunekeeva Alma Aitkozhaevna – PhD, assistant professors, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan, e-mail: alma-shunekeeva@mail.ru;

Botbayeva Zhanar Turlybekovna – candidate of Biological Sciences, Kazakh University of Technology and Business named

after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan. e-mail: zhanar.b.t@mail.ru;

Narmandakh Zh. - Master's Degree, Assistant, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: zhupar10_89@mail.ru.

ҒТАМР 65.65.03 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-748**

## МАҚСАРЫ МАЙЫ НЕГІЗІНДЕГІ ШПИНАТ ТҰЗДЫҒЫНЫҢ САҚТАУ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

**М.Ч. Тултабаев, М. Султанова, Н. Акжанов, А. Сәдуакас**

*«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ» ЖШС АФ, Астана, Қазақстан,*

*Корреспондент-автор: shomanyli@mail.ru*

Бұл мақалада мақсары майы негізінде шпинат тұздығының сақтау тұрақтылығын анықтауға арналған зерттеу жұмыстары қарастырылды. Шпинат құрамында А, С, К дәрумендері мен темір, магний сияқты минералдар бар, олар иммунитетті нығайтуға ықпал етеді. Мақсары майы линол қышқылы мен антиоксиданттарға бай, сонымен қоса жүрек-қан тамырлары жүйесіне пайдалы әсер етеді. Тұздық дайындау процесі 85°С температурада шпинатты бланштау, оны салқындату және паста тәрізді консистенцияға дейін жеткізу, содан кейін май, лимон шырыны, сарымсақ және дәмдеуіштерді қосу арқылы жүзеге асырылады. Тұздық сапасын бағалау үшін қышқылдық (pH өлшегіш әдісі), ылғалдылық (құрғату әдісі) және май қышқылдары құрамына (газды хроматография әдісі) талдау жүргізілді. Органолептикалық сипаттамалар мен көрсеткіштер дегустациялық комиссиямен бағаланды. Алынған тұздық жоғары тағамдық және функционалдық қасиеттерге ие, сақтау кезінде тұрақты және сау тамақтануға ұсынылады. Ол шпинат пен мақсары майының пайдалы компоненттерін біріктіріп, рационға құнды қосымша тағам болып табылады. Дегустациялық сынақтар тұздықтың дәмдік сапасын жоғары бағалауды көрсетіп қана қоймай, бұл оның тұтынушылар үшін тартымдылығын растайды. Дайындалған шпинат тұздығы мақсары майы негізінде функционалдық өнім болып табылады, күнделікті тамақтану рационын жақсартуға және денсаулықты қолдау үшін жақсы ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** шпинат, мақсары майы, тұздық, физика-химиялық қасиеттер, органолептикалық қасиеттер.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ХРАНЕНИЯ ШПИНАТНОГО СОУСА НА ОСНОВЕ САФЛОРОВОГО МАСЛА

**М.Ч. Тултабаев, М. Султанова, Н. Акжанов, А. Сәдуакас**

*АФ ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Астана, Казахстан,*
*e-mail: shomanyli@mail.ru*

В этой статье были рассмотрены исследовательские работы по определению устойчивости хранения шпинатного соуса на основе сафлорового масла, обладающего высокой пищевой ценностью. Шпинат является ценным источником витаминов А, С, К и минералов, таких как железо и магний, способствующих укреплению иммунитета. Сафлоровое масло богато линолевой кислотой и антиоксидантами, что делает его полезным для сердечно-сосудистой системы. Процесс приготовления соуса включал бланширование шпината при 85°С, его охлаждение и измельчение до пастообразной консистенции с последующим добавлением масла, лимонного сока, чеснока и специй. Для оценки качества соуса были проведены анализы кислотности ( метод pH-метр), влажности (метод сушки) и жирнокислотного состава (метод газовой хроматографии). Органолептические характеристики оценивались дегустационной комиссией. Полученный соус обладает высокими питательными и функциональными свойствами, стабильностью при хранении и может быть рекомендован для здорового питания. Он сочетает в себе полезные компоненты шпината и сафлорового масла, что делает его ценным дополнением к рациону. Дегустационные испытания показали высокую оценку вкусовых качеств соуса, что подтверждает его привлекательность для потребителей. Разработанный шпинатный соус на основе сафлорового масла представляет собой функциональный продукт, способствующий улучшению рациона питания и поддержанию здоровья.

**Ключевые слова:** шпинат, сафлоровое масло, соус, физико-химические свойства, органолептические свойства.

## INVESTIGATION OF THE SHELF LIFE OF SPINACH SAUCE BASED ON SAFFLOWER OIL

**M.Ch. Tultabayev✉, M. Sultanova, N. Akzhanov, A Saduakas**

*«Kazakh research Institute of processing and food industry» LLP AF, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: shomanyli@mail.ru*

This article reviewed research papers on determining the storage stability of spinach sauce based on safflower oil, known for its high nutritional value. Spinach is a rich source of vitamins A, C, K, and minerals like iron and magnesium, which contribute to immune system strengthening. Safflower oil is abundant in linoleic acid and antioxidants, making it beneficial for cardiovascular health. The sauce preparation process involved blanching spinach at 85°C, cooling it, and blending it into a paste, followed by the addition of oil, lemon juice, garlic, and spices. Quality assessments included acidity (pH meter), moisture content (drying method), and fatty acid composition (gas chromatography). Sensory characteristics were evaluated by a tasting panel. The resulting sauce exhibits high nutritional and functional properties, storage stability, and is recommended for healthy diets. It combines the beneficial components of spinach and safflower oil, making it a valuable addition to the diet. Sensory tests showed high ratings for the sauce's taste qualities, confirming its appeal to consumers. The developed spinach sauce based on safflower oil represents a functional product that enhances dietary nutrition and supports health.

**Keywords:** spinach, safflower oil, sauce, physicochemical properties, organoleptic properties.

**Кіріспе.** Өсімдік компоненттері негізіндегі тұздықтар денсаулығына көңіл бөлетін тұтынушылар арасында танымалдылыққа ие болуда [1]. Шпинат А, С, К витаминдері мен темір және магний сияқты минералдарға бай, бұл оны адам рационында өте маңызды әрі қажетті өнімге айналдырады. Ол иммунитетті нығайтуға және жалпы денсаулықты қолдауға көмектеседі [2].

Мақсары майы линол қышқылы мен антиоксиданттарға бай, бұл оны жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алуда тиімді етеді [3]. Бұл ингредиенттердің үйлесімі функционалдық өнім жасауға мүмкіндік береді, ол тағамның дәмін жақсартып қана қоймай, оның тағамдық құндылығын да арттырады [4].

Дегенмен, өнімнің физика-химиялық және органолептикалық қасиеттерін, сондай-ақ оның сақтау кезіндегі тұрақтылығын бағалау маңызды. Бұл зерттеу қазіргі нарықтың талаптарына сай келетін, тұтынушыларды тек жағымды дәмімен ғана емес, сонымен қатар пайдалы функционалдық қасиеттерімен де қамтамасыз ететін мақсары майы негізіндегі шпинат тұздығын әзірлеуге бағытталған [5].

**Материалдар мен әдістер.** Шпинат тұздығын әзірлеу үшін келесі ингредиенттер пайдаланылды: Қазақстанда өсірілген шпинат (Spinacia oleracea), мақсары майы, лимон шырыны, сарымсақ, тұз және дәмдеуіштер. Шпинат А, С, К витаминдері мен темір, магний секілді минералдарға бай, бұл жалпы денсаулықты сақтау үшін маңызды. Мақсары майы (Carthamus tinctorius) "КазИрАгро" ЖШС (Жамбыл облысы, Қазақстан Республикасы) компаниясынан алынған. Май бірінші суық сығымдау әдісімен алынған тазартылған өнім болып табылады, құрамында линол қышқылының мөлшері 70%-дан жоғары (өндірушінің мәліметі бойынша). Май +4 °С температурада қараңғы жерде, герметикалық ыдыста сақталды, бұл оның тотығуынан қорғайды.

Қосымша ингредиенттер ретінде лимон шырыны мен сарымсақ тұздықтың дәмдік қасиеттерін жақсарту үшін қолданылды. Технологиялық процесс ГОСТ 31761-2012 және ГОСТ 31762-2012 стандарттарына сәйкес жүзеге асырылды.

Тұздық дайындау процесі бірнеше кезеңнен тұрды. Алдымен, жаңа шпинат жапырақтары 85°С температурада қайнаған суда 3 минут бойы бланшталды, бұл оның пайдалы заттарын және жарқын түсін сақтауға көмектесті [6]. Бланшта-

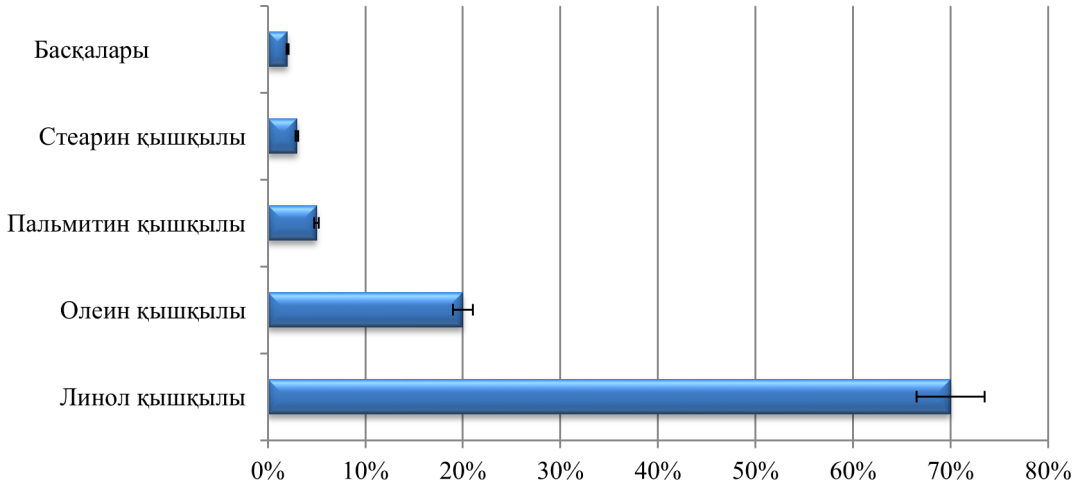
удан кейін шпинат тез арада мұзды суға салынды. Содан соң, салқындатылған шпинат блендермен ұсақталып пастаға айналды, бұл біртекті текстураны қамтамасыз етті. Пастаға мақсары майы 1:0:2 қатынасында, лимон шырыны, сарымсақ, тұз және дәмдеуіштер қосылып, бәрі мұқият араластырылды, нәтижесінде біркелкі масса алынды [7].

Тұздықтың физико-химиялық сипаттамаларын бағалау үшін келесі әдістер қолданылды. Тұздықтың pH мәні pH-метр арқылы өлшеніп, қышқылдығы анықталды, бұл тұздықтың сақтау мүмкіндігін бағалау үшін маңызды көрсеткіш болып табылады. Тұздықтың ылғалдылығы 105°C температурада тұрақты массаға дейін кептіру әдісімен анықталды, бұл осы типтегі өнімдер үшін стандартты процедура [8]. Мақсары майының май қышқылы құрамын газды хроматография әдісімен талдап, полиқанықпаған май қышқылдары, оның ішінде линол қышқылының мөлшері анықталды, бұл оның денсаулыққа пайдалы қасиеттерін растайды [9].

Тұздықтың органолептикалық сипаттамалары, оның ішінде дәмі, иісі, құрылымы және түсі дәм татушылармен 5 балдық шкала бойынша бағаланды, мұнда 5 балл – ең жоғары сапаны білдіреді. Тұздықтың тұрақтылығын бағалау үшін өнім 4°C температурада 30 күн бойы сақталды. Ара-тұра (0, 10, 20 және 30 күндерде) pH өлшеніп, ылғалдылығы қайта анықталып, органолептикалық бағалау жүргізілді, бұл тұздықтың сақтау барысында қасиеттерінің өзгеруін анықтау мақсатында жүзеге асырылды [10].

**Нәтижелер мен талқылау.** Май қышқылдарының құрамын талдау тағамдық құндылықты анықтау, функционалдық өнімдерді әзірлеу, сапа бақылауын жүргізу және мақсары майының технологиялық қасиеттерін болжау үшін қажет.

Мақсары майының май қышқылдары құрамы газды хроматография әдісімен талданды. Нәтижелер көрсеткендей, майда линол қышқылының едәуір мөлшері бар, ол полиқанықпаған май қышқылы болып табылады. Бұл мақсары майының денсаулыққа пайдалы екенін, қандағы холестерин деңгейін төмендетуге және жүрек-қан тамырлары жүйесінің қалыпты жұмысын қолдауға ықпал ететінін растайды. Мұндай қасиеттер майды функционалдық өнімге айналдырып, тұздықтың тұтынушылардың денсаулығына оң әсер етуі мүмкін (сурет 1).




**1 - сурет. Мақсары майының май қышқылдары құрамы**

Бұл диаграмма мақсары майында негізінен линол қышқылы (шамамен 70%) бар екенін көрсетеді, бұл оның полиқанықпаған май қышқылдарына жоғары мөлшерде бай екенін айқындайды. Линол қышқылы өзінің пайдалы қасиеттерімен танымал, мысалы, қандағы холестерин деңгейін қалыпты ұстауға және жүрек-қан тамырлары жүйесінің жағдайын жақсартуға көмектеседі.

Өнімнің негізі - мақсары майы, ол өзінің тұрақтандыратын қасиеттерімен белгілі, бұл өнімнің сақтау барысында физикалық және химиялық көрсеткіштерінің өзгерістеріне төзімділігін қамтамасыз етеді.

Өнімнің сапасының негізгі параметрлерінің бірі - pH деңгейі, ол тұздықтың дәмдік қасиеттеріне, микробиологиялық тұрақтылығына және сақтау мерзіміне әсер етеді. Зерттеу барысында шпинат тұздығының pH деңгейі 30 күн бойы +4 °C температурада сақталған жағдайда өзгерісі бақылауға алынды (кесте 1).

**1 - кесте. Мақсары майы негізіндегі шпинат тұздығының pH деңгейінің 30 күн бойы өзгерісі**

| Сақтау күндері | pH | Ескертпе |
|---|---|---|
| 0күн | 5.5 | Бастапқы pH көрсеткіші |
| 7күн | 5.4 | pH деңгейінің аздап төмендеуі |
| 14күн | 5.3 | pH деңгейінің төмендеуі жалғасуда |
| 21күн | 5.2 | pH деңгейінің жеңіл төмендеуі |
| 30күн | 5.1 | pH деңгейінің минимальды өзгерісі |

Сақтау мерзімі ішінде тұздықтың pH деңгейі 6,1-ден 5,8-ге дейін төмендеген. Бұл өзгеріс лимон шырынының табиғи органикалық қышқылдарының әсерінен, сондай-ақ сақтау кезінде микробиологиялық процестердің жүруімен байланысты. Сонымен, кесте 30 күн бойы сақтау барысында тұздықтың pH деңгейінің минималды ауытқулармен тұрақты болғанын көрсетеді. Бұл өнімнің сақтау кезінде жоғары тұрақтылығын дәлелдейді, әрі оның сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін маңызды екенін айқындайды.

Ылғалдылықтың аз өзгеруі өнімнің жақсы қаптамасымен және қолданылған ингредиенттердің ерекшеліктерімен түсіндіріледі (кесте 2).

**2 - кесте. Мақсары майы негізіндегі шпинат тұздығының 30 күн бойы сақтау барысында ылғалдылығының өзгерісі**

| Сақтау күндері | Ылғалдылық (%) | Ескертпе |
|---|---|---|
| 0күн | 80 | Өнімнің бастапқы ылғалдылығы |
| 7күн | 79 | Ылғалдылықтың шамалы төмендеуі |
| 14күн | 78 | Ылғалдылықтың аздап төмендеуі |
| 21күн | 77 | Ылғалдылықтың жеңіл төмендеуі |
| 30күн | 76 | Ылғалдылықтың минималды төмендеуі |

Тәжірибе нәтижелері бойынша, сақтау мерзімі ішінде өнімнің ылғалдылығы шамамен 4%-ға төмендегені анықталды. Бұл өзгерістер өнімнің құрылымына және органолептикалық қасиеттеріне әсер етті. Ылғалдың азаюы, негізінен, май фазасының тұрақтылығына және сұйық фракцияның булануына байланысты болып келеді.

Шпинат тұздығы жарқын дәмі, пайдалы қасиеттері мен функционалдық құндылығын қамтамасыз ететін ингредиенттер негізінде әзірленді. Негізгі компонент — балғын шпинат, ол дәрумендер мен минералдардың бай көзі болса, мақсары майы өнімді полиқанықпаған май қышқылдарымен байытады. Лимон шырыны

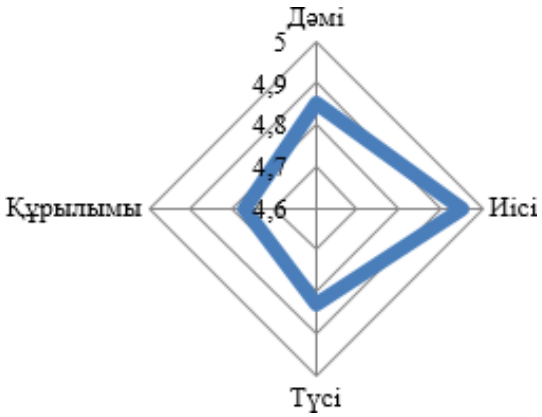
тұздыққа қышқылдық қосып, сарымсақ хош иісті күшейтеді, ал дәмдеуіштер жалпы дәмдік үйлесімділікті толықтырады (кесте 3).

**3 - кесте. Мақсары майы негізінде шпинат тұздығының рецептурасы 100 г-100%**

| Ингредиенттер | Құрамы, % |
|---|---|
| Балғын шпинат | 77,9 |
| Мақсары майы | 15,4 |
| Лимон шырыны | 3,8 |
| Сарымсақ | 1,7 |
| Тұз | 0,8 |
| Дәмдеуіштер (дәміне қарай) | 0,4 |

Бұл рецептура шпинат тұздығына жоғары тағамдық құндылықты ғана емес, сонымен қатар кең тұтынушылар тобына лайықты тартымды дәмді қамтамасыз ететін теңдестірілген құрамды көрсетеді.

Органолептикалық сипаттамалар өнімнің дәмі, иісі, түсі және құрылымы сияқты қасиеттерін сезім органдары арқылы қабылдауды сипаттайды. Мақсары майы негізіндегі шпинат тұздығы үшін дәм тату сынақтары жүргізіліп, нәтижелер өнімнің тұтынушылар үшін тартымдылығын көрсететін бағалар түрінде ұсынылды (сурет 2).




**2 - сурет. Мақсары майы негізіндегі шпинат тұздығының органолептикалық бағасы**

Дәмі - баға 4.8 (соустың дәмі керемет, лимон шырынынан аздап қышқыл).

Иісі - баға 5.0 (жаңа, жарқын шпинат иісі, сарымсаққа тән иісі).

Түсі - баға 4.7 (жаңа шпинатқа тән қанық жасыл түс).

Құрылымы - баға 4.5 (ұнамды, жұмсақ, аздап кремді құрылым).

Профилограмма негізгі органолептикалық сипаттамалар бойынша бағалардың таралуын айқын көрсетіп, өнімнің жалпы сапасын бағалауға мүмкіндік береді.

Тұздық органолептикалық қасиеттері дәм тату арқылы бағаланып, жоғары бағаларға ие болды. Соус жарқын жасыл түспен және жаңа шпинаттың бай хош иісімен ерекшеленді. Дәмі теңдестірілген, лимон шырынынан келген жеңіл қышқылдық және сарымсақтың ерекше хош иісі байқалады. Сапа шкаласы бойынша бағасы 4-5

балл аралығында болды, бұл тұздықтың жоғары дәмдік тартымдылығын растайды (сурет 3).

**3 - сурет. Мақсары майына негізделген шпинат тұздығы**

Бұл нәтижелер басқа зерттеулердің деректерімен сәйкес келеді, олар табиғи өсімдік компоненттерін, мысалы, шпинатты қамтитын тұздықтардың жоғары органолептикалық сипаттамаларға ие болатынын және функционалдық тамақ өнімдері нарығында сұранысқа ие болатынын көрсетеді.

*Талқылау.* Алынған нәтижелерге сүйене отырып, шпинаттан жасалған тұздық, мақсары майымен дайындалған, тек дәмді ғана емес, сонымен қатар функционалдық қасиеттерге ие өнім болып табылады. Оның жақсы физика-химиялық және органолептикалық қасиеттері бар. Мақсары майы, полиқанықпаған май қышқылдарына бай, тұздықтың пайдалы қасиеттерін жақсартады, ал шпинат қосымша витаминдер мен минералдармен байытады. Тұздықтың тұрақтылығын бағалау оның 30 күн бойы сақталған кезде өз қасиеттерін сақтайтынын көрсетті, бұл оны әртүрлі жағдайларда қолдануға ыңғайлы етеді.

Сонымен қатар, бұл зерттеу нәтижелері мақсары майы негізінде әзірленген шпинат тұздығы - денсаулықты қолдауға бағытталған функционалды өнімдер нарығында сұранысқа ие болатынын растады. Линол қышқылы мен В тобының витаминдерін қамтитын мұндай өнімдер өз денсаулығына мән беретін және тамақтың қоректік құндылығын арттыруға ұмтылатын адамдар үшін маңызды тағамдық қосымша бола алады.

**Қорытынды.** Әзірленген шпинат тұздығы — бұл жаңа шпинаттың пайдалы қасиеттері мен жоғары сапалы мақсары майының тамаша үйлесімі. Шпинатты өңдеудің дұрыс технологиялары, атап айтқанда бланштау, оның құрамындағы витаминдер мен минералдарды сақтау және тұздықтың органолептикалық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер мақсары майының құрамында негізінен линол қышқылы (шамамен 70%) барын және оның полиқанықпаған май қышқылдарына бай екендігін көрсетті. Линол қышқылы өзінің пайдалы қасиеттерімен танымал, ол қан холестеринінің деңгейін қалыпты ұстауға және жүрек-қан тамырлары жүйесінің денсаулығын жақсартуға ықпал етеді.

Тұздықтың өндірілу кезіндегі ылғалдылығы 80% құрады. 30 күндік сақтау барысында ылғалдылық тек 4%-ға ғана төмендеді. Бұл тұздықтың тұрақтылығын және оны ұзақ уақыт бойы сақтауға жарамды екенін дәлелдейді. Ылғалдылықтың өзгеруінің аздығы жақсы қаптаманың әсерінен

болуы мүмкін, ол өнімдегі ылғалды сақтауға көмектеседі, сондай-ақ қолданылған ингредиенттердің табиғи қасиеттері де осыған ықпал еткен болуы мүмкін. Органолептикалық деректерге сүйенсек, тұздық ашық жасыл түспен және жаңа шпинаттың бай хош иісімен ерекшеленеді. Оның дәмі жақсы теңдестірілген, лимон шырынының жеңіл қышқылдығы мен сарымсақтың хош иісі айқын байқалады. Сапа шкаласы бойынша бағасы 4-5 балл аралығында болды, бұл тұздықтың жоғары дәмдік қасиеттерін көрсетеді.

**Қаржыландыру:** Жұмыс Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі BR 22886613 ”Ауыл шаруашылығы Өсімдік шаруашылығы өнімдері мен шикізатын қайта өңдеу және сақтау жөніндегі инновациялық технологияларды әзірлеу” қаржыландыратын бағдарлама шеңберінде жүргізілді.

*Қорытындылай келе, біз осы ғылыми жобаның барлық қатысушыларына эксперименттік зерттеулер жүргізуге көмектескені үшін шын жүректен алғыс айтқымыз келеді. Біз сондай-ақ ”ҚазҒЗИ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі” ЖШС Астана филиалының басшылығы мен ғалымдарына алғысымызды білдіреміз.*

## Әдебиттер

1. Лейберова, Н. В., and Л. А. Донскова Применение рыжикового масла в рецептуре соуса на растительной основе // Индустрия питания/Food Industry. -2018. –Т. 3. -№ 4. –С. 25-29. DOI 10.29141/2500-1922-2018-3-4-2

2. Давлатова М. С., Кароматов И. Д. Научные исследования лекарственных свойств шпината //Биология и интегративная медицина. - 2017. -№. 10. -С. 125-136.

3. Устенова Г. О., Тургумбаева А. А., Кантуреева А. Применение и свойства сафлора красильного //Вестник Казахского Национального медицинского университета. -2016. -№. 1. -С. 535-537.

4. Колногоров К.П. и др. Новые функциональные пищевые масложировые продукты со сбалансированным жирнокислотным составом //Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2016. – №. 4 (186). – С. 188-194.

5. Rahnama A., Farshad S., Ф., Moosa Meskarbashee, et.al. High temperature perturbs physicochemical parameters and fatty acids composition of safflower (Carthamus tinctorius L.) // BMC Plant Biol. -2024. -Vol. 24(1). DOI 10.1186/s12870-024-05781-3

6. Tedom W. D. et al. Optimal conditions of steam blanching of spinach (Spinacia oleracea), a leafy vegetable consumed in Cameroon //International Journal of Nutritional Sciences and Food Technology. -2020. – Vol. 6(3). -P. 1-8.

7. Grzeszczuk M., Jadczak D., Podsiadło C. The effect of blanching, freezing and freeze-storage on changes of some chemical compounds content in New Zealand spinach //Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. -2007. –Vol. 66(1). – P. 95-103. DOI 10.2478/v10032-007-0012-x

8. Давыдова У.Ю., Величко Н.А. Изменение качества майонезного соуса в процессе хранения //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 6. – С. 85-90.

9. Турина Е. Л., Прахова Т. Я., Ефименко С. Г. Жирнокислотный состав сортов сафлора в зависимости от региона возделывания //Международный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – №. 3. – С. 287-291. DOI 10.55186/25876740_2023_66_3_287

10. Мухаметов А.Е., Аскарбеков Э.Б., Ербулекова М.Т., Сейсеналы М.Е. Өсімдік майларының қоспасынан дайындалатын майлы өнімдердің сапалық көрсеткіштерін зерттеу // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. -2022. -№ (4). –Б. 61-68. DOI 10.48184/2304-568X-2022-4-61-68

## References

1. Lejberova, N. V., and L. A. Donskova Primenenie ryzhikovogo masla v recepture sousa na rastitel' noj osnove // Industrija pitanija/Food Industry. -2018. –T. 3. -№ 4. –S. 25-29. DOI 10.29141/2500-1922-2018-3-4-2

2. Davlatova M. S., Karomatov I. D. Nauchnye issledovanija lekarstvennyh svojstv shpinata //Biologija i integrativnaja medicina. - 2017. -№. 10. -S. 125-136. [in Russian]

3. Ustenova G. O., Turgumbaeva A. A., Kantureeva A. Primenenie i svojstva saflora krasil' nogo //Vestnik Kazahskogo Nacional' nogo medicinskogo universiteta. -2016. -№. 1. -S. 535-537. [in Russian]

4. Kolnogorov K.P. i dr. Novye funkcional' nye pishhevye maslozhirovye produkty so sbalansirovannym zhirnokislotnym sostavom //Trudy BGTU. Serija 2: Himicheskie tehnologii, biotehnologija, geojekologija. – 2016. – №. 4 (186). – S. 188-194. [in Russian]

5. Rahnama A., Farshad S., F., Moosa Meskarbashee, et.al. High temperature perturbs physicochemical parameters and fatty acids composition of safflower (Carthamus tinctorius L.) // BMC Plant Biol. -2024. -Vol. 24(1). DOI 10.1186/s12870-024-05781-3

6. Tedom W. D. et al. Optimal conditions of steam blanching of spinach (Spinacia oleracea), a leafy vegetable consumed in Cameroon //International Journal of Nutritional Sciences and Food Technology. -2020. – Vol. 6(3). -P. 1-8.

7. Grzeszczuk M., Jadczak D., Podsiadło C. The effect of blanching, freezing and freeze-storage on changes of some chemical compounds content in New Zealand spinach //Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. -2007. –Vol. 66(1). – P. 95-103. DOI 10.2478/v10032-007-0012-x

8. Davydova U.Ju., Velichko N.A. Izmenenie kachestva majoneznogo sousa v processe hranenija //Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – №. 6. – S. 85-90. [in Russian]

9. Turina E. L., Prahova T. Ja., Efimenko S. G. Zhirnokislotnyj sostav sortov saflora v zavisimosti ot regiona vozdelyvanija //Mezhdunarodnyj sel' skohozjajstvennyj zhurnal. – 2023. – №. 3. – S. 287-291. DOI 10.55186/25876740_2023_66_3_287 [in Russian]

10. Mýhametov A.E., Askarbekov E.B., Erbýlekova M.T., Seısenaly M.E. Ósimdik maılarynyń qospasynan daıyndalatyn maıly ónimderdiń sapalyq kórsetkishterin zertteý // Almaty tehnologıalyq ýnıversıtetiniń habarshysy. -2022. -№ (4). –Б. 61-68. DOI 10.48184/2304-568X-2022-4-61-68 [in Kazakh]

***Авторлар туралы мәліметтер***

Тултабаев М.Ч- техника ғылымдарының докторы, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының жоба жетекшісі, Астана, Қазақстан, e-mail: shomanyli@mail.ru;

Султанова Мю- техника ғылымдарының магистрі, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының жоба жетекшісі, Астана, Қазақстан, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Акжанов Н.-жаратылыстану ғылымдары магистрі, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының аға ғылыми қызметкері, Астана, Қазақстан, e-mail: nurtore0308@gmail.com;

Садуакас А.-«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Астана филиалының өсімдік шикізатын бастапқы өңдеу зертханасының ғылыми қызметкері, Астана, Қазақстан, те-mail: aykon96@mail.ru.

***Information about the authors***

Tultabayev M.Ch.- Doctor of Technical Sciences, Project Manager of the Astana branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: shomanyli@mail.ru;

Sultanova M.-Master of Technical Sciences, Project Manager of the Astana Branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Akzhanov N.-Master of Natural Sciences, Senior Researcher of the Astana Branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: nurtore0308@gmail.com;

Saduakas A.- Researcher of the Laboratory of Primary Processing of Plant Raw Materials, Astana Branch of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industries, Astana, Kazakhstan, e-mail: aykon96@mail.ru.

МРНТИ 65.33.35 https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-735

# ВЛИЯНИЕ АРАХИСОВОЙ МУКИ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРЕКЕРОВ

**[1]Б.Ж. Мулдабекова, [1]М.Б. Султанкул, [2]К.А. Куртибай, [3]Ф.Б. Қаххоров, [1]Г.Х. Исматуллаева, [1]А.Т. Жумабекова**

*[1]Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан,*
*[2]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,*
*[3]Джизакский политехнический институт, г. Джизак, Республика Узбекистан,*
*Корреспондент-автор: m.sultankul@bk.ru*

Статья посвящена исследованию влияния арахисовой муки на органолептические и физико - химические показатели крекеров. В ходе работы проведены эксперименты по добавлению арахисовой муки в различные рецептуры теста для крекеров, с целью улучшения их вкусовых качеств, текстуры и питательной ценности.

Оценка органолептических характеристик включала анализ запаха, вкуса, текстуры и внешнего вида полученных изделий, что позволило объективно оценить их качество. Физико - химические исследования охватывали такие параметры, как влажность, щелочность и намокаемость, что позволило понять, как арахисовая мука влияет на структуру теста и готовых изделий. Результаты показали, что добавление арахисовой муки значительно улучшает вкусовые и текстурные характеристики крекеров, при этом их питательная ценность повышается за счет увеличения содержания растительного белка и жиров. Данная статья подчеркивает потенциал арахисовой муки как полезного ингредиента для производства функциональных продуктов питания, а также открывает перспективы для дальнейших исследований в области инновационных технологий в пищевой промышленности, что в конечном итоге приведет к созданию более полезных и вкусных продуктов для потребителей. Добавление арахисовой муки также может способствовать созданию продуктов для специальных диетических потребностей.

**Ключевые слова:** арахисовая мука, крекеры, органолептические показатели, физико - химический анализ, питательная ценность.

# ЖЕРЖАҢҒАҚ ҰНЫНЫҢ КРЕКЕРДІҢ ОРГАНОЛЕПТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ

**[1]Б.Ж. Мулдабекова, [1]М.Б. Султанкул, [2]К.А. Куртибай, [3]Ф.Б. Қаххоров, [1]Г.Х. Исматуллаева, [1]А.Т. Жумабекова**

*[1]Алматы Технологиялық Университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[2]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,*
*[3]Джизак политехникалық институты, Джизак қаласы, Өзбекстан,*
*e- mail: m.sultankul@bk.ru*

Мақалада жержаңғақ ұнының крекерлердің органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу қарастырылған. Жұмыс барысында крекерлердің дәмдік сапасын, құрылымын және тағамдық құндылығын жақсарту мақсатында, түрлі рецептерге жержаңғақ ұнын қосу бойынша эксперименттер жүргізілді.

Органолептикалық көрсеткіштерді бағалау дайын өнімдердің иісі, дәмі, құрылымы және сыртқы көрінісін талдауды қамтыды, бұл олардың сапасын объективті түрде бағалауға мүмкіндік берді. Физико-химиялық зерттеулер ылғалдылық, сілтілік және суланғыштық сияқты параметрлерді қамтыды, бұл жержаңғақ ұнының қамыр мен дайын өнімдердің құрылымына қалай әсер ететінін түсінуге мүмкіндік берді. Нәтижелер жержаңғақ ұнын қосу крекерлердің дәмдік және текстуралық сипаттамаларын едәуір жақсартатынын, сонымен қатар олардың тағамдық құндылығы өсімдік

ақуызы мен майларының құрамының жоғарылауына байланысты артатынын көрсетті. Бұл мақала жержаңғақ ұнының функционалдық азық-түлік өнімдерін өндіруге арналған пайдалы ингредиент ретіндегі әлеуетін ерекше атап өтеді, сондай-ақ азық-түлік өнеркәсібінде инновациялық технологиялар саласындағы одан әрі зерттеулердің перспективаларын ашады, бұл түптеп келгенде тұтынушылар үшін пайдалы әрі дәмді өнімдердің құрылуына әкеледі. Жержаңғақ ұнын қосу арнайы диеталық қажеттіліктері бар өнімдерді жасауға да ықпал етуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** жержаңғақ ұны, крекерлер, органолептикалық көрсеткіштер, физико-химиялық анализ, тағамдық құндылық

## THE EFFECT OF PEANUT FLOUR ON THE ORGANOLEPTIC AND PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF CRACKERS

**[1]B.Zh. Muldabekova, [1]M.B. Sultankul✉, [2]K.A. Kurtibay, [3]F. Qaxxorov, [1]G.Kh. Ismatullaeva, [1]A.T. Zhumabekova**

*[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*
*[2]L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[3]Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan*

The article is devoted to the study of the effects of peanut flour on the organoleptic and physicochemical properties of crackers. Experiments were conducted to add peanut flour to various cracker dough recipes in order to improve their flavor, texture, and nutritional value.

The evaluation of organoleptic characteristics included the analysis of the aroma, taste, texture, and appearance of the resulting products, which allowed for an objective assessment of their quality. Physico - chemical studies covered parameters such as moisture, alkalinity, and wetting, which helped to understand how peanut flour affects the structure of the dough and the finished products. The results showed that the addition of peanut flour significantly improves the flavor and texture characteristics of crackers, while their nutritional value is enhanced due to the increased content of vegetable proteins and fats. This article highlights the potential of peanut flour as a beneficial ingredient for the production of functional food products, as well as opens up prospects for further research in the field of innovative technologies in the food industry, ultimately leading to the creation of healthier and tastier products for consumers. The addition of peanut flour may also contribute to the creation of products for special dietary needs.

**Keywords:** peanut flour, crackers, organoleptic parameters, physico-chemical analysis, nutritional value.

**Введение.** Рост потребительского интереса к функциональным и питательным продуктам питания стимулирует поиск альтернативных растительных белковых компонентов, способных улучшить состав традиционных хлебобулочных изделий. Одним из таких перспективных ингредиентов является *Arachis hypogaea*, широко известный как арахис или земляной орех. Арахисовая мука, получаемая из обезжиренного арахисового жмыха или измельченного жареного арахиса, рассматривается как ценный пищевой компонент благодаря высокому содержанию белка, наличию незаменимых аминокислот и биологически активных соединений. Кроме того, ее функциональные свойства позволяют использовать ее в качестве ингредиента для обогащения безглютеновой и высокобелковой продукции [1]. Внедрение арахисовой муки в рецептуру крекеров открывает новые перспективы для повышения их пищевой ценности, улучшения органолептических характеристик и модификации текстурных параметров.

Арахисовая мука характеризуется высокой концентрацией белка, составляющей около 50% в обезжиренной форме, а также наличием незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, антиоксидантов и микроэлементов [2]. Ее включение в состав хлебобулочных изделий способствует улучшению пищевой ценности, повышению биодоступности белка и микронутриентов, а также усилению антиоксидантного

потенциала продукта [3]. Кроме того, высокая липидная фракция арахиса способствует формированию желаемой текстуры, улучшает реологические свойства теста и повышает органолептические характеристики конечного продукта [4]. С функциональной точки зрения арахисовая мука обладает выраженной водопоглощающей способностью, что влияет на свойства теста и конечную структуру выпеченных изделий. В частности, она способствует повышенной гидратации теста, увеличению его вязкости и когезионности, что определяет более плотную и однородную текстуру крекеров по сравнению с традиционными вариантами на основе пшеничной муки [5].

Физико-химические свойства крекеров, обогащенных арахисовой мукой, изменяются в зависимости от уровня ее включения в рецептуру. Исследования показывают, что увеличение концентрации арахисовой муки приводит к изменению реологических свойств теста и готового продукта: повышается водопоглощающая способность, что способствует формированию более плотной и когезионной текстуры [5,6]; усиливаются реакции неэнзимного потемнения (реакция Майяра), что приводит к формированию более интенсивного золотисто-коричневого оттенка, повышая привлекательность продукта [6]; изменяется химический состав крекеров, в частности, увеличивается содержание белка, пищевых волокон и минеральных веществ, таких как магний, цинк и железо [7]. Однако чрезмерное включение арахисовой муки может привести к увеличению твердости изделий, снижению их хрупкости и изменению текстурных характеристик, что требует оптимизации рецептуры с точки зрения соотношения компонентов [8].

Сенсорные исследования подтверждают, что арахисовая мука положительно влияет на аромат, вкус и текстуру крекеров, придавая им характерные ореховые и поджаренные ноты, которые воспринимаются потребителями как привлекательные [9]. Однако увеличение концентрации арахисовой муки свыше 30% может привести к появлению горьковатого послевкусия и излишней твердости, что требует коррекции рецептуры [10]. Согласно сенсорному анализу, крекеры, обогащенные арахисовой мукой, обладают высокой степенью приемлемости среди потребителей, особенно при использовании сбалансированного уровня включения (менее 30% от общей массы муки) [11]. Таким образом, оптимизация рецептуры с учетом органолептических параметров играет ключевую роль в разработке конкурентоспособных продуктов.

В связи с растущим спросом на высокобелковые растительные продукты, арахисовая мука находит широкое применение в разработке инновационных хлебобулочных изделий. В частности, она используется в безглютеновых продуктах, функциональных закусках и белковых смесях для специализированного питания [12]. Кроме того, активное изучение сочетания арахисовой муки с альтернативными источниками растительного белка, такими как маниоковая, нутовая или сорговая мука, позволяет оптимизировать питательный состав крекеров и добиться гармоничного сочетания текстурных и вкусовых характеристик [13]. Рыночные исследования указывают на возрастающий интерес к разработке гипоаллергенных форм арахисовой муки, а также к возможностям модификации ее функциональных свойств с целью расширения областей применения в хлебопекарной отрасли [14].

Интеграция арахисовой муки в рецептуру крекеров обладает значительным потенциалом для повышения их пищевой ценности, улучшения органолептических характеристик и изменения текстурных параметров. Однако достижение оптимального качества продукции требует детальной проработки рецептурных решений с учетом влияния арахисовой муки на физико-химические и сенсорные свойства изделий. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются изучение технологических методов обработки арахисовой муки с целью улучшения ее функциональных характеристик, разработка стратегий белкового обогащения для повышения биодоступности аминокислот, внедрение технологий снижения аллергенности, что позволит расширить область применения арахисовой муки в функциональных продуктах питания. Таким

образом, дальнейшее изучение свойств арахисовой муки и механизмов ее взаимодействия с компонентами теста будет способствовать созданию высококачественных и востребованных продуктов на рынке функционального питания.

Целью данного исследования является изучение влияния добавления арахисовой муки на органолептические характеристики и физико-химические параметры крекеров, а также комплексная оценка её воздействия на качество.

***Задачи исследования:***

1. Провести анализ химического состава арахисовой муки и сравнить его с составом пшеничной муки.

2. Изучить органолептические показатели арахисовой муки.

3. Разработать рецептуру крекера путем экспериментального замещения части пшеничной муки арахисовой в различных пропорциях.

4. Определить оптимальные методические соотношения ингредиентов для достижения наилучших органолептических характеристик и текстуры готового продукта.

5. Оценить органолептические свойства изготовленных крекеров (вкус, аромат, текстура, внешний вид).

6. Измерить физико-химические характеристики крекеров, полученных с использованием арахисовой муки.

7. Сделать выводы о влиянии арахисовой муки на качество крекеров и обоснованности ее применения в рецептуре.

**Материалы и методы.** *Функциональные и технологические свойства используемого сырья*

Арахисовая мука представляет собой ценный функциональный ингредиент благодаря своему богатому химическому составу и многочисленным полезным свойствам. Высокое содержание белка и аминокислот обуславливает её широкое применение в производстве пищевых продуктов, направленных на повышение их пищевой ценности. Кроме того, значительное количество пищевых волокон в составе арахисовой муки способствует улучшению структуры теста, увеличению вязкости и повышению влагоудерживающей способности, что особенно важно при изготовлении хлебобулочных и кондитерских изделий. Помимо этого, арахисовая мука служит натуральным ароматизатором, придавая продуктам характерный ореховый вкус и аромат. Анализ химического состава позволяет выявить преимущества арахисовой муки по сравнению с традиционной пшеничной мукой. В таблице 2 представлены основные показатели их химического состава.

**Таблица 1 - Химический состав муки (мг/100 г)**

| Мука | Вода | Белки | Жиры | Углеводы | Зола | Минеральные вещества | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Ca | Mn | Fe | Zn |
| Пшеничная | 14,0 | 11,20 | 1,35 | 54,37 | 0,45 | 17,88 | 0,57 | 1,22 | 0,73 |
| Арахисовая | 8,0 | 32,60 | 4,83 | 26,70 | 4,8 | 14,2 | 1,52 | 5,45 | 1,54 |

Данная таблица 1 демонстрируют существенные различия в составе арахисовой муки по сравнению с пшеничной. В частности, содержание белка в арахисовой муке (32,60 мг/100 г) значительно превышает его количество в пшеничной муке (11,20 мг/100 г), что делает её ценным ингредиентом для обогащения продуктов белком. Кроме того, арахисовая мука содержит значительно больше золы (4,8 мг/100 г) по сравнению с пшеничной мукой (0,45 мг/100 г), что свидетельствует о более высокой концентрации минеральных веществ. В частности, арахисовая мука содержит больше марганца, железа и цинка, что усиливает её пищевую ценность.

Органолептические свойства играют важную роль при выборе муки для различных видов

продуктов. В таблице 2 представлены основные различия между арахисовой и пшеничной мукой по цвету, запаху, вкусу и наличию минеральных примесей.

**Таблица 2 - Органолептические характеристики сырья**

| Наименование показателя | Показатели муки | |
|---|---|---|
| | Мука пшеничная | Мука арахисовая |
| Цвет | Белый | Светло-кремовый |
| Запах | Свойственной пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый | Аромат насыщенный, ореховый, без посторонних или прогорклых оттенков |
| Вкус | Свойственной пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький | Приятный, характерный для арахиса, с выраженной ореховой сладостью |
| Наличие минеральной примеси (при разжевывании муки не должно ощущаться хруста) | Отсутствуют | Отсутствуют |

Результаты органолептического анализа выявили значительные различия между двумя видами муки. Пшеничная мука характеризуется белым цветом и нейтральным вкусом без выраженных ароматических свойств, тогда как арахисовая мука имеет светло-кремовый оттенок и насыщенный ореховый аромат. Вкус арахисовой муки более выраженный, с характерной ореховой сладостью. Оба вида муки продемонстрировали высокую степень чистоты, поскольку минеральные примеси при разжёвывании не выявлены. Выраженные вкусо-ароматические свойства арахисовой муки делают её ценным ингредиентом для обогащения вкусового профиля хлебобулочных и кондитерских изделий.

Для оценки технологического потенциала арахисовой муки проведено сравнение её физико-химических характеристик с пшеничной мукой первого сорта (таблица 3).

**Таблица 3 - Физико-химические показатели сырья**

| Определяемый показатель | Результаты испытаний муки | |
|---|---|---|
| | пшеничной | арахисовой |
| Массовая доля влаги, % | 14,0 | 8,0 |
| Массовая доля жира, % | 1,7 | 26,1 |
| Массовая доля белка, % | 15,3 | 45,1 |
| Массовая доля углевода, % | 23,8 | 10,1 |

Результаты физико-химического анализа показывают, что арахисовая мука содержит значительно больше белка (45,1%) и жира (26,1%) по сравнению с пшеничной мукой (15,3% и 1,7% соответ-

ственно). Эти свойства делают её перспективным ингредиентом для повышения белково-липидного состава пищевых продуктов. Кроме того, арахисовая мука характеризуется более низким содержанием углеводов (10,1% против 23,8% в пшеничной муке), что делает её подходящей для продуктов с пониженным содержанием углеводов. Низкий уровень влажности (8,0%) по сравнению с пшеничной мукой (14,0%) может оказывать влияние на гидратацию теста и его текстурные характеристики.

Таким образом, арахисовая мука обладает значительным потенциалом для обогащения пищевых продуктов белками, жирами и минеральными веществами, а также улучшения их органолептических и технологических характеристик. Её использование в пищевой промышленности может способствовать созданию более питательных и функциональных продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания.

*Сырьевая база и рецептура*

В ходе исследования изучались технологические параметры производства крекеров с частичной заменой пшеничной муки первого сорта на арахисовую муку. В качестве сырьевых компонентов использовались: пшеничная мука 1 сорта (ГОСТ 26574-85), арахисовая мука (ТУ 9146-042-70834238-14), маргарин, соль, сахар, дрожжи сухие, сода пищевая и вода.

Для экспериментальной части были подготовлены контрольный образец, а также опытные варианты с заменой 10, 20 и 30% пшеничной муки на арахисовую муку согласно рецептуре. Формулы рецептур представлены в Таблице 4.

**Таблица 4 - Рецептурный состав крекеров (г на 1000 г смеси)**

| Компонент | Контрольный образец | Арахисовая мука 10% | Арахисовая мука 20% | Арахисовая мука 30% |
|---|---|---|---|---|
| Пшеничная мука 1 сорта | 500 | 450+50 | 400+100 | 350+150 |
| Арахисовая мука | - | 50 | 100 | 150 |
| Маргарин | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Соль | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Сахар | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Дрожжи сухие | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Сода пищевая | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Вода | 200 | 200 | 200 | 200 |

*Технологический процесс производства крекеров*

Изготовление крекеров проводилось опарным способом, состоящим из нескольких технологических этапов, регламентированных стандартами хлебопекарного производства.

На первом этапе осуществляли приготовление опары, смешивая пшеничную муку, воду и сухие дрожжи с добавлением части сахара и соли. Ферментация опары проходила при температуре 28–30 °C в течение 120 минут, что способствовало активному размножению дрожжевых микроорганизмов и накоплению углекислого газа ($CO_2$), необходимого для структурообразования теста. В результате происходило повышение кислотности среды, что обеспечивало улучшение физико-химических и реологических свойств тестовой массы.

После завершения брожения в опару вводили маргарин, остатки сахара и соли, соду и

арахисовую муку в соответствии с рецептурой. Замес теста осуществляли до получения однородной пластичной консистенции с оптимальными структурно-механическими характеристиками. Далее тесто подвергали разделке, раскатке до толщины 4–5 мм и перфорации, что предотвращало вздутие заготовок при термообработке.

Термическая обработка проводилась в конвекционной печи Tecnoeka MKF 664 BM (Италия) при температуре 160–170 °С в течение 12–15 минут. Данный температурный режим способствовал предотвращению термического разложения липидных фракций, содержащихся в арахисовой муке, и обеспечивал оптимальные условия для протекания реакций Майяра, определяющих цветовую характеристику и аромат готовых изделий.

После завершения выпекания крекеры охлаждали при температуре 20–22 °С и упаковывали в герметичные полиэтиленовые пакеты для предотвращения влагообмена с окружающей средой и окислительных процессов при хранении.

*Методы анализа качества крекеров*

При выполнении работы использовались органолептические и физико-химические методы исследования. В качестве исследуемых материалов рассматривали контрольные образцы крекера и опытные образцы крекера с заменой пшеничной хлебопекарной муки 1 сорта на аналогичное количество арахисовой муки. Оценку показателей качества осуществляли в соответствии с нормативными документами: ГОСТ 5897-90 – методы определения органолептических показателей качества, ГОСТ 5898-87 – методы определения кислотности и щелочности, ГОСТ 5900-73 – методы определения влаги и сухих веществ, ГОСТ 10114-80 – метод определения намокаемости.

Органолептическую оценку выполняли с привлечением дегустационной комиссии по 5-балльной шкале, учитывая вкус, аромат, цвет, текстуру и общий внешний вид образцов. Для повышения достоверности полученных данных исследования проводили в трехкратной повторности. Анализируемые образцы подвергали одинаковым условиям обработки и хранения, что позволило минимизировать случайные погрешности и обеспечить воспроизводимость результатов.

**Результаты и обсуждение.** В рамках исследования, направленного на изучение влияния альтернативного сырья на качество мучных кондитерских изделий, была проведена модификация рецептуры крекера с использованием арахисовой муки в качестве обогащающего компонента. В ходе экспериментов были разработаны три варианта рецептур (Таблица 1), предусматривающие частичную замену пшеничной муки на арахисовую в количествах 10%, 20% и 30% от общей массы муки.

Выбранный диапазон замещения обусловлен необходимостью комплексной оценки влияния различных уровней добавления арахисовой муки на органолептические, физико-химические и структурно-механические характеристики готового продукта. Такой подход позволяет установить оптимальное соотношение компонентов, обеспечивающее улучшение пищевой ценности изделий без существенного ухудшения их технологических свойств.

Согласно утверждённой рецептуре, представленной в таблице 1, проведены серии экспериментальных выпекании с различными уровнями замены пшеничной муки на арахисовую. Технологический процесс включал ферментацию опары (28–30 °С, 120 мин), после чего в неё добавляли маргарин, сахар, соль, соду и арахисовую муку. Тесто замешивали до однородной пластичной консистенции, раскатывали (4–5 мм), перфорировали и формовали заготовки.

Выпекание проводилось при 160–170 °С (12–15 мин), что обеспечивало оптимальное формирование цвета, аромата и структуры изделий. Готовые крекеры охлаждали (20–22 °С) и герметично упаковывали, предотвращая потерю влаги и окислительные процессы, что способствовало сохранению их качества. Далее проводили описание и оценку структурных и органолептических свойств готовых изделий (Таблицы 5, 6)

**Таблица 5 - Описание структурных и органолептических характеристик готовых изделий**

| Показатель | Контрольный вариант | Арахисовая мука 10 % | Арахисовая мука 20 % | Арахисовая мука 30 % |
|---|---|---|---|---|
| Внешний вид и поверхность | Равномерно пропечённая поверхность, светло-золотистый цвет, без трещин и вздутий. | Светло-золотистый цвет с лёгким коричневым оттенком, однородная структура. | Более тёмный золотистый цвет с коричневым оттенком, однородная поверхность. | Тёмно-золотистый, выраженный коричневый оттенок, небольшие тёмные включения. |
| Вид на изломе и внутренняя структура | Плотная и однородная структура, мелкие поры, умеренная ломкость. | Мелкопористая равномерная структура, незначительные включения арахисовой муки. | Менее плотная структура, включения арахисовой муки визуально заметны. | Рыхлая структура, отчётливо выраженные включения арахисовой муки. |
| Консистенция и текстура | Оптимальная хрусткость с умеренной пластичностью, структура стабильная. | Слегка повышенная рассыпчатость, сохраняет пластичность. | Повышенная хрупкость, снижение эластичности, рыхлая текстура. | Повышенная рассыпчатость, значительно снижена эластичность. |
| Вкус | Нейтральный, сбалансированный вкус с умеренной солоноватостью. | Лёгкий ореховый привкус, умеренная солоноватость, гармоничный профиль. | Выраженный ореховый вкус, сбалансированный солоновато-ореховый профиль. | Ярко выраженный ореховый вкус, с насыщенным послевкусием. |
| Аромат | Слабовыраженный, характерный для выпечных изделий. | Слабовыраженный ореховый аромат, дополняющий основной вкус. | Умеренно выраженный ореховый аромат, усиливающийся при разжёвывании. | Интенсивный ореховый аромат, преобладает над другими вкусовыми характеристиками. |
| Оценка хрупкости и рассыпчатости | Умеренная хрупкость, сохраняет форму при механическом воздействии. | Ломкость умеренная, структура стабильная. | Ломкость несколько выше, заметная рассыпчатость. | Максимальная хрупкость, структура нестабильная, легко крошится. |

**Таблица 6 - Оценка структурных и органолептических характеристик готовых изделий**

| Показатель | Контрольный вариант (0%) | Арахисовая мука 10 % | Арахисовая мука 20 % | Арахисовая мука 30 % |
|---|---|---|---|---|
| Внешний вид и поверхность | 4.5 | 4.6 | 4.3 | 3.8 |
| Вид на изломе и внутренняя структура | 4.5 | 4.6 | 4.2 | 3.7 |
| Консистенция и текстура | 4.7 | 4.5 | 4.0 | 3.5 |
| Вкус | 4.0 | 4.5 | 4.6 | 4.2 |
| Аромат | 3.8 | 4.2 | 4.5 | 4.6 |
| Оценка хрупкости и рассыпчатости | 4.8 | 4.5 | 4.0 | 3.5 |

Данные таблицы представляют результаты описания и оценки структурных и органолептических характеристик готовых изделий с различным уровнем замены пшеничной муки на арахисовую. Оценка готовых издалий проводилась дегустационной комиссией из 10 экспертов согласно требованиям по 5-балльной шкале, где 5 – полное соответствие стандарту качества, а 1 – неудовлетворительный результат. Готовые изделия были оценены и описаны дегустационной комиссией в соответствии с требованиями ГОСТ 5897-90.

Таким образом, наилучшие органолептические характеристики наблюдаются при частичной замене пшеничной муки на арахисовую в пределах **10–20%**. Данный диапазон обеспечивает улучшение вкуса и аромата без значительных изменений текстуры и механической стойкости. При 30% замене отмечаются существенные изменения в структуре, выраженная рассыпчатость и доминирование орехового вкуса, что может ограничивать применение такой рецептуры в промышленном производстве. Рекомендуемый уровень замены пшеничной муки на арахисовую для оптимального баланса качественных характеристик – 10–20%.

Оценка качества готовой продукции является важным этапом в анализе влияния частичной замены пшеничной муки на арахисовую в рецептуре мучных изделий. Для объективного контроля были использованы стандартизированные методы, регламентированные нормативными документами, обеспечивающими точность и воспроизводимость результатов.

*Определение массовой доли влаги в готовых изделиях*

Определение массовой доли влаги является одним из ключевых параметров, определяющих качество и стабильность мучных изделий при хранении. Согласно данным, представленным на рисунке 1, наблюдается закономерное снижение содержания влаги с увеличением концентрации арахисовой муки в рецептуре.

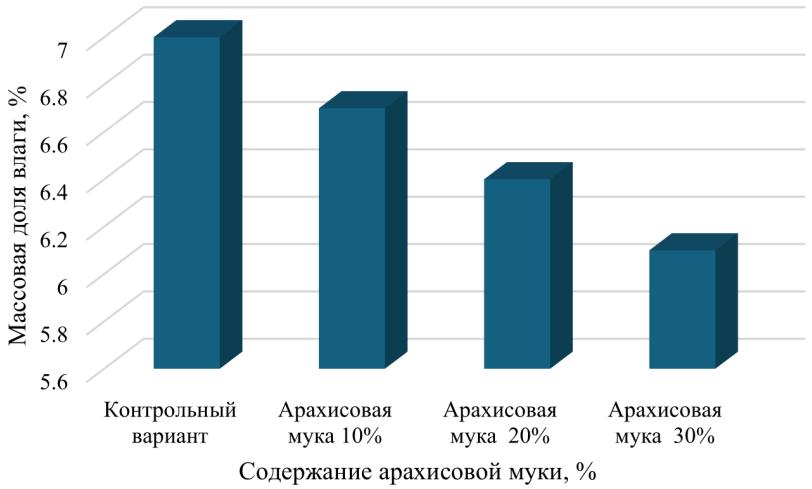



**Рис. 1 - Массовая доля влаги в готовых изделиях, %**

В контрольном образце данный показатель составил 7,0%, в то время как при замещении 10%, 20% и 30% пшеничной муки арахисовой массовая доля влаги последовательно уменьшалась до 6,7%, 6,4% и 6,1% соответственно. Этот эффект объясняется гидрофобными свойствами арахисовой муки, которая снижает способность теста удерживать влагу за счёт изменения структуры клейковинного каркаса и влагосвязывающей способности белков.

Снижение содержания влаги в готовых изделиях оказывает значительное влияние на их микробиологическую стабильность и срок хранения. Уменьшение доступной влаги снижает активность воды, тем самым подавляя рост микроорганизмов и замедляя окислительные процессы, что является важным фактором сохранения качества продукта. Данный результат указывает на потенциальную возможность продления срока хранения мучных изделий при использовании арахисовой муки в количестве 10–30%.

*Определение щелочности готовых изделий*

Щелочность является важным показателем, отражающим изменения кислотно-щелочного баланса теста и готового изделия, что в свою очередь влияет на физико-химические свойства продукта. Согласно данным, представленным на рисунке 2, наблюдается линейная зависимость между уровнем замещения пшеничной муки арахисовой и увеличением щелочности.

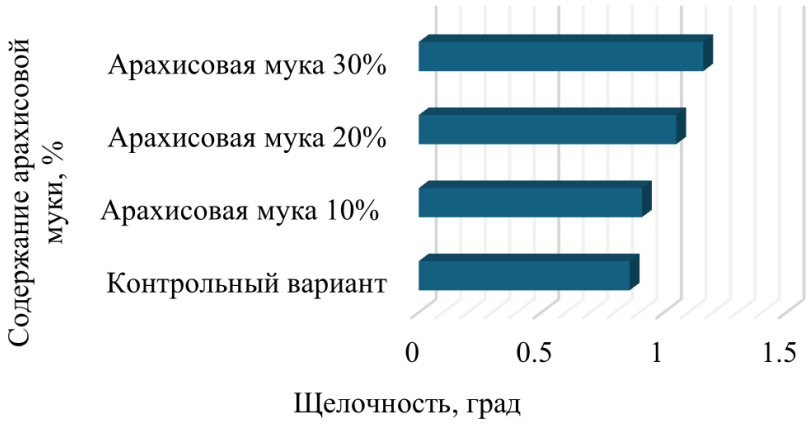



**Рис. 2 - Щелочность готовых изделий, град**

В контрольном образце уровень щелочности составил 0,86 градуса, при добавлении 10% арахисовой муки этот показатель увеличился до 0,91 градуса, а при 20% и 30% – до 1,05 и 1,16 градуса соответственно.

Рост щелочности может быть обусловлен наличием в арахисовой муке соединений, обладающих буферными свойствами, таких как белки и фосфатные соли, которые способны изменять кислотно-щелочной баланс теста. Это изменение может повлиять на органолептические характеристики изделий, включая вкус и аромат, а также способствовать улучшению текстурных свойств, увеличивая пластичность теста.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что введение арахисовой муки может быть целесообразным для целенаправленной модификации химических и органолептических характеристик мучных изделий.

*Определение намокаемости готовых изделий*

Показатель намокаемости отражает способность готовых изделий впитывать жидкость, что может играть важную роль в оценке текстуры, пористости и механической стабильности продукта при взаимодействии с жидкими средами.

Как показано на рисунке 3, намокаемость контрольного варианта составила 110,3%, в то время как при введении 10% арахисовой муки данный показатель увеличился до 130,7%, что на 18,5% больше. При замещении 20% и 30% намокаемость увеличивалась до 135,5% и 140,2% соответственно, что на 29,9% выше, чем в контрольном образце.

**Рис. 3 - Намокаемость готовых изделий, %**

Рост намокаемости связан с гидрофильными свойствами компонентов арахисовой муки, таких как белки и полисахариды, которые обладают способностью удерживать влагу и увеличивать водопоглощающую способность теста. Увеличение этого показателя может улучшать взаимодействие изделий с жидкими средами, что особенно важно для продуктов, предназначенных для употребления с напитками (например, чаем или кофе).

Однако чрезмерное увеличение намокаемости может привести к потере хрустящих свойств, что негативно скажется на текстурных характеристиках. Таким образом, при разработке рецептур необходимо учитывать оптимальный баланс между водопоглощением и структурной стабильностью изделий, не допуская чрезмерного увеличения влагопоглощения.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что оптимальным уровнем замещения пшеничной муки на арахисовую является 10–20%, так как именно в этом диапазоне наблюдается улучшение функционально-технологических и органолептических свойств изделий при минимальном ухудшении текстурных характеристик.

Таким образом, наиболее оптимальной явля-

ется замена пшеничной муки на арахисовую в количестве 10–20%. Этот диапазон позволяет улучшить пищевую ценность изделий, увеличить срок их хранения и усилить вкусовые характеристики без значительного ухудшения текстуры. Замена 30% пшеничной муки на арахисовую не рекомендуется из-за чрезмерной ломкости, потери хрустящей структуры и выраженного влияния на вкус.

Результаты исследования показывают, что использование арахисовой муки в количестве 10–20% может быть эффективным решением для разработки функциональных мучных изделий, обладающих повышенной пищевой ценностью, стабильными органолептическими характеристиками и улучшенной сохранностью.

**Выводы.** В результате проведённых исследований установлено, что частичная замена пшеничной муки на арахисовую в рецептуре крекеров оказывает значительное влияние на физико-химические, органолептические и структурно-механические характеристики готовых изделий. Оптимальным уровнем замены пшеничной муки на арахисовую является 10–20%, поскольку именно в этом диапазоне наблюдается улучшение вкусовых и ароматических характеристик при сохранении стабильной текстуры и механических свойств. Введение 10–20% арахисовой муки способствует уменьшению массовой доли влаги, что повышает микробиологическую устойчивость и срок хранения продукции. При этом увеличение щелочности не оказывает негативного влияния на органолептические свойства, а умеренное повышение намокаемости улучшает взаимодействие изделия с жидкими средами без потери хрустящей структуры.

Однако при увеличении замены пшеничной муки до 30% наблюдаются негативные изменения, включая чрезмерную хрупкость и сухость, что ухудшает механическую стабильность изделий. Щелочность возрастает до 1,16 градуса, что может привести к выраженному изменению вкуса, а рост намокаемости на 29,9% способствует избыточному поглощению влаги, что отрицательно сказывается на текстуре.

Таким образом, использование 10–20% арахисовой муки позволяет повысить пищевую ценность изделий, увеличить их устойчивость к микробиологической порче, сбалансировать вкусовые характеристики и сохранить текстурную стабильность. Замена 30% пшеничной муки на арахисовую не рекомендуется для промышленного производства из-за выраженного изменения структуры и ухудшения механических свойств продукта. Полученные результаты подтверждают перспективность использования арахисовой муки для обогащения мучных изделий и целенаправленной модификации их химических и органолептических свойств. Однако для успешного промышленного внедрения данной технологии необходимы дополнительные исследования, направленные на оптимизацию технологических параметров и обеспечение максимального качества продукции.

## References

1.Daud Suleman S. B., Shah F. U. H., Ikram A., Shahid M. Z., Tufail T., Khan A. A., Mohamed M. H. Nutritional and functional properties of cookies enriched with defatted peanut cake flour // Cogent Food & Agriculture. -2023.- Vol.9(1) DOI 10.1080/23311932.2023.2238408.

2.Sobukola O., Ajayi F., Kayode O., Faloye O. Effect of processing conditions on some quality attributes of fried cassava-defatted peanut crackers // Croatian Journal of Food Science and Technology.- 2021.- Vol.13(1).- P. C. 111-121. DOI 10.17508/CJFST.2021.13.1.14.

3.Shongwe S. G., Kidane S. W., Shelembe J. S., Nkambule T. P. Dough rheology and physicochemical and sensory properties of wheat–peanut composite flour bread // Legume Science-. 2022.- Vol.4(3): E138. DOI 10.1002/leg3.138.

4.Katyal M., Singh N., Singh H. Effects of incorporation of groundnut oil and hydrogenated fat on pasting and dough rheological properties of flours from wheat varieties // Journal of Food Science and Technology.

-2019. - Vol.56. - P.1056–1065. DOI 10.1007/s13197-019-03633-9.

5.Arukwe D. C., Ezeocha V. C., Obiasogu S. P. Production and quality evaluation of snacks from blends of groundnut cake and pigeon pea flour // Journal of Agriculture and Food Sciences.- 2023.- Vol. 21(1). - P. 90-113. DOI 10.4314/jafs.v21i1.7.

6.Granato D., Ellendersen L. D. S. N. Almond and peanut flours supplemented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies // Food Science and Technology. -2009. –Vol. 29.- P. 395-400. DOI 10.1590/S0101-20612009000200026.

7.Kahlon, T. S., Avena-Bustillos, R. J., Kahlon, A. K., & Brichta, J. L. Consumer sensory evaluation and quality of Sorghum-Peanut Meal-Okra snacks// Heliyon.-2021/-Vol. 7(5). DOI 10.1016/j.heliyon.2021.e06874.

8.Dada M. A., Bello F. A., Omobulejo F. O., Olukunle F. E. Nutritional quality and physicochemical properties of biscuit from composite flour of wheat, African yam bean and tigernut // Heliyon. -2023.- Vol.9(11): e22477 DOI 10.1016/j.heliyon.2023.e22477.

9.Wilkin J. The effects of storage and processing on the properties of Arachis hypogeae (peanut): [Thesis] // Cardiff Metropolitan University. 2013.- 201 p. DOI 10.25401/cardiffmet.20455623.v1

10.Howard B. M., McWatters K. H., Saalia F., Hashim I. Formulation and evaluation of snack crackers made with peanut flour // Cereal Foods World. -2009. – Vol. 54(4).- P. 166–171. DOI 10.1094/CFW-54-4-0166.

11.Sengev I. A., Damsa M. A., Bunde-Tsegba M. C. Evaluation of proximate, physical and sensory properties of snacks produced from wheat, banana puree and roasted peanut grits // Nigerian Food Journal.- 2024.- Vol.42(2) DOI: 10.4314/nifoj.v42i2.3. -Available at: EBSCOhost (accessed March 15, 2025).

12.Mustapha B. O., Aderibigbe O. R., Idowu O. O., Otunla C. A. Evaluation of the nutritional and chemical composition of crackers developed from blends of wheat, unripe plantain, and mushroom flour // Food and Humanity. -2024.-Vol.3:100379. DOI 10.1016/j.foohum.2024.100379.

13.Makahity H., Tuhumury H. C. D., Palijama S. The effects of margarine substitution with peanut paste on the characteristics of sago cookies // Journal of Applied Agricultural Science and Technology. -2024.- Vol.8(2).- P. 159-174. DOI: 10.55043/jaast.v8i2.276.

14.Suleman D., Bashir S., Hassan Shah F. U., Ikram A., Zia Shahid M., Tufail T., Hassan Mohamed M. Nutritional and functional properties of cookies enriched with defatted peanut cake flour // Cogent Food & Agriculture. -2023.-Vol. 9(1): 2238408. DOI 10.1080/23311932.2023.2238408.

***Сведения об авторах***

Мулдабекова Б.Ж. - к.т.н., профессор, Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан, e-mail: bayan_1004@mail.ru;

Султанкул М.Б.- магистрант, Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан, e-mail: m.sultankul@bk.ru;

Куртибай К.А. - магистрант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, e-mail: kurtibayqb@gmail.com;

Қаххоров Ф.Б. **-** ассистент, Джизакский политехнический институт, Джизак, Узбекистан, e-mail: issaqovshokir93@gmail.com;

Исматуллаева Г.Х.- магистрант, Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан, e-mail: ismatullayeva02@inbox.ru;

Жумабекова А.Т. -магистрант, Алматинский Технологический Университет, Алматы, Казахстан, e-mail: zhumabekova.aikhanym@mail.ru

***Information about the authors***

Muldabekova B.Zh. - Candidate of Technical Sciences, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: bayan_1004@mail.ru;

Sultankul M.B. - Master’ s Student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: m.sultankul@bk.ru;

Kurtibay K.A. - Master’ s Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: kurtibayqb@gmail.com;

Qaxxorov F. - Assistant, Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan, e-mail: issaqovshokir93@gmail.com;

Ismatullaeva G.Kh.- Master’ s Student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: ismatullayeva02@inbox.ru;

Zhumabekova A.T.- Master’ s Student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhumabekova.aikhanym@mail.ru;

МРНТИ 65.43.31 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-951**

# БИДАЙДЫҢ ОТАНДЫҚ СҰРЫПТАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП СЫРА ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

**[1]Д.Н. Бақытжан, [2]Э.Б. Аскарбеков, [1]Г.И. Байгазиева, [1]А.К. Кекибаева**

*[1]Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[2]Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*Корреспондент-автор: Erik_ab82@mail.ru*

Қазіргі уақытта Қазақстанның сыра қайнату саласы тамақ өнеркәсібін дамытудың бәсекеге қабілетті бағыттарының бірі болып табылады. Ассортиментті кеңейту, инновациялық технологияларды қолдану сыраның жаңа түрлерін алуға мүмкіндік береді. Арпа уытының бір бөлігін басқа шикізат түрлерімен алмастыру, отандық селекциядағы сыра өндіруге жарамды арпа сұрыптарының жетіспеушілігі мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты, бидай уытын өндіру және оны Қазақстандық сыра өнеркәсібінде қолдану мәселелерін зерттеу өзекті бағыт болып табылады. Бұл зерттеуде Қазақстанның төмен протеинді бидай сұрыптары – «Ертіс-7» (№1 сыра), «Тәуелсіздік-20» (№2 сыра) және «Матай» (№3 сыра) – негізінде алынған үш түрлі бидай уытын қолданып жасалған сыра рецептурасының өзгерістерінің сыра сипаттамаларына әсері зерттелді. Сыра рецептуралары бидай сұрыптарының физика-химиялық құрамының ерекшеліктері ескеріле отырып құрастырылды. Отандық бидай сұрыптары негізінде бидай сырасын өндірудің технологиялық сұлбасы әзірленді және олардың физика-химиялық сипаттамалары зерттелді.

**Түйін сөздер:** сыра өндіру, бидай уыты, ақшыл уыт, ақуыз, технология, рецептура.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ

**[1]Д.А. Бақытжан, [2]Э.Б. Аскарбеков, [1]Г.И. Байгазиева, [1]А.К. Кекибаева**

*[1]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,*
*[2]Казахский университет технологии и бизнеса им К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*e-mail:Erik_ab82@mail.ru*

В настоящее время пивоваренная отрасль Казахстана является одной из конкурентоспособных направлений развития пищевой промышленности. Расширение ассортимента, применение инновационных технологий позволяет получать новые сорта пива. Замена части ячменного солода на другие виды сырья, может решить проблему с нехваткой пивоваренных сортов ячменя отечественной селекции. В связи с этим исследования направленные на изучение производства пшеничного солода и применение его в казахстанском пивопроизводстве является актуальным направлением. В данном исследовании изучалось влияние изменений рецептуры пива, приготовленного с использованием трех различных типов пшеничного солода, полученных из низкобелковых сортов пшеницы Казахстана: ”Ертис-7” (пиво № 1), ”Тәуелсіздік-20” (пиво № 2) и ”Матай” (пиво № 3), на характеристики пива. Подобраны рецептуры с учетом особенностей физико-химического состава сортов пшеницы. Разработана технологическая схема производств пшеничного пива из отечественных сортов пшеницы и изучены их физико-химические характеристики.

**Ключевые слова:** пивоварение, пшеничный солод, светлый солод, белок, технология, рецептура.

# DEVELOPMENT OF BEER TECHNOLOGY USING DOMESTIC WHEAT VARIETIES

**[1]D.N. Bakytzhan, [2]E.B. Askarbekov, [1]G.I. Baigazyev, [1]A.K. Kekibaeva**

*[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*
*[2]Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhan, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail:Erik_ab82@mail.ru*

Currently, the brewing industry in Kazakhstan is one of the most competitive sectors in the development of the food industry. Expanding the product range and implementing innovative technologies enables the production of new beer varieties. Partial substitution of barley malt with alternative raw materials could address the shortage of domestically bred brewing-grade barley varieties. Therefore, research focused on the production of wheat malt and its application in Kazakhstani beer production is a relevant direction. This study investigated the impact of modifying beer recipes using three different types of wheat malt derived from low-protein wheat varieties of Kazakhstan: Ertis-7 (Beer #1), Täuelsızdık-20 (Beer #2), and Matay (Beer #3) on beer characteristics. The recipes were formulated considering the physicochemical properties of the wheat varieties. A technological scheme for wheat beer production using domestic wheat varieties was developed, and their physicochemical characteristics were analyzed.

**Keywords:** brewing, wheat malt, pale malt, protein, technology, recipe.

**Кіріспе.** Сыра - әлемде су мен шайдан кейін үшінші орында тұратын танымал сусын [1,2]. Адамдар сыраны әртүрлі себептермен таңдайды. Тамақтану құндылығы тұрғысынан қарағанда, оның құрамында аминқышқылдары, пептидтер, В тобы витаминдері, фенолдық қосылыстар және басқа биоактивті заттар бар [3]. Шикізатты дұрыс таңдау және сыра өндірудің арнайы технологияларын қолдану арқылы әртүрлі стильдерге тән бірегей сенсорлық профильді сыралардың кең ассортиментін өндіруге болады.

Бидай дәстүрлі түрде нан пісіру үшін негізгі дәнді дақыл ретінде пайдаланылады, бұл оның нан өндіруге жарамды оңтайлы сипаттамалары бар сұрыптарын зерттеуге және селекциялауға әкелді [4]. Алайда, мұндай бағыт бидай генотиптерінің уыт дайындауға және сыра өндіруге аз жарамды түрлерінің таралуына себеп болды [5]. Уыт сапасы ақуыз мөлшері және крахмалды емес полисахаридтер сияқты факторлармен анықталады, өйткені ақуыздың жоғары деңгейі мен крахмалды емес полисахаридтер уыт дайындау және сыра өндіру кезінде қиындықтар тудыруы мүмкін. Оларға жеткіліксіз модификация, төмен еритімділік және экстракция тиімділігінің төмендігі жатады [6,7]. Екінші жағынан, ақуыздың оңтайлы мөлшері көбіктің тұрақтылығын жақсартуы, аминқышқылдардың түзілуін қамтамасыз етуі және ашытқылардың қоректенуі мен ашыту үшін қажет бос аммонийлі азот мөлшерін арттыруы мүмкін [8,9].

Бидай - жер шарындағы халықтың үштен бір бөлігі үшін негізгі азық-түлік дақылдарының бірі болып табылады [10]. Қазақстанның барлық аймақтарында, климаттық жағдайларға байланысты, бидай өндіріледі. Аграрийлер ақуыз мөлшері 16%-дан төмен бидайды өткізу мәселесіне тап болады. Ақуыздың төмен мөлшері бар дән жемдік мақсатта пайдаланылады, бірақ бұл өз кезегінде уыт алу үшін жақсы шикізат болуы мүмкін. Қазіргі уақытта жемдік мақсатта пайдаланылатын ақуыздың төмен мөлшердегі бидайды уыт дайындауға қолдану экономикалық тиімділік әкелуі мүмкін.

Уыт өндіру кезіндегі ақуыздың жоғары мөлшері мәселе туғызады [11-13]. МЕМСТ 29294 бойынша бидай уытын алу үшін ақуыз мөлшері 12,2%-дан аспайтын дән қолдану қажет. Шетел ғалымдарының зерттеулерінде ақуыз мөлшері жоғарырақ (14,4% дейін [14], 16% дейін [15]) бидайдан сапалы уыт алу мүмкіндігі айтылады.

Бидай сырасы өзінің ерекше дәмі мен хош иісі үшін сүйіспеншілерінің құрметіне ие. Ол Германия мен Бельгияда ерекше танымал. Кейбір Еуропа елдерінде бидай сырасының үлесі 6-8% шамасында. Қазақстанда бұл сұрып онша кең таралмағанымен, ірі де, шағын да сыра өндіру кәсіпорындары ассортимент қатарында кем дегенде бір бидай сырасын ұстауға тырысады.

Осыған байланысты, ақуыздың жоғары мөлшері бар бидай дәнінен уыт пен сыра өндіру технологиясын әзірлеу бойынша зерттеулер өзекті мәсеге айналып отыр.

Зерттеудің мақсаты - сыра өндіру технологиясында отандық бидай сұрыптарын қолданудың ғылыми негіздемесін жасау.

**Материалдар мен тәсілдер.** Бидай сырасын

өндіруге арналған зерттеудің негізгі нысандары ретінде Қазақстанның ақуызы аз сұрыптары – ”Ертіс-7”, ”Тәуелсіздік-20” және ”Матай” бидайларынан дайындалған үш түрлі бидай уыты қолданылды. Бұл үлгілер Қазақстан Республикасы, Алматы облысындағы ”Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты” ЖШС-нен алынған. Олардың физика-химиялық сипаттамалары 1 - кестеде көрсетілген.

**1 - кесте. Қазақстандық бидай сұрыптарының сипаттамасы**

| Көрсеткіш | Ертіс-7(жаздық дақыл) | Тәуелсіздік-20 (жаздық дақыл) | Матай(қысқы дақыл) |
|---|---|---|---|
| Ылғалдың массалық үлесі, % | 9,7±0,4 | 9,5±0,5 | 11,55±0,1 |
| ҚЗ-дағы 1000 дәннің салмағы, г | 32,5±0,4 | 36,8±0,5 | 36,88±0,3 |
| Белоктың массалық үлесі, % ҚЗ | 12,7±0,5 | 12,5±0,6 | 12,97±1,0 |
| Крахмалдың массалық үлесі, % ҚЗ | 68,0±3,4 | 72,8±4,5 | 62,94±2,6 |
| Өсіру қабілеті, % | 97,5±0,9 | 95,6±0,4 | 98,9±0,2 |
| Суға сезімталдық дәрежесі, % | 33±1 | 23±1 | 29±1 |
| Суға сезімталдық | Орташа | Орташа | Орташа |

**2 - кесте. Бидай уыты сапа көрсеткіштерін анықтау әдістемелері**

| Көрсеткіш | Нормативтік құжат |
|---|---|
| Органолептикалық көрсеткіштерді анықтау | МЕМСТ 29294-2021 Сыра қайнататын уыт. Техникалық шарттар |
| Ылғалдың массалық үлесін анықтау | МЕМСТ 29294-2021 Сыра қайнататын уыт. Техникалық шарттар |
| Уыттың экстрактивтілігін анықтау | МЕМСТ 29294-2021 Сыра қайнататын уыт. Техникалық шарттар |
| Сусланың салыстырмалы тығыздығын анықтау | Ареометриялық тәсілмен |
| Зертханалық сусланың хромын анықтау | ЕВС 8.5. әдістемесі бойынша |
| Қанттану ұзақтығын анықтау | МЕМСТ 29294-2021 Сыра қайнататын уыт. Техникалық шарттар |
| Сусланың хромын анықтау | 430 нм-де жарық сіңіру бойынша спектрофотометриялық |
| Сусланың тұтқырлығын анықтау | Оствальд вискозиметрімен |
| Еритін ақуыздың массалық үлесін және Кольбах санын анықтау | МЕМСТ 29294-2021 Сыра қайнататын уыт. Техникалық шарттар |
| Бос амин азотының құрамын анықтау | ЕВС 4.10 нингидрин әдісімен |
| Амилолитикалық белсенділікті анықтау (диастатикалық күш) | Виндиша-Кольбах әдісімен |

Зерттеу барысында мынадай материалдар қолданылды: ”Pilsen” ақшыл арпа уыты (өндіруші: ”Sufflé Қазақстан уыт зауыты” АҚ, Қазақстан Республикасы, Алматы облысы, Текели қаласы); 150 карамельді уыт (түс көрсеткіші: 140-160 EBC, ”Grill Systems” ЖШС, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы); El Dorado сұрыптарының ащы құлмағы (гранулалы, α-қышқылы 12,8%, шығу тегі: АҚШ); Cascade сұрыпының хош иісті хмелі (α-қышқылы 4,8%, шығу тегі: АҚШ); WB-06 сыра ашытқылары (шығу тегі: Гейзенхайм, Германия). Құлмақ пен ашытқылар ”Grill Systems” ЖШС-нен (Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы) алынды.

Бидай уытының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін сыра өндіруге арналған уыттарға қатысты жалпы қабылданған әдістемелер бойынша анықтады (2-кесте).

Эксперименттік зерттеулер ”Нан өнімдері және өңдеу өндірістері технологиясы” кафедрасының ”Ашыту өндірістері және шарап жасау технологиясы” оқу зертханасында, сондай-ақ Алматы технологиялық университетінің азық-түлік қауіпсіздігі бойынша аккредиттелген ғылыми-зерттеу зертханасында жүргізілді. Зерттеулердің негізгі нәтижелері Алматы технологиялық университетінің ”Ашыту өнімдерін өндіру технологиясы” оқу-ғылыми орталығында NANO BREWERY TYPE 50 L мини-сыра зауытында (1-сурет) сынақтан өткізілді.

**1 - сурет. NANO BREWERY TYPE 50 L4 шағын сыра зауыты**

**Нәтижелер және талқылау.** Бидай уытын өндіру үшін көктемгі және қысқы егістік бидай сұрыптары іріктелінді. ”Тәуелсіздік-20” сұрыпы крахмалдың жоғары мөлшерімен сипатталса, барлық сұрыптарда ақуыздың мөлшері сыра өндіруге рұқсат етілген шектерден (8-12%) сәл асып түсті. Суға сезімталдық көрсеткіші оңтайлы ауқымда болған бидай сұрыптары ақуызы жоғары еритімділікке, жоғары ашытқыш қуатына және жоғары диастатикалық қуатқа ие уыт алуға мүмкіндік береді [Narciss].

Ұсынылған бидай сұрыптарынан уыт өндіру сыра өндіруге арналған уыттың классикалық технологиясы бойынша белгілі параметрлерді сақтай отырып жүргізілді. Уыт дайындау 15°С температурада 4,5 тәулік бойы жүргізілді. Ұрықтандыру кезінде дәндер күніне 2 рет арала-

стырылып, су бүркілді. Ұрықтандыруды бақылау көзбен жүргізілді. Күн сайын ылғалдылықты тексеріп, суғарып, араластырып отырды. Дән ұрығы дән ұзындығының 2/3-3/4-іне жеткенде ұрықтандыруды тоқтатты. Кептіру Binder FD-23 вакуумдық кептіргіш шкафында жүргізілді. Кептіру температурасы 45°С-тан бастап 14 сағат ішінде біртіндеп 80°С-қа дейін көтерілді. Нәтижесінде келесі сипаттамаларға ие бидай уыттары алынды (3-кесте).

**3 - кесте - Бидай уытының физика-химиялық көрсеткіштері**

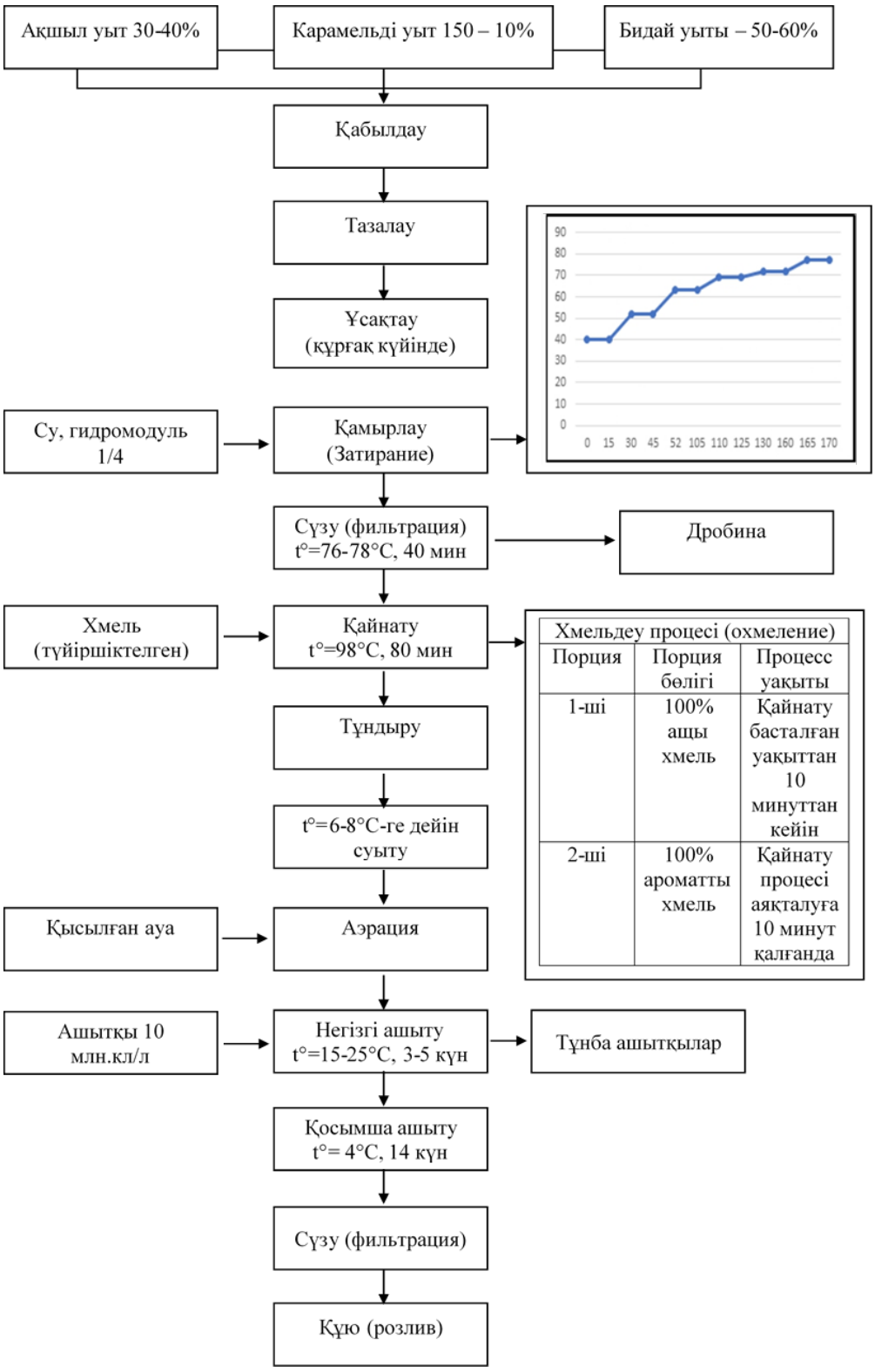
| Көрсеткіш | Ертіс-7 (жаздық дақыл) | Тәуелсіздік-20 (жаздық дақыл) | Матай (қыстық дақыл) |
|---|---|---|---|
| Ылғалдың массалық үлесі, % | 4,82±0,3 | 4,92±0,3 | 5,6±0,4 |
| ҚЗ-ға экстрактивті заттардың массалық үлесі, % | 74,88±0,2 | 82,3±0,2 | 72,3±0,2 |
| ҚЗ бойынша уыттағы ақуыз заттардың массалық үлесі, % | 12,90±0,3 | 14,2±0,4 | 14,8±0,4 |
| Кольбах саны, % | 52,3±1,9 | 42,6±1,8 | 43,4±1,8 |
| Амин азот мөлшері, 100 г сығындыға мг | 119,80±6,0 | 180,8±5,0 | 291,0±4,0 |
| Диастатикалық күш, бірлік°WK | 423,9±10,7 | 351,3±16,1 | 450,4±13,3 |
| Қанттандыру уақыты, мин | 13,0±1,0 | 14,0±1,0 | 14,0±1,0 |
| Сусланың тұтқырлығы, мПа•с | 1,5±0,1 | 1,6±0,1 | 1,5±0, |
| сусланың pH | 5,68±0,1 | 6,1±0,1 | 6,2±0,1 |
| Титрленетін қышқылдық | 1,5±0,1 | 1,1±0,1 | 1,5±0,1 |

Бидай уытының тұтқырлығы және түсі жоғары болды, ақуыздың мөлшері МЕМСТ 29294 бойынша қалыпты 12,2%-дан асып түсті. ”Ертіс-7” бидайынан алынған уыттың экстракттік шығымы төмен (шамамен 75%) болды. Ақуызы жоғары (14-18%) бидайдан жоғары экстрактті уыт алу мүмкін емес. Уыт жоғары диастатикалық қуаттылық пен стандартты қанттандыру уақытын көрсетті. Төмендейтін температураларда жоғары диастатикалық қуаттылық ”Ертіс-7” және ”Тәуелсіздік-20” бидайларын уыттау кезінде байқалды. Осы уыттан дайындалған суслоның тұтқырлығы жоғары болған жоқ. ”Ертіс-7” бидайы үшін төмендейтін температуралардың әсері ”Тәуелсіздік-20” сұрыпындай болмады. Мүмкін, бидай дәнін бағалау үшін уыттаудың белгілі бір технологиясын қолдануға арналған қосымша параметрлер қажет.

Алынған уыттар негізінде бидай сырасының рецептурасы есептелді және оны өндіру технологиясы әзірленді. МЕМСТ 31711 бойынша бидай сырасын өндіру үшін кем дегенде 50% бидай уытын қолдану қажет. Бидай сырасын өндіру үшін мынадай ингредиенттер пайдаланылды: Арпа уыты – 40% (ақшыл негізгі – 30-40%, карамельді 150 – 10%); Бидай уыты - 50-60%; Неміс гранулалы хмелі «El Dorado» (α-қышқылы 12,8%) және «Cascade» (α-қышқылы 4,2%); Құлмақтың қосылу нормасы: 1 литр ыстық суслоға 0,041 г α-қышқылы; Сұйық жоғарғы ашытқы WB-06 (50 мл); Гидромодуль 1/4 құрады. 3-кестеде Қазақстандық бидай уыттарынан жасалған бидай сырасының әзірленген рецептуралары көрсетілген: Рецептура 1: ”Ертіс-7” бидай уыты (60%); Рецептура 2: ”Тәуелсіздік-20” бидай уыты (60%); Рецептура 3: ”Матай” бидай уыты (50%).

Ұсынылған рецептуралар негізінде бидай уытын өндірудің негізгі технологиялық режимдері

таңдалды және оларға негізделген сыра өндірудің технологиялық схемасы әзірленді (2-сурет). Түсі 150 ЕВС болатын карамельді уыт-150 сыраның түсін және хош иісін күшейту, сонымен қатар оған қанық түс пен дәм беру үшін қолданылды.




**2 - сурет. Бидай сырасының өндірісінің технологиялық сұлбасы**

**4 - кесте. Қазақстандық бидай уыттарынан жасалған бидай сырасының рецептуралары**

| Компонент атауы | Бақылау | Рецептура1 | Рецептура2 | Рецептура3 |
|---|---|---|---|---|
| Ақшыл арпа уыты, кг | 30 %-дан50 %-ға дейін | 80 | 80 | 90 |
| Ақшыл бидай уыты, кг | 50 %-дан кем емес | 110 | 110 | 100 |
| Карамельді уыт -150, кг | 0-ден20 %-ға дейін | 10 | 10 | 10 |
| Құлмақ El Dorado (α=12,8 %), кг | 2,72/α;12 IBU | 0,225 | 0,225 | 0,225 |
| Құлмақ Cascade (α=4,8 %),кг | 0,92/α;12 IBU | 0,230 | 0,230 | 0,230 |
| Ашытқы WB-06, кг | 10 млн.жасуша/мл | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

**5 - кесте. Өндірілген сыра сапасының физика-химиялық көрсеткіштері**

| Көрсеткіш | Үлгі 1 | Үлгі 2 | Үлгі 3 |
|---|---|---|---|
| Бастапқы сусланың экстрактивтілігі, % | 10 | 12 | 12 |
| Алкоголь құрамы, % об. | 4,2 | 4,3 | 4,3 |
| Ашытудың нақты дәрежесі, % | 68 | 70 | 72 |
| pH | 4,1 | 4,2 | 4,3 |
| Түс көрсеткіші, EBC | 10 | 16 | 12 |

Сыра суслосын алудың негізгі процестерінің бірі – қамырлау(затирание). Қамырлау ұсақталған дән өнімдерін сумен араластыру арқылы басталады. Дән қоспасы жоспарлы бастапқы экстрактілік сусло мөлшеріне байланысты есептеледі. Жеңіл сыралар үшін (спирт мөлшері аз) бастапқы экстрактілік сусло 8% (ақшыл сыра), 11% (қоңыр және бидай сырасы) құрайды. Күшті сыралар үшін бастапқы экстрактілік сусло 22% дейін жетеді (МЕМСТ 31711).

Бидай уытынан сусло алу үшін 40°С цитолиттік температуралық үзілісті қолдану ұсынылады. Қамырлау инфузиялық әдіспен жүргізілді.

Қамырлау келесі жағдайларда жүргізілді: 40°С - бидай уыты бар қоспалар үшін цитолиттік үзіліс, 52°С - ақуыздық үзіліс, 62°С - мальтоза үзілісі, 72°С - қанттандыру үзілісі. Қоспаның pH 5.9. Үзілістердің ұзақтығы 15-60 минутты құрады, қыздыру жылдамдығы 1°С/мин.

Қоспа құрамы мен температуралық үзілістердің әсерін зерттеуден бұрын, арпа және бидай уыттары сыра суслосының сапасына әсер ететін негізгі параметрлер бойынша талданды. Қанттандырылған қоспа 76-77°С температурада дробинадан бөлінді. Бірінші суслоның экстрактілігі 16,4% құрады, алынған сусло қоңыр қанық түске ие болды. Дробина 77-78°С ыстық сумен жуылды және онымен негізгі сусло 14,5% экстрактілікке дейін сейілтті. Құлмақпен сусло қайнатылған кезде, судың буланууына байланысты, суслоның экстрактілігі 12%-ға дейін көтерілді. Алынған сусло құлмақпен 80 минут қайнатылды, құлмақ бірдей екі порциямен қосылды: сусло қайнағаннан кейін 10 минут өткен соң және қайнату аяқталғанға 10 минут қалғанда. Суслодағы құрғақ заттардың бастапқы мөлшері 12% құрады. Сусло суытылғаннан кейін, сұйық ашытқылар қосылды. Негізгі ашыту 19°С температурада жүргізілді. Нақты ашытқыш қуаты 60% (құрғақ заттардың мөлшері 4,8%) 3-5 күнде қол

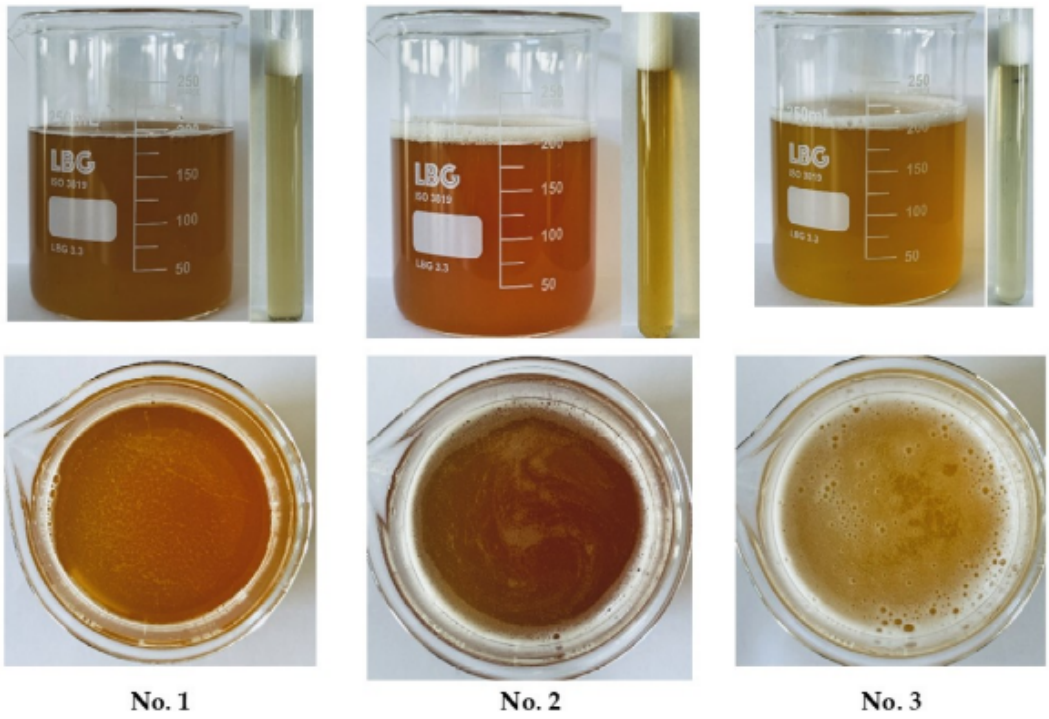
жеткізілді. Қосымша ашыту 4°С температурада 2 апта бойы жүргізілді.

Келесі зерттеулер сериясы әзірленген сусындардың физика-химиялық және органолептикалық сипаттамаларын талдаудан тұрды. 5-кестеде әзірленген сыраның физика-химиялық сапа көрсеткіштері көрсетілген.

Тәжірибелік үлгілердің физика-химиялық параметрлері классикалық ақшыл сыра үшін қалыпты диапазонда болды. 2-үлгіге арналған түс индексі орташа мәннен жоғары, бірақ ақшыл сыра үшін қолайлы диапазонда, бұл негізі оның ерекше химиялық құрамына байланысты.

3 - суретте әзірленген сыра сұрыптарының фотосуреттері көрсетілген.

Органолептикалық көрсеткіштері бойынша 1, 2 үлгілерде көбік тұрақтылығы төмендеген, бұл факт езгілеу процесінде ақуыздың толық еріmейтіндігімен түсіндіріледі, ал 3-үлгі құрамында көмірқышқыл газының мөлшері орташа болған кезде органолептикалық көрсеткіштері жақсы болды.




**3 - сурет. Сыра үлгілерінің суреттері**

*(№1 - "Ертіс-7" бидай сұрыпынан алынған уыт қосылған сыра (60%); №2 - "Тәуелсіздік-20" бидай сұрыпынан алынған уыт қосылған сыра (60%); №3 - "Матай" бидай сұрыпынан алынған уыт қосылған сыра (50%)).*

**Қорытынды.** Ақшыл сыра өндіруге арналған отандық селекциялы бидайдың дәнді дақылдары негізделіп, іріктелді. Қазақстан Республикасында аудандастырылған бидайдың 5 сұрыптарынан сыра өндірісі үшін физика-химиялық көрсеткіштері жақсартылған (крахмал мөлшері 72-82%, ақуыз 12-14%) «Ертіс», «Матай», «Тәуелсіздік-20». Сұрыптары зерттеуге іріктелді.

Құйылатын езбе мөлшері және ысқылау режимдері таңдалды. Арнайы химиялық құрамын ескере отырып, сыра өндіруге арналған рецепттер әзірленді.

Отандық селекциялы бидай дәнін пайдаланып, сыра өндірудің технологиялық картасы мен технологиялық сұлбасы әзірленді және олардың сапа көрсеткіштері зерттелді. Эксперименттік сыра үлгілері сипаттамалары бойынша классикалық ақшыл сыраға сәйкес келетіні дәлелденді.

## Литература

1. Агафонов В.П., Оболенский Н.В. Диагностика и перспективы развития российского рынка пива // Прикладные экономические исследования.- 2014. - № 3. - с.20-25.

2. Baigaziyeva G.I., Kekibaeva A.K., Akhmetzhanova A.K., Kerimbayeva A.A. Prospects for the use of new yeast strains in non-alcoholic beer production//The Journal of Almaty Technological University. - 2024.-T.146(4) -P.86-96-85. DOI 10.48184/2304-568X-2024-4-78-86

3.Curtis S. Cereals in Brewing and Destilling. Brew. Distill. Int. 2011;7:8–9. [Google Scholar]

ISSN (Print): 1753-2086. URL: http://www.ibd.org.uk. CABI Record Number: 20113177395

4. Шаболкина Е. Н., Мясникова М. Г., Мальчиков П. Н., Пронович Л. В. Возможности использования зерна твёрдой пшеницы в хлебопекарной промышленности // Зернобобовые и крупяные культуры. -2016.- №4.- С.. 26-31.

5. Ростовская М.Ф., Загария С.Ю., Алябьев Б.А., Клыков А.Г. Пивоваренный солод из сортов пшеницы, возделываемых в Приморском крае //Пиво и напитки. -2009. -№ 4. – с. 36-38.

6. Белокурова Е. С. Повышение конкурентоспособности отечественного пивоваренного ячменя // Пиво и напитки. -2008. -№ 3.- с. 8-9.

7. Киселева Т.Ф., Помозова В.А., Миллер Ю.Ю., Верещагин А.Л. Совершенствование технологии пшеничного солода // Пиво и напитки. 2017. № 5.- с. 10-14-51.

8. Ростовская М.Ф., Извекова А.Н., Извекова Н.Н. Влияние параметров солодоращения на качество пшеничного солода // Пиво и напитки. -2014. -№4.- С.54-56.

9. Киселева Т.Ф., Гребенникова Ю.В. Использование соевого и пшеничного солодов в производстве напитков брожения // Пищевая промышленность.- 2019. - № 5.- С. 10-14

10. Гоенко В.А., Назаренко Т.А. Исследование технологических и потребительских свойств некондиционного зерна пшеницы // Проблемы Науки. 2019. URL: https://cyberleninka.ru

11.Троценко А. С., Танашкина Т. В., Корчагин В. П., Клыков А. Г. Проблемы и перспективы использования гречихи в пищевой биотехнологии // Вестник ТГЭУ.- 2010.-№ 2.-С.104-116

12. Нарцисс Л. Технология солодоращения / Л. Нарцисс - пер. с нем. под общей ред. Г. А. Ермолаевой, Е. Ф. Шапенко. – СПб.: Профессия, 2007. - 565 с. ISBN 5-939113-118-2

13. Бак В. Практическое руководство по технологии пивоварения / В. Бак. – 2-е изд., пер. с нем., науч. ред. перевода Г. Ермолаева. - Бремен, 2013. - 427 с.

14. Depraetere S., Delvaux F., Coghe S.,. Delvaux F.R. A. Wheat variety and barley malt properties: influence on haze intensity and foam stability of wheat beer. / // Journal of the institute of brewing. -2004. -110 (3). -P.200-2006. DOI 10.1002/j.2050-0416.2004.tb00203.x

15. Yuhong Jin, Kaili Zhang, Jinhua Du Effects of wheat protein content on endosperm composites and malt quality//Journal of the institute of brewing.-2008.-114 (4).- 289-293.

DOI 10.1002/j.2050-0416.2008.tb00771.x

## References

1. Agafonov V.P., Obolenskij N.V. Diagnostika i perspektivy razvitija rossijskogo rynka piva // Prikladnye jekonomicheskie issledovanija.- 2014. - № 3. - s.20-25.

2. Baigaziyeva G.I., Kekibaeva A.K., Akhmetzhanova A.K., Kerimbayeva A.A. Prospects for the use of new yeast strains in non-alcoholic beer production//The Journal of Almaty Technological University. - 2024.-T.146(4) -P.86-96-85. DOI 10.48184/2304-568X-2024-4-78-86

3.Curtis S. Cereals in Brewing and Destilling. Brew. Distill. Int. 2011;7:8–9. [Google Scholar]

ISSN (Print): 1753-2086. URL: http://www.ibd.org.uk. CABI Record Number: 20113177395

4. Shabolkina E. N., Mjasnikova M. G., Mal' chikov P. N., Pronovich L. V. Vozmozhnosti ispol' zovanija zerna tvjordoj pshenicy v hlebopekarnoj promyshlennosti // Zernobobovye i krupjanye kul' tury. -2016.- №4.- C.. 26-31.

5. Rostovskaja M.F., Zagarija S.Ju., Aljab' ev B.A., Klykov A.G. Pivovarennyj solod iz sortov pshenicy, vozdelyvaemyh v Primorskom krae //Pivo i napitki. -2009. -№ 4. – s. 36-38.

6. Belokurova E. S. Povyshenie konkurentosposobnosti otechestvennogo pivovarennogo jachmenja // Pivo i napitki. -2008. -№ 3.- c. 8-9.

7. Kiseleva T.F., Pomozova V.A., Miller Ju.Ju., Vereshhagin A.L. Sovershenstvovanie tehnologii pshenichnogo soloda // Pivo i napitki. 2017. № 5.- c. 10-14-51.

8. Rostovskaja M.F., Izvekova A.N., Izvekova N.N. Vlijanie parametrov solodorashhenija na kachestvo pshenichnogo soloda // Pivo i napitki. -2014. -№4.- S.54-56.

9. Kiseleva T.F., Grebennikova Ju.V. Ispol' zovanie soevogo i pshenichnogo solodov v proizvodstve napitkov brozhenija // Pishhevaja promyshlennost'.- 2019. - № 5.- S. 10-14

10. Goenko V.A., Nazarenko T.A. Issledovanie tehnologicheskih i potrebitel' skih svojstv nekondicionnogo zerna pshenicy // Problemy Nauki. 2019. URL: https://cyberleninka.ru

11.Trocenko A. S., Tanashkina T. V., Korchagin V. P., Klykov A. G. Problemy i perspektivy ispol' zovanija grechihi v pishhevoj biotehnologii // Vestnik TGJeU.- 2010.-№ 2.-S.104-116

12. Narciss L. Tehnologija solodorashhenija / L. Narciss - per. s nem. pod obshhej red. G. A. Ermolaevoj, E. F. Shapenko. – SPb.: Professija, 2007. - 565 c. ISBN 5-939113-118-2

13. Bak V. Prakticheskoe rukovodstvo po tehnologii pivovarenija / V. Bak. – 2-e izd., per. s nem., nauch. red. perevoda G. Ermolaeva. - Bremen, 2013. - 427 s.

14. Depraetere S., Delvaux F., Coghe S.,. Delvaux F.R. A. Wheat variety and barley malt properties: influence on haze intensity and foam stability of wheat beer. / // Journal of the institute of brewing. -2004. -110 (3). -P.200-2006. DOI 10.1002/j.2050-0416.2004.tb00203.x

15. Yuhong Jin, Kaili Zhang, Jinhua Du Effects of wheat protein content on endosperm composites and malt quality//Journal of the institute of brewing.-2008.-114 (4).- 289-293.

DOI 10.1002/j.2050-0416.2008.tb00771.x

***Сведения об авторах***

Бакытжан Д.Н. - докторант, Алматинский Технологический Университет, г. Алматы, Казахстан, e-mail: didar_99_kz@mail.ru;

Аскарбеков Э.Б. Доктор PhD, ассоц.профессор, Казахский университет технологий и бизнеса, Астана, Казахстан, e-mail: Erik_ab82@mail.ru;

Байгазиева Г.И. - к.б.н., и.о профессора, Алматинский Технологический Университет, г. Алматы, Казахстан, e-mail: gulgaishailias@mail.ru;

Кекибаев А.К. - к.б.н., ассоц. профессор, Алматинский Технологический Университет, г. Алматы, Казахстан, e-mail: anara_06061983@mail.ru

***Information about the authors***

Bakytzhan D.N.-Doctoral student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: didar_99_kz@mail.ru ;

Askarbekov E.B. PhD, Assoc.Professor, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: Erik_ab82@mail.ru;

Baigazieva G.I. - Candidate of Biological Sciences, Acting Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulgaishailias@mail.ru;

Kekibaev A.K. - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: anara_06061983@mail.ru

МРНТИ 65.09.03 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-943**

# ӨСІМДІК ТЕКТЕС АНТИОКСИДАНТТАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЙОГУРТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

**[1]Н.С. Машанова, [1]Б. Калемшарив, [1]А.С. Жолшиева, [2]А.А. Бектурганова**

*[1]С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*Автор-корреспондент: nurmashanova@gmail.com*

Йогурт өндірісінде бұрын қолданылмаған өсімдік тектес жаңа компоненттерді пайдалану өнімге тек мүлдем жаңа дәмдік қасиеттер беріп қана қоймай, сонымен қатар оны адам ағзасына қажетті маңызды нутриенттермен байытып, функционалдық мақсаттағы тағам өнімін әзірлеуге мүмкіндік береді.Осы зерттеудің мақсаты – функционалды сүтқышқылды өнімдер дайындауда қызылша ұнтағын байытқыш ретінде қолданудың әсерін зерттеу болды. Жұмыс барысында әртүрлі концентрациядағы өсімдік қоспасы ретінде қызылша ұнтағы қосылған сүтқышқылды йогурттың үлгілері дайындалды. Қызылша ұнтағы пастеризацияланған сүтке қосылып, сүтқышқылды бактерияларды қоспастан бұрын араластырылды. Зерттеу нәтижесінде қызылша ұнтағын байытқыш ретінде пайдалану сүт қышқылын ашыту уақытын қысқартуға мүмкіндік беретіндігі анықталды. Алынған йогурт үлгілерінің сапасы органолептикалық, физика-химиялық көрсеткіштер бойынша бағаланып, дәмсараптау сынақтары жүргізілді. Қосылған өсімдік қоспасының йогурттың сыртқы түріне, құрылымына, дәміне оң әсер еткендігі анықталды. Қызылша ұнтағын қосу сүттің суспензиясын азайтып, йогурттың су байланыстыру қабілетін арттырды. Алынған йогурт үлгілерінің тағамдық құндылығы есептеліп, 0,25% қызылша ұнтағы қосылған үлгіде темірдің мөлшерінің артқаны анықталды.

**Түйін сөздер:** функционалды тағамдар, йогурт, сүтқышқылды өнім, антиоксидант, қызылша ұнтағы, сапасын бағалау.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНТИОКСИДАНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**[1]Н.С. Машанова, [1]Б. Калемшарив, [1]А.С. Жолшиева, [2]А.А. Бектурганова**

*[1]Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан,*
*[2]Казахский университет технологии и бизнеса им К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*e-mail: nurmashanova@gmail.com*

Использование новых компонентов растительного происхождения, ранее не применявшихся при производстве йогурта, не только придает продукту совершенно новые вкусовые свойства, но и обогащает его важными питательными веществами, необходимыми для организма человека, что позволяет разрабатывать функциональные продукты питания. Целью данного исследования было изучение влияния использования порошка свеклы в качестве обогатителя при приготовлении функциональных молочнокислых продуктов. В ходе работы были приготовлены образцы кисломолочного йогурта с добавлением в качестве растительной добавки порошка свеклы в различных концентрациях. Свекольный порошок добавляли в пастеризованное молоко и перемешивали перед добавлением молочнокислых бактерий. Исследование показало, что использование порошка свеклы в качестве обогатителя может сократить время, необходимое для ферментации молочной кислоты. Качество полученных образцов йогурта оценивали по органолептическим, физико-химическим показателям, проводили дегустационные испытания. Установлено, что добавленная растительная смесь оказала положительное влияние на внешний вид, текстуру и вкус йогурта. Добавление свекольного порошка уменьшило взвесь молока и увеличило водосвязывающую способность йогурта. Была рассчитана пищевая ценность полученных образцов йогурта и установлено, что содержание железа в образце увеличилось при добавлении 0,25% свекольного порошка.

**Ключевые слова:** функциональные продукты питания, йогурт, молочнокислый продукт, антиоксидант, свекольный порошок, оценка качества.

**DEVELOPMENT OF YOGURT TECHNOLOGY WITH PLANT-BASED ANTIOXIDANTS**

**[1]N.S. Mashanova✉, [1]B. Kalemshariv, [1]A.S. Zholshieva, [2]A.A. Bekturganova**

*[1]Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, Astana, Kazakhstan,*
*[2]Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhan, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: nurmashanova@gmail.com*

The use of new components of plant origin, previously unused in yogurt production, not only gives the product completely new taste properties, but also enriches it with important nutrients necessary for the human body, allowing the development of functional food products. The purpose of this study was to study the effect of using beetroot powder as a fortifier in the preparation of functional lactic acid products. During the work, samples of lactic acid yogurt with beetroot powder as a plant additive in various concentrations were prepared. Beetroot powder was added to pasteurized milk and mixed before adding lactic acid bacteria. As a result of the study, it was found that using beetroot powder as an fortifier allows you to reduce the time of lactic acid fermentation. The quality of the obtained yogurt samples was evaluated according to organoleptic, physicochemical indicators, and taste tests were conducted. It was found that the added plant additive had a positive effect on the appearance, structure, and taste of yogurt. The addition of beetroot powder reduced the suspension of milk and increased the water-binding capacity of yogurt. The nutritional value of the obtained yogurt samples was calculated, and it was found that the iron content increased in the sample with the addition of 0.25% beetroot powder.

**Keywords:** functional foods, yogurt, lactic acid product, antioxidant, beetroot powder, quality assessment.

**Кіріспе.** Тағам өнімдерінің ішінде сүт өнімдері жеке адамдардың рационында маңызды орын алады, ал өндірушілер денсаулыққа пайдалы сүт өнімдерін жасау бойынша айтарлықтай қадамдар жасауда, сондықтан байытылған сүт өнімдерін тұтыну соңғы уақытта артып келеді. Йогурт – сүттің бактериялық ашытуы арқылы алынатын өнім [1].

Соңғы уақытта тұтынушылардың пайдалы тағамдарға деген қызығушылығы маңызды қоректік заттарды қамтамасыз ететін және адамның денсаулығына оң әсер ететін функционалды тағамдардың өндірісіне алып келді. Функционалды тағамдар табиғи немесе өңделген тағамдар ретінде анықталады, олардың құрамында белгілі немесе белгісіз биологиялық белсенді қосылыстар бар және олар белгілі бір мөлшерде қолданғанда клиникалық дәлелденген денсаулыққа пайдалы әсер етеді, соның ішінде созылмалы аурулардың алдын алу, басқару немесе емдеу [2]. Осылайша, функционалды тағамдардың ішінде йогурттың ерекше орны бар, өйткені оның құрамындағы сүт қышқылы бактериялары мен пробиотиктер адам денсаулығына пайдалы әсер етіп, ас қорыту жүйесін қолдауға көмектеседі, сонымен қатар сүйектер мен тістердің саулығын қамтамасыз етеді.

Қазіргі замандағы өмір салты, химиялық заттарға ұшырау, қоршаған ортаның ластануы, темекі шегу, дәрі-дәрмектер, аурулар және стресс сияқты факторлар оксидативті стреске байланысты аурулардың пайда болу қаупін арттырады. Өсімдік, жануар және минерал көздерінен алынатын антиоксиданттарды тұтыну адам денсаулығына пайдалы екені дәлелденген, сонымен қатар олар еркін радикалдардың әсерінен туындайтын аурулардың алдын алуда тиімді болып табылады. Антиоксиданттар еркін радикалдардың түзілуін азайтуға көмектеседі және науқастардың антиоксиданттық статусын жақсартады, сондықтан оларды тұтыну қалыпты ағзалық қызметті қалпына келтіруге және осындай ауруларды емдеуге оң әсерін тигізуі мүмкін.Антиоксиданттардың денсаулыққа пайдалы әсері мен йогурттың сапасын жақсартуға бағытталған қоспалар арасындағы байланыс,

олардың екеуінің де ағзадағы табиғи процестерді қолдауға және аурулардың алдын алуға, сонымен қатар өнімнің сапасын арттыруға көмектесетінімен ерекшеленеді.

Антиоксиданттарды тағам өндірісінде, әсіресе, сүт өнімдерінде, шырындарда, консервіленген тағамдарда кеңінен қолданады. Олар өнімдердің сақтау мерзімін ұзартуға, дәмін жақсартуға және олардың қоректік құндылығын арттыруға көмектеседі [3].

Денсаулық сақтаушысы антиоксиданттардың көптеген тағамдарда кездесетініне табиғатқа алғыс айтуымыз керек. Олардың көпшілігі белгілі С, Е және А дәрумендері, сондай-ақ бета-каротин және полифенолдар [4].

Тағамдар мен дәрілік өсімдіктерден антиоксиданттарды тиімді алу және дұрыс бағалау антиоксиданттардың әлеуетті көздерін зерттеу және оларды функционалды тағамдарда, фармацевтикада және диеталық қоспаларда қолдануды ілгерілету үшін өте маңызды [5].

Сүт өнімдерінде табиғи антиоксиданттарды қолдану ғылыми зерттеулерде ұзақ тарихы бар, және қазіргі таңда да тағам ғылымының ғалымдарының назарын аударып келеді [6].

Йогурт сапасын жақсарту және сақтау мерзімін ұзарту үшін оған синтетикалық (мысалы, аспартам тәттілендіргіші) немесе табиғи (мысалы, пектин қоюлатқышы, ол алма мен цитрусты жемістердің қабығында болады) қоспалар қосылады. Йогурт өндірісінде жиі қолданылатын тағамдық қоспаларға эмульгаторлар, қоюлатқыштар, хош иістендіргіштер, бояғыштар, тәттілендіргіштер, қышқылдық реттегіштер және консерванттар жатады.

Осыған балама ретінде өсімдік негізіндегі табиғи биоактивті қоспаларды (NPBH) қолдану мүмкіндігі зерттелуде. Бұл әдісте өсімдік тіндері ұнтақталып, араластырылып, олардың құрамындағы пайдалы компоненттер сақталады. Мұндай қоспаларды йогуртқа қосу оның құрылымын жақсартып, су ұстап тұру және гель түзу қасиеттерін арттырады. Сондықтан, химиялық синтезделген қоспалардың орнына табиғи өсімдік

текті қоспаларды қолдану – йогурт өндірісінде тиімді әрі қауіпсіз әдіс болуы мүмкін [7] .

**1 - кесте.Өсімдік тектес өнімдердің химиялық құрамын салыстыру**

| Қоректік заттар | Қызылша | Қарақат | Сәбіз | Қызанақ | Жүзім |
|---|---|---|---|---|---|
| су (г) | 87,6 | 83,95 | 8,29 | 94,52 | 80,54 |
| көмірсу (г) | 9,56 | 15,38 | 9,58 | 3,89 | 18,1 |
| ақуыз (г) | 1,61 | 1,4 | 0,93 | 0,88 | 0,72 |
| майлар (г) | 0,17 | 0,41 | 0,24 | 0,2 | 0,16 |
| с дәрумені (мг) | 4,9 | 181 | 5,9 | 13,7 | 10,8 |
| темір (мг) | 0,8 | 1,0 | 0,3 | 0,27 | 0,36 |
| энергия (ккал) | 43 | 63 | 41 | 18 | 69 |

Йогуртқа қосуға жарамды өсімдік өнімдерін қарастырғанда, олардың химиялық құрамы, антиоксиданттық белсенділігі және технологиялық қасиеттері маңызды рөл атқарады. Кестеде көрсетілгендей, йогуртқа қосуға ең ыңғайлысы - қызылша екенін байқауға болады (1-кесте). Себебі:

- орташа көмірсу мөлшері (9,56г) өнімге тәтті дәм береді;

- ақуыздық құндылығы жоғары (1,61г);

- су мөлшері орташа (87,6г) – йогурттың консистенциясын өзгертпейді;

- май мөлшері өте аз (0,17г) – диеталық өнім ретінде пайдалы;

- С дәрумені жеткілікті (4,9мг), темір мөлшері жоғары (0,8мг) – қан айналымына пайдалы;

- энергиясы (43ккал) орташа, бұл йогуртың тағамдық құндылығын арттырады.

Осы себептерге байланысты қызылша – йогуртқа ең қолайлы өнім болып табылады.

*Қызылша ұнтағы* – табиғи өсімдік тектес қоспа, оның құрамында биологиялық белсенді заттар мол. Бұл ұнтақ антиоксиданттық қасиетке ие болып, тағам өнімдерінің қоректік құндылығын арттырады. Қызылша құрамындағы бетаин мен фенолдық қосылыстар ағзадағы тотығу стрессін азайтып, жасушаларды қорғайды. Қызылшаның табиғи нитраттардың болуы қан тамырларын кеңейтіп, жүрек-қан тамыр жүйесіне оң әсер етеді, С дәрумені мен басқа да фитонутриенттер ағзаның қорғаныс қабілетін күшейтеді. Қызылшадағы тағамдық талшық ішек микрофлорасын жақсартып, асқорытуды реттейді.

Зерттеулер көрсеткендей, қызылшаны йогуртқа қосу оның биологиялық белсенділігін арттырады, сонымен қатар тағамның жалпы сапасын жақсартады [8].

Қызылша йогурт өнімдерінің құрылымын тұрақтандырып, қоюландырушы рөл атқарады. Йогуртқа табиғи қызыл-күлгін түс беріп, өнімнің тартымдылығын арттырады, дәрумендер мен антиоксиданттар мөлшерін арттырып, сүт өнімінің биологиялық құндылығын жоғарылатады. Құрамындағы биоактивті қосылыстар ашу процесін баяулатып, сақтау мерзімін ұзартуға көмектеседі. Қызылша ұнтағын йогурт, айран және басқа да сүт өнімдеріне қосу арқылы олардың тағамдық және пайдалы қасиеттерін арттыруға болады.

Қызылша полифенолдардың маңызды көзі болып табылады, олармен бірге беталаиндер жоғары антиоксиданттық әсерге ие және радикалдарды бейтараптандыру қабілетіне ие [9].

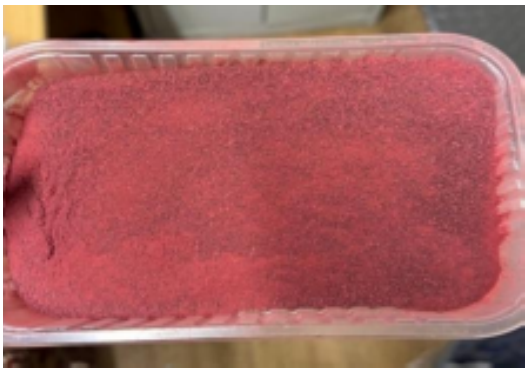
**Зерттеудің мақсаты** – қызылша ұнтағын йогуртқа қосу арқылы оның физикалық-химиялық және органолептикалық қасиеттерін зерттеу.

**Материалдар мен тәсілдер.** Қойылған мақсатқа жету үшін зертханалық жағдайда 1 л көлеміндегі тәжірибелік йогурт үлгілері дайындалды. Олар құрамында 0,1%, 0,25%, және 0,5% мөлшерінде қызылша ұнтағы қосылған йогурттардан және қызылша ұнтағы қосылмаған бақылау үлгісінен тұрды. Бұл үшін келесі шикізат қолданылды:

1. Майлылық үлесі 3,2% болатын пастерленген сұйық сүт, өндіруші – «Астана-Өнім» АО (Қазақстан, Астана қ.).

2. Йогуртқа арналған тікелей енгізілетін ашытқы – «Yolactis», оның құрамында *Streptococcus thermophilus* және *Lactobacillus bulgaricus* микроорганизмдері бар, өндіруші – ЖШС/ТОО «European Food Company» (Қазақстан, Қарағанды қ.).

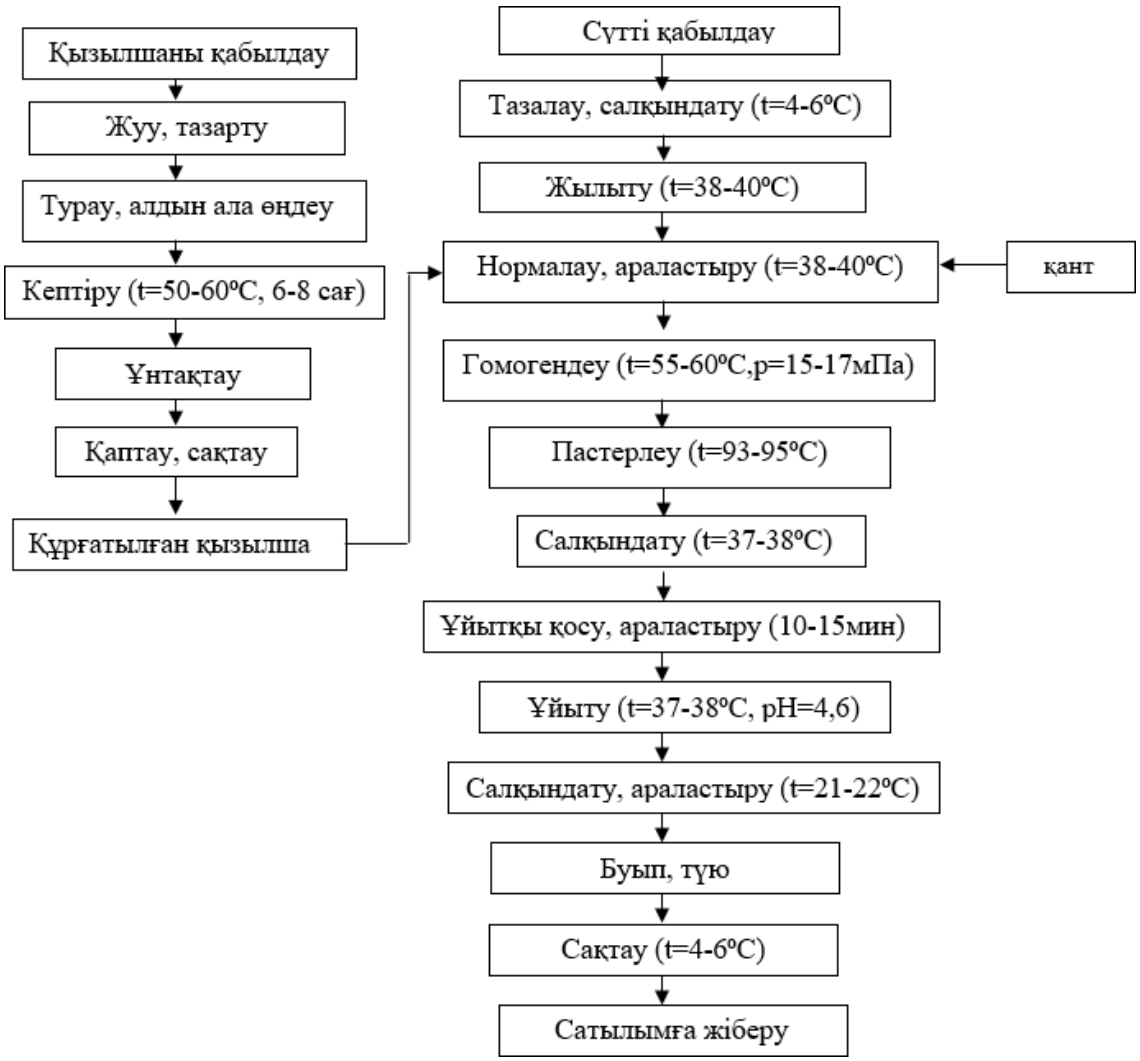
3. Йогурт үлгілерін алу барысында функционалдық қоспа ретінде құрғақ қызылша ұнтағы қолданылды. Бұл тағамдық қоспа сыртқы түрі бойынша қызыл-күлгін түсті, ұсақ дисперсті ұнтақ болып табылады. Ашық ауада сақтағанда сәл түйіршіктеліп, тығыздалады (1-сурет). Ұнтақтың дәмі мен иісі тәттілеу, айқын қызылша хош иісі бар.



**1 - сурет. Құрғақ қызылша ұнтағы**

**2 - кесте. Йогурт дайындаудыңрецептурасы**

| | 1 тонна өнімге | | |
|---|---|---|---|
| | сүт | қызылша ұнтағы | қант |
| 0 | 97 | - | 3% |
| 1 | 96,9 | 0,1% | 3% |
| 2 | 96,75 | 0,25% | 3% |
| 3 | 96,5 | 0,5% | 3% |




**2 - сурет. Йогурт дайындау технологиясы.**

Тәжірибелік йогурт үлгілері термостаттық әдіспен алынды. Алдын ала аналитикалық таразыда 0,1, 0,25 және 0,5 г массасындағы қызылша ұнтағының үш өлшемі және әрқайсысы 1 г болатын ашытқының төрт өлшемі өлшенді.

Йогурт дайындау бірнеше кезеңнен тұрды (2-сурет):

- алдын ала сүт электр плитасында 80 °С температурада 10 минут бойы қосымша пастерленді. Кейінгі барлық процестер микробиологиялық қауіпсіздік боксында стерильді жағдайда жүргізілді.

- алдын ала дайындалған стерильді шыны ыдыстарға өлшегіш цилиндрдің көмегімен 1 л дайындалған сүт құйылды. Әр ыдысқа тиісті мөлшердегі қызылша ұнтағы қосылып, бір ыдыска қызылша ұнтағы енгізілмеді (бақылау үлгісі). Өсімдік текті қоспа енгізілгеннен кейін сүт қоспалары мұқият араластырылды, содан кейін ашытқының алдын ала дайындалған өлшемдері қосылып, қайтадан араластырылды. Банкілердің қақпақтары мықтап жабылды.

- ферментация табиғи ауа айналымы бар термостатта 37-38 °С температурада жүргізілді. Ферментация процесі термостаттық әдіспен жүргізіліп, нәтижесінде йогурттың ұю уақыты 10 сағатты құрады. Дайын өнімнің құрылымын тұрақтандыру және сақтау мерзімін ұзарту мақсатында, йогурт үлгілері +4 °С температурадағы салқындатқыш камерасына қойылды.

Осылайша, келесі йогурт үлгілері алынды:

-бақылау үлгісі - дәстүрлі технология бойын-

ша дайындалған, қызылша ұнтағы қосылмаған йогурт;

- 1-үлгі - өнім массасына шаққанда 0,1 % мөлшерінде қызылша ұнтағы қосылған йогурт;

- 2-үлгі - өнім массасына шаққанда 0,25 % мөлшерінде қызылша ұнтағы қосылған йогурт;

- 3-үлгі - өнім массасына шаққанда 0,5 % мөлшерінде қызылша ұнтағы қосылған йогурт;

Алынған йогурт үлгілерінің сапасын бақылау сақтау мерзімінің 3-ші тәулігінде жүргізілді. Талдау барысында келесі көрсеткіштер анықталды:

- органолептикалық көрсеткіштер (3-кесте) – сыртқы түрі мен консистенциясы, дәмі мен иісі, түсі ГОСТ 31981-2013 [9] стандартының талаптарына сәйкес бағаланды. Сонымен қатар, 6 ерікті қатысушының қатысуымен йогурт үлгілерінің органолептикалық қасиеттерін бағалау мақсатында дәмін сынау жүргізілді;

- физика-химиялық көрсеткіштер (4-кесте) – ГОСТ 3624-92 [10] стандартына сәйкес қышқылдық деңгейі, құрғақ заттардың мөлшері, тығыздығы, темірдің массалық үлесі анықталды.

**Нәтижелері және талқылау.** Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған йогурт үлгілерінің барлығы органолептикалық, физико-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштері бойынша ГОСТ 31981-2013 [11] талаптарына сәйкес келетіні анықталды.

Йогуртқа қызылша ұнтағын қосу оның барлық органолептикалық сипаттамаларына әсер етті (3-кесте). Өсімдік негізіндегі тағамдық қоспаны 0,25 % мөлшерінде қолдану йогурттың сыртқы көрінісін, текстурасы мен консистенциясын жақсартып, сарысу бөлінуін азайтты. Қызылша қосылған йогурттар жағымды қызғылт түске ие болды, бұл дегустация кезінде респонденттер тарапынан ерекше атап өтілді.

Дегустация нәтижелері бойынша ең жоғары бағаны қызылша концентрациясы 0,25 % болған № 2 үлгісі алды (3-кесте). Ал ең төменгі баға 0,5% қызылша ұнтағы қосылған № 3 үлгісіне берілді.

**3 - кесте.Үлгілердің органолептикалық көрсеткіштері**

| Көрсеткіштер | Үлгі | | | |
|---|---|---|---|---|
| | бақылау | №1 | №2 | №3 |
| | Қызылша концентрациясы | | | |
| | 0,00 | 0,1 | 0,25 | 0,5 |
| Сыртқы түрі | біртекті, қою ұйытындысы бар, аз мөлшерде сарысу бөлінген | біртекті, қою ұйытындысы бар, сарысу бөлінбеген, крем тәрізді текстура | біртекті, қою ұйытындысы бар, сарысу бөлінбеген, крем тәрізді текстура | біртекті, қою ұйытындысы бар, көп мөлшерде сарысу бөлінген |
| Дәмі, иісі | таза қышқыл-сүтті | аздап қышқыл, тәттілеу | аздап қышқыл, тәттілеу | қышқыл, қызылшаға тән айқын дәмі мен иісі бар |
| Түсі | сүттей ақ, біртекті | бозғылт қызғылт, біртекті | бозғылт қызғылт, біртекті | қызғылт, біртекті |
| Дегустацияның қорытынды бағасы | 4,75 | 4,86 | 4,96 | 4,53 |

Йогурт үлгілерінің тағамдық құндылығының өзгерістерін есептеу нәтижелері бойынша, қызылша ұнтағы қосылған №2 үлгіде адам ағзасы үшін аса маңызды минерал – темірдің мөлшері өзгергені анықталды.

Теориялық есептеулерді растау үшін темір мөлшеріне талдау жүргізілді: бақылау үлгісі мен қызылша ұнтағының орташа мөлшері бар №1, №2 үлгі зерттелді.

Қызылшаның құрамында органикалық қышқылдар бар, сондықтан қызылша ұнтағы сүтке қосылғанда, pH көрсеткіші төмендейді (4-кесте).

**4 - кесте. Үлгілердің физика-химиялық көрсеткіштері**

| Көрсеткішатаулары | Үлгілер | | | Нормативтік көрсеткіштер |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Қышқылдылық, °Т | 135,0 | 110,0 | 105,0 | 75,0-140,0 |
| Тығыздығы, % | 31,98 | 35,6 | 44,27 | рецептура бойынша |
| Құрғақ заттарының жалпы мөлшері, % аз емес | 9,79 | 10,0 | 12,05 | компоненттерсіз 9,5компоненттермен 8,5 |
| Темірдің массалық үлесі, мк/кг, көп емес | 0,0 | 0,0 | 0,1786 | - |

Зерттелген тағамдық қоспаны пайдалану йогурттың физико-химиялық көрсеткіштеріне, құрамында темір мөлшерінің жоғарылауына оң әсер етті. (4-кесте). Қызылша ұнтағы қосылған үлгілерде синерезис деңгейі төмендеп, керісінше, су байланыстыру қабілеті артты. Бұл олардың сыртқы түріне де әсер етті: № 2–3 үлгілерінің тығыздығы мен тұтқырлығы жоғары болды (4-кесте) және олар жағымды текстураға ие болды.

Алайда, 0,5 % қызылша ұнтағы қосылған № 3 үлгісінде кері әсер байқалды. Бұл өнімнің сыртқы көрінісі тартымды болғанмен, дәмі мен иісінде қызылшаның өткірлігі байқалады.

Зерттелген үлгілердің құрғақ қалдығы енгізілген тағамдық қоспа мөлшеріне байланысты өзгерді: өнімдегі қызылша ұнтағының концентрациясы артқан сайын, бұл көрсеткіш те жоғарылады (4-кесте).

Барлық үлгілердегі титрленетін қышқылдық көрсеткіші (4-кесте) ГОСТ 31981-2013 [11] талаптарына сәйкес рұқсат етілген шектерде болды.

**Қорытынды.** Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде өсімдік компоненттерімен байытылған және ГОСТ 31981 талаптарына жауап беретін сүт қышқылы өнімі алынды [11]. Сонымен қатар, йогурт дайындау кезінде қызылшаны пайдалану оның тағамдық құндылығын және құрамындағы темірдің мөлшерін арттырады деген қорытынды жасауға болады. Қызылша ұнтағының оңтайлы мөлшері 0,25% деп анықталды. Мұндай көлемдегі қызылшасы бар йогурттар түсі, дәмі, иісі және консистенциясы жағымды, физикалық-химиялық көрсеткіштері бақылау үлгісінен жоғары. Ұнтаққа қызылшаның аз мөлшерін қосу тиімді емес, өйткені ол тағамдық құндылығын немесе дәмін айтарлықтай өзгертпейді. Қызылша ұнтағының жоғары концентрациясы йогурттың органолептикалық және физика-химиялық қасиеттерінің нашарлауына әкеледі.

## Әдебиеттер

1.Karnopp A. R. et al. Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives //Food Chemistry.- 2017.-Vol.233.-P.401-411. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.04.112

2.Abdi-Moghadam Z. et al. Functional yogurt, enriched and probiotic: A focus on human health //Clinical nutrition ESPEN. -2023.-Vol.57.-P.575-586 DOI 10.1016/j.clnesp.2023.08.005

3.Scalbert A., Johnson I.T., & Saltmarsh M. (2005). Polyphenols: antioxidants and beyond//The American Journal of Clinical Nutrition.-2005.-Vol. 81(1).-P. 215-217. DOI 10.1093/ajcn/81.1.215S

4.Семен З. Антиоксиданты–природный щит здоровья человека (Antioxidants are a natural shield of human health). Дата обращения:24.12.2024.

https://www.netanyascientific.com/Stati/Stati-5/data/Zlatin_Antioxidants.pdf5.Dong-5.Dong Ping Xu, Ya Li, Xiao Meng, et al. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources// Int. J. Mol. Sci. -2017.-Vol. 18(1) DOI 10.3390/ijms18010096

6.Голубев А. А., Дунченко Н. И., Купцова С. В. Пищевые потери и роль натуральных. Антиоксидантов в решении этой проблемы: анализ и перспективы// Молочная промышленность.-2024.-№1.-С.40-45. DOI 10.21603/1019-8946-2024-1-9

7.Fan X. et al. The effect of natural plant-based homogenates as additives on the quality of yogurt: A review //Food Bioscience.-2022.-Vol.49:101953 101953. DOI10.1016/j.fbio.2022.101953

8. S.U. Wisam, T.K. Nahla and N.M. Tariq Antioxidant activities of beetroot (Beta vulgaris L.) extracts.// Pakistan Journal of Nutrition.-2024.-Vol.17(10).-P.500-505 DOI 10.3923/pjn.2018.500.505

9.Бахарев В. В. и др. Исследование физико-химических показателей свекольных выжимок после их дегидратации с последующей экструзией //Индустрия питания/Food Industry.-2022. -Т.7.(3).- С.25-31. DOI 10.29141/2500-1922-2022-7-3-3

10.ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Введ. 1994-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004.

11.ГОСТ 31981-2013. Йогурты. Общие технические условия. т. Введ. 2014-05-01. М.: Стандартинформ, 2014.

## References

1.Karnopp A. R. et al. Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives //Food Chemistry.- 2017.-Vol.233.-P.401-411. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.04.112

2.Abdi-Moghadam Z. et al. Functional yogurt, enriched and probiotic: A focus on human health //Clinical nutrition ESPEN. -2023.-Vol.57.-P.575-586 DOI 10.1016/j.clnesp.2023.08.005

3.Scalbert A., Johnson I.T., & Saltmarsh M. (2005). Polyphenols: antioxidants and beyond//The American Journal of Clinical Nutrition.-2005.-Vol. 81(1).-P. 215-217. DOI 10.1093/ajcn/81.1.215S

4.Semen Z. Antioksidanty–prirodnyj shhit zdorov' ja cheloveka (Antioxidants are a natural shield of human health). Data obrashhenija:24.12.2024. https://www.netanyascientific.com

5.Dong Ping Xu, Ya Li, Xiao Meng, et al. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources// Int. J. Mol. Sci. -2017.-Vol. 18(1) DOI 10.3390/ijms18010096

6.Golubev A. A., Dunchenko N. I., Kupcova S. V. Pishhevye poteri i rol' natural' nyh. Antioksidantov v reshenii jetoj problemy: analiz i perspektivy// Molochnaja promyshlennost'.-2024.- №1.-C.40-45. DOI 10.21603/1019-8946-2024-1-9

7.Fan X. et al. The effect of natural plant-based homogenates as additives on the quality of yogurt: A review //Food Bioscience.-2022.-Vol.49:101953

101953. DOI10.1016/j.fbio.2022.101953

8. S.U. Wisam, T.K. Nahla and N.M. Tariq Antioxidant activities of beetroot (Beta vulgaris L.) extracts.// Pakistan Journal of Nutrition.-2024.-Vol.17(10).-P.500-505

DOI 10.3923/pjn.2018.500.505

10.GOST 3624-92. Moloko i molochnye produkty. Titrimetricheskie metody opredeleniya kislotnosti. Vved. 1994-01-01. M.: IPK Izd-vo standartov, 2004.

11.GOST 31981-2013. Yogurty. Obshchie tekhnicheskie usloviya. Vved. 2014-05-01. M.: Standartinform, 2014.

***Авторлар туралы мәліметтер***

Машанова Н.С. - доктор технических наук, КАТИУ атындағы С. Сейфуллина, Астана Казахстан, e-mail: nurmashanova@gmail.com.

Калемшарив Б. - КАТИУ атындағы С. Сейфуллина, Астана Қазақстан; e-mail: begjan.ae@gmail.com

Жолшиева А.С.-техника ғылымдарының магистрі, С. Сейфуллин атындағы КазАТЗУ, Астана Қазақстан,e-mail: aksamal_96@mail.ru

Бектурганова А.А.- техника ғылымдарының кандитаты, асс.профессор,Қ.К. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: 1968al1@mail.ru

***Information about the authors***

Mashanova N.- Doctor of Technical Sciences, Senior lecturer, at S.Seifullin KATSU, Astana, Kazakhstan, e-mail: nurmashanova@gmail.com;

Kalemshariv B.- master of engineering, at.Seifullin KATSU, Astana, Kazakhstan; e-mail: begjan.ae@gmail.com;

Zholshiyeva A - Master of Technical Sciences, S.Seifullin KATSU, Astana, Kazakhstan, e-mail: aksamal_96@mail.ru;

Bekturganova A.A. - Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: 1968al1@mail.ru

МРНТИ 65.63.33 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-867**

# СҮТ САРЫСУЫ НЕГІЗІНДЕ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ СУСЫНДАРДЫҢ САПАСЫН ЖЕТІЛДІРУ

**[1]А.А. Тұрғанбаева, [1]Э.К. Асембаева, [1]Ш.А. Абжанова, [2]К.А. Мырзабек, [1]М.О. Кожахиева**

[1]Алматы технологиялық университеті АҚ, Алматы, Қазақстан,
[2]Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

*Корреспондент-автор: elmiraasembaeva@mail.ru*

Ғылыми-техникалық дамудың қазіргі кезеңінде шикізатты кешенді пайдалану және қалдықсыз технологияларды жетілдіру басты бағыт болып табылады. Экологиялық жағдайды ескере отырып, табиғи ресурстарды үнемдеу маңызды. Сүт өндірісінде сүт тапшылығы мәселесіне байланысты сарысу сүт компоненттерінің қосымша көзі ретінде қолданылып, функционалдық өнімдер жасау үшін ерекше мәнге ие. Сарысудың көмірсулар мен ақуыздық құрамының артықшылығы - бұл негізгі шикізат тапшылығын шешудің тиімді әдісі.

Зерттеудің мақсаты сүт сарысуынан үйеңкі шәрбаты қосылған сүтқышқылды сусын әзірлеу және оның сапасы мен қауіпсіздігін зерттеу. Алынған сарысу сусынының органолептикалық (түсі, иісі, дәмі, консистенциясы), физика-химиялық (қышқылдығы), реологиялық (синергетикалық қабілеті) және микробиологиялық көрсеткіштері (МАжФАнМС, ІТТБ, *Salmonella* туысының бактериялары, *Staphylococcus aureus,* ашытқылар мен зеңдер) бойынша талдау жүргізілді. Органолептикалық, физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштері бойынша жүргізілген зерттеулер нәтижесінде үйеңкі шәрбаты қосылған ұсынылатын сарысу сусынының сапасы, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары екені анықталды.

Сүт сарысуынан үйеңкі шәрбатын қосып алынған сүтқышқылды сусынның дәмі жағымды, нәзік, орташа тәтті болды. Сүтқышқылды сусынның сақтау мерзімі (4±2) °С температурада 7 тәулік. Алынған сүт сусыны асқазан-ішек жолдарындағы бактериялық және саңырауқұлақ инфекцияларының алдын алу үшін пайдалы болады, сонымен қатар жалпы мақсаттағы асхана сусыны ретінде қолдануға болады. Төмен калориялы сүтқышқылды сусындар сүт өнімдерінің ассортиментін кеңейтіп, тұтынушылардың сұранысын арттыруға ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** сүт сарысуы, сүтқышқылды сусын, үйеңкі шәрбаты, минералды заттар, сақтау мерзімі, микробиологиялық көрсеткіш.

# УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ СЫВОРОТКИ

**[1]А.А. Турганбаева, [1]Э.К. Асембаева, [1]Ш.А. Абжанова, [2]К.А. Мырзабек, [2]М.О. Кожахиева**

[1]Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,
[2]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан,
e-mail: elmiraasembaeva@mail.ru

На современном этапе научно-технического развития главным направлением является комплексное использование сырья и совершенствование безотходных технологий. Учитывая экологическую обстановку, важно экономить природные ресурсы. Из-за проблемы дефицита молока в молочном производстве сыворотка используется в качестве дополнительного источника компонентов молока и имеет особое значение для создания функциональных продуктов. Преимущества углеводного и белкового состава сыворотки заключаются в том, что она представляет собой эффективный метод решения проблемы дефицита основного сырья.

Целью исследования является разработка кисломолочного напитка из сыворотки с добавлением кленового сиропа и исследование его качества и безопасности. Проведен анализ полученного сывороточного напитка по органолептическим (цвет, запах, вкус, консистенция), физико-химическим (кислотность), реологическим (синергетическая способность) и микробиологическим показателям

(КМАФАнМ, БГКП, бактерии рода *Salmonella, Staphylococcus aureus,* дрожжи и плесень). Исследования по органолептическим, физика-химическим и микробиологическим показателям показали, что рекомендуемый сывороточный напиток с кленовым сиропом имеет хорошее качество и высокую пищевую и биологическую ценность.

Кисломолочный напиток, приготовленный из сыворотки с добавлением кленового сиропа, имел приятный, нежный, умеренно сладкий вкус. Срок годности кисломолочного напитка - 7 суток при температуре (4±2) °С. Полученный молочный напиток будет полезен для профилактики бактериальных и грибковых инфекций желудочно-кишечного тракта, а также может использоваться в качестве универсального напитка на кухне. Низкокалорийные молочные напитки расширяют ассортимент молочной продукции и способствуют повышению потребительского спроса.

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, кисломолочный напиток, кленовый сироп, минеральные вещества, срок годности, микробиологические показатели.

## IMPROVING THE QUALITY OF FERMENTED MILK DRINKS BASED ON WHEY

**[1]A.A. Turganbaeva, [1]E.K. Assembayeva✉, [1]Sh.A. Abzhanova, [2]K.A. Myrzabek, [1]M.O. Kozhakhiyeva**

[1]Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: elmiraasembaeva@mail.ru

At the present stage of scientific and technological development, the main direction is the integrated use of raw materials and the improvement of waste-free technologies. Considering the environmental situation, it is important to save natural resources. Due to the problem of milk shortage in dairy production, whey is used as an additional source of milk components and is of particular importance for the creation of functional products. The advantages of the carbohydrate and protein composition of whey are that it is an effective method for solving the problem of shortage of the main raw materials.

The aim of the study is to develop a fermented milk drink from whey with the addition of maple syrup and to study its quality and safety. The analysis of the obtained whey drink was carried out according to organoleptic (color, odor, taste, consistency), physico-chemical (acidity), rheological (synergetic ability) and microbiological parameters (QMAFAnM, *Escherichia coli*, bacteria of the genus *Salmonella, Staphylococcus aureus*, yeast and mold). Studies on organoleptic, physical, chemical and microbiological parameters have shown that the recommended whey drink with maple syrup is of good quality and has high nutritional and biological value.

The fermented milk drink made from whey with the addition of maple syrup had a pleasant, delicate, moderately sweet taste. The shelf life of the fermented milk drink is 7 days at a temperature of (4±2) °C. The resulting milk drink will be useful for the prevention of bacterial and fungal infections of the gastrointestinal tract, and can also be used as a universal drink in the kitchen. Low-calorie milk drinks expand the range of dairy products and contribute to an increase in consumer demand.

**Keywords:** whey, fermented milk drink, maple syrup, minerals, expiration date, microbiological indicators.

**Кіріспе.** Бүгінгі таңда сүт өңдеу саласында шикізат тапшылығы байқалуда, сондықтан сүт сарысуын толық көлемде пайдалану өндіріс шығындарын төмендетіп, өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға мүмкіндік береді. Сүт сарысуын пайдалану немесе сүт компоненттерін сарысудың құрамдас бөліктерімен ауыстыру арқылы сүт өңдеу кәсіпорындары өз өндіріс шығындарын азайтып, жаңа өнімдер шығаруға және нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін арттыруға қол жеткізе алады.

Екіншілік сүт шикізатын, әсіресе сарысуды тиімді өңдеу сүт өнімдерінің көлемін арттырудың маңызды мүмкіндігі болып табылады. Қазіргі уақытта сүт өнеркәсібінің көпшілігінде

ірімшік пен сүзбе өндірісінде екіншілік өнім болып саналатын, құрамында шамамен 55%-ға дейін сүттің құрғақ заттары бар сарысуды тиімді өңдеу мәселесі толық шешілген жоқ. Бұл қоршаған ортаға кері әсерін тигізіп, экологиялық қауіптердің артуына себеп болуы мүмкін, өйткені сарысу тұрмыстық сарқынды сулардан 500-1000 есе көп ластау қабілетіне ие [1-3].

Соңғы он жылда отандық және шетелдік зерттеушілер сарысу мен оның құрамдас бөліктері негізінде әртүрлі өнімдер әзірледі, олардың негізгі бөлігі сусындар [3-6].

Сарысуды дәмдеуіштермен, хош иісті заттармен және басқа толықтырғыштармен байыту тұтынушылар арасында танымал көптеген сусындарды шығаруға мүмкіндік береді. Сарысуды ашыту процесі барысында жеміс-жидек пен қант шәрбаттарын, арнайы бояғыштар мен дәмдеуіштерді, сондай-ақ басқа құрамдас бөліктерді қосу арқылы оның дәмі мен пайдалы қасиеттерін арттыруға болады.

Сарысу ақуыздары өздерінің тағамдық және биологиялық құндылығы жағынан ең бағалы болып саналады, бұл оларды емдік-профилактикалық өнімдер үшін перспективалы шикізатқа айналдырады. Бұл ақуыздар алмастырылмайтын аминқышқылдарының толық спектрін қамтиды және аминқышқылдық құрамы бойынша адамның физиологиялық қажеттіліктерін толық қанағаттандыратын идеал ақуызға жақын келеді [7,8]. В тобы дәрумендерінің көп болуына байланысты сарысудан дайындалған сусындар тұтастай алғанда адам ағзасына күшейтетін әсер етеді [9].

Сарысу сусындарының органолептикалық қасиеттерін жақсарту үшін тағамдық қоспалар, оның ішінде функционалды қасиеттері бар өсімдік негізіндегі қоспалар жиі пайдаланылады. Дәрілік өсімдіктердің сығындылары сусындарды дәрумендермен және полифенолдармен байытады, олар иммундық жүйені нығайтуға, физикалық және жүйкелік шаршауды жеңілдетуге, өміршеңдікті арттыруға, холестерин деңгейін төмендетуге және қатерлі ісік қаупін азайтуға көмектеседі [10].

Үйеңкі шәрбаты – қант, қызыл және қара үйеңкі ағаштарының шырынынан алынатын тәтті шәрбат. Ол дайын тағамдарға қосымша ретінде және тәтті тағамдардың рецептерінде компонент ретінде кеңінен қолданылады. Үйеңкі шәрбатының басқа тәттілендіргіштерден басты артықшылығы – оның құрамында оксалаттар мен пуриндер өте аз, сондықтан ол тағамдық аллергия тудырмайды. Сонымен қатар, үйеңкі шәрбаты бактерияға, диабетке қарсы қасиеттерге ие, жүрек-тамыр жүйесінің жұмысын жақсартады және басқа да пайдалы әсерлері бар. Шәрбат кальций, мырыш, темір, фосфор және калий сияқты маңызды минералдарға бай. Оның құрамында В тобының барлық дәрумендері, соның ішінде өте сирек кездесетін тиамин дәрумені де бар. Сонымен қатар, термиялық өңдеу кезінде бұл өнім денсаулыққа зиян келтірмейді [11-13].

Сүт өнеркәсібінде өнімнің органолептикалық қасиеттерін жақсарту мақсатында әртүрлі толықтырғыштар пайдаланылады. Осы тұрғыда, үйеңкі шәрбатын қосу тиімді шешім болуы мүмкін. Үйеңкі шәрбатымен байытылған өнім тек дәмді ғана емес, сонымен қатар қосымша пайдалы қасиеттерге де ие болады. Таза үйеңкі шәрбаты – бұл тек үйеңкі ағашының шырынынан алынатын табиғи өнім. Ол қант, бояғыштар, жасанды хош иістендіргіштер, консерванттар немесе басқа қоспаларсыз, тек табиғи органикалық тәттілендіргіш болып табылады.

Осылайша, сарысу негізінде сусындар өндірісін дамыту және сүт өнеркәсібінің осы саласындағы өнім ассортиментін кеңейту сарысуды қосалқы өнім ретінде пайдаланатын кәсіпорын үшін маңызды әрі экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылады.

Зерттеудің мақсаты сүт сарысуынан үйеңкі шәрбаты қосылған сүтқышқылды сусын әзірлеу және оның сапасы мен қауіпсіздігін зерттеу.

**Материалдар мен әдістер.**Зерттеу нысаны ретінде сүзбе өндірісінен алынған екіншілік шикізат – сүт сарысуы алынды. Өсімдік шикізаты ретінде Ресейде жасалған Пензалық үйеңкі шәрбаты пайдаланылды.

Сүтқышқылды сарысу сусыны дәстүрлі

технология бойынша сүт сарысуы және *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaric және Streptococcus thermophilus* ұйытқы негізінде дайындалды.

Талдау жүргізу үшін екі үлгі әзірленді: бақылау үлгісі – қоспасыз сүт сарысуы сусыны; зерттелетін үлгі – үйеңкі шәрбаты қосылған сүт сарысуы сусыны.

Сүтқышқылды сусынның синергетикалық қабілеті центрифугалау әдісі арқылы анықталды. Ол үшін 10 $см^3$ ұйынды 15 $см^3$ сыйымдылығы бар центрифуга пробиркасына құйылып, белгіленген жылдамдықпен (2000 айн/мин) 5 минут бойы центрифугаланады. Центрифугалау аяқталғаннан кейін бөлінген сарысу декантацияланып, көлемі 10 $см^3$ болатын шыны градуирленген центрифуга пробиркасына өлшенеді. Бөлінген сарысу мөлшері арқылы ұйындының ылғал жоғалту қабілеті бағаланады. Нәтижелер 10 $см^3$ ұйындыдан алынған сарысу көлемімен (мл) көрсетіледі.

Титрлеу қышқылдығы МЕМСТ 3624-92 «Сүт және сүт өнімдері. Қышқылдықты анықтаудың титриметриялық әдістері» стандартына сәйкес анықталды. Ол Тернер градусымен есептеліп, соңғы нәтиже ретінде екі параллельді өлшеудің орташа арифметикалық мәні алынды.

Зерттелген сусын үлгілерінің қауіпсіздігі төмендегідей көрсеткіштер арқылы бағаланып, мемлекеттік стандартта бекітілген әдістер арқылы талданды:

– мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдердің саны (МАжФАнМС) МЕМСТ 10444.15-94;

– ішек таяқшасы тобындағы бактериялар саны (ІТТБ) МЕМСТ 31747-2012;

– зеңдер мен ашытқылар МЕМСТ 10444.12-2013;

– *Salmonella* туысының бактерияларын анықтау әдісі МЕМСТ 31659-2012;

– *Staphylococcus aureus* МЕМСТ 30347-2016.

Сусын үлгілеріндегі минералды заттар құрамын, соның ішінде натрий, калий, кальций, магний, мырыш, марганец мөлшерін атомды-адсорбционды спектрометриялық әдіспен анықталды.

Зерттеу жұмыстары Алматы технологиялық университетінің «Тағамдық биотехнология» кафедрасы мен «Тамақ қауіпсіздігі» ғылыми зерттеу институтының зертханаларында жүргізілді. Тәжірибелік зерттеулер 3-5 рет қайталанып, орташа арифметикалық мәндер алынды.

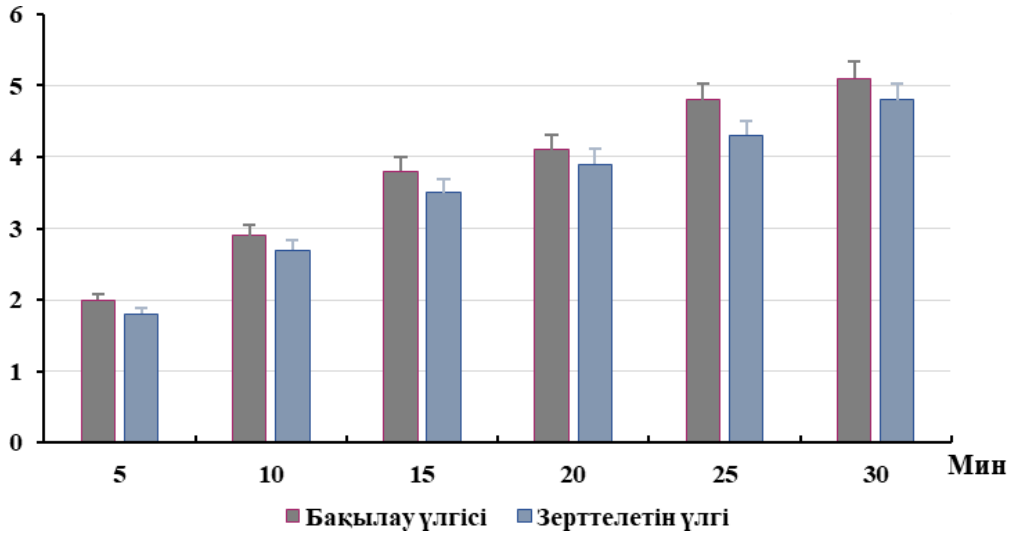
**Нәтижелер және талқылау.**

Сарысудан сусындарды алу технологиясы қарапайым, арнайы жабдықты қажет етпейді және кез келген сүт зауытында оңай жүзеге асырылады. Жалпы алғанда, технологиялық процесс келесі операцияларды қамтиды: шикізатты қабылдау және дайындау (4±2 °С); сарысуды тазарту; пастерлеу (90±2 °С, t=5 минут) және қоспаны ашыту температурасына дейін (42±2 °С) салқындату; ашыту (42±2 °С, t=6-8 сағат); салқындату (4±2 °С); дайын шәрбатты араластыру; құю, орау және сақтау (4±2 °С).

Жұмыстың бастапқы кезеңінде өнімнің органолептикалық қасиеттерін жақсарту мақсатында үйеңкі шәрбатын толықтырғыш және тәттілендіргіш ретінде қолданудың оңтайлы мөлшерін анықтау үшін тәжірибелер жүргізілді. Тәжірибе барысында үйеңкі шәрбатының 2,5%, 5% және 7,5% үлестері қосылған үлгілер дайындалды. Үйеңкі шәрбаты бар өнімдер тәтті дәмге ие болды, оның қарқындылығы шәрбаттың мөлшеріне байланысты өзгеріп отырды. 2,5% үйеңкі шәрбаты қосылғанда дәмі аздап тәтті болып, шәрбаттың дәмі білінбеді. 5% үйеңкі шәрбаты қосылған үлгіде дәмі тәтті, жағымды болып шықты, бұл үлгі басқалардан ерекшеленіп, ең жоғары бағаға ие болды. Ал 7,5% шәрбат қосылған үлгі тым тәтті болып, қышқыл сүттің дәмі мүлде сезілмей қалды, бұл оның жалпы бағасын төмендетті. Осы мәліметтер негізінде 5% үйеңкі шәрбаты қосылған үлгі ең жақсы органолептикалық қасиеттерге ие деп қорытынды жасауға болады. Бұл мөлшер оңтайлы болып табылды.

Өндірілетін өнімнің сапасының маңызды көрсеткіші – синерезис. Бұл көрсеткіш ұйындының беріктігін және өнімнің тұтынушылық қасиеттерін анықтайды.

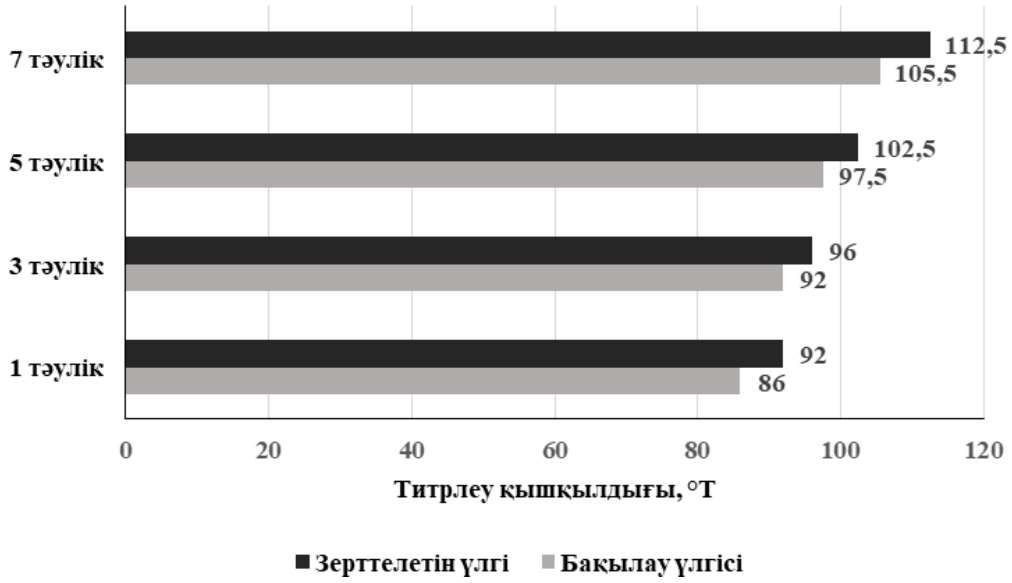
Бұл жұмыста үйеңкі шәрбатының сүткышқылды сусынның синергетикалық қасиетіне әсері зерттелді. Зерттеу барысында 30 минуттық центрифугалаудан кейін әр 5 минут сайын бөлінген сарысу мөлшері есептелді. Бөлінген сарысу көлемі ұйындының ылғал жоғалту қабілетін бағалауға мүмкіндік береді. Нәтижелер 10 $см^3$ ұйындыдан бөлінген сарысу көлемі (мл) арқылы анықталды. Зерттеу нәтижелері 1-суретте көрсетілген.




**1 - сурет. Сарысудан алынған сусындардың синергетикалық қабілеті**

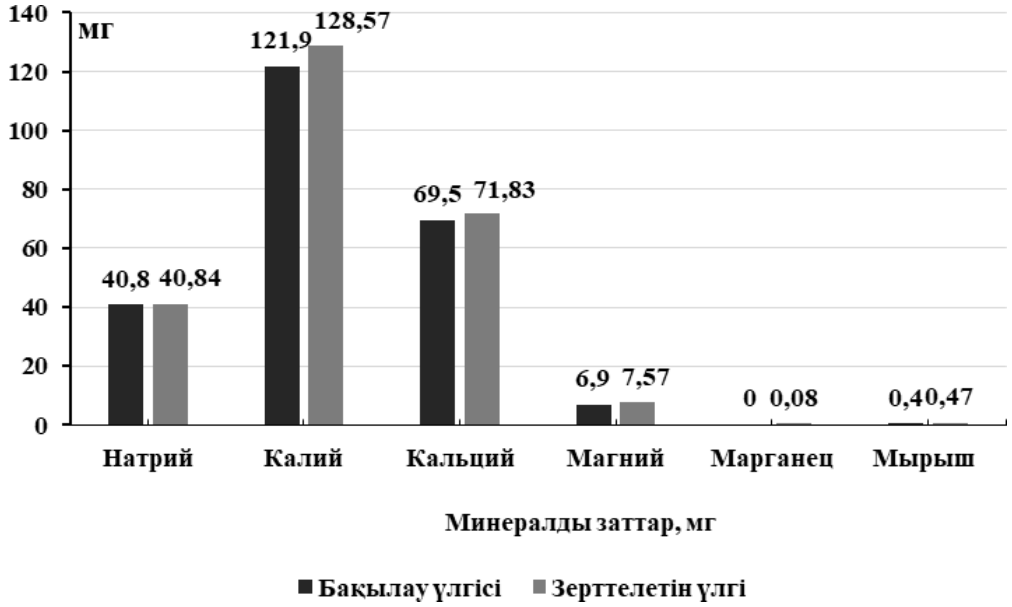
Алынған нәтижелерге сәйкес, зерттелетін үлгімен салыстырғанда бақылау үлгісінде сарысудың көп мөлшері бөлінетіндігі байқалады. 30 минуттан кейін бақылау үлгісінде –сарысу 5,2 мл бөлінсе, зерттелетін үлгіде – 4,7 мл бөлінді. Сарысудың аз бөлінуі оның бақылау үлгісіне қарағанда ұзақ сақталатынын көрсетеді.

Өнімдердің сақтау мерзімін сақтау кезіндегі қышқылдық деңгейімен анықтауға болады (1-сурет).




**2-сурет. Сарысудан алынған сусындардың қышқылдығы, °Т**

Бақылау үлгісінің бірінші тәуліктегі қышқылдығы – 86°Т, ал зерттелетін үлгінікі – 92 °Т болды. Сақтаудың жетінші күні бақылау үлгісінің қышқылдығы – 105,5 °Т, ал зерттелетін үлгінікі – 112,5 °Т дейін өсті. Осылайша, алынған мәліметтерге сәйкес, сарысу негізіндегі сүтқышқылды сусынының сақтау мерзімін (4±2) °С температурада 7 тәулік деп айтуға болады.




**3-сурет. Сүт сарысуынан алынған сусындардың минералдық құрамы**

**1 - кесте. Сүт сарысуынан алынған сусынның микробиологиялық көрсеткіштері**

| Көрсеткіштер | МАФАнММ, КТБ/см$^3$ (г), артық емес | Рұқсат етілмеген өнімнің салмағы (г, см$^3$). | | | Ашытқы мен зеңдер, КТБ/см$^3$ (г), артық емес |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ІТТБ (колиформалар) | Патогенді микро - организмдер, соның ішінде-сальмонелла -лардың саны | Staphylococcus aureus | |
| НҚ бойынша рұқсат етілген шек | 1*10$^5$ | 0,01 | 25 | 1,0 | рұқсат етілмейді |
| Зерттелетін үлгі | 1,2*10$^3$ | табылмады | | | табылмады |

Алынған талдау нәтижелерінен сүт сарысуына үйеңкі шәрбатын қосу арқылы минералдық құрамын толықтыруға болатынын көруге болады. Марганец бақылау үлгісінде болмады, ал зерттелетін үлгіде 0,08 мг болғанын көруге болады. Марганец функционалдық ингредиенттердің D класына жатады және сүйек қаңқасын құрайтын дәнекер тінінің синтезін қамтамасыз ету арқылы остеопороздың алдын алуға белсенді қатысады. Мырыш А класына жатады және қандағы инсулин деңгейін ұстап тұрумен байланысты функцияларды орындай отырып, көмірсу алмасу

процесіне қатысады [14].

Микробиологиялық көрсеткіштері бойынша сүт сарысуынан жасалған сусын сүт және сүт өнімдеріне қойылатын техникалық регламенттердің талаптарына, сондай-ақ санитарлық-эпидемиологиялық қадағалауға (бақылауға) жататын тауарларға қойылатын Бірыңғай санитарлық-эпидемиологиялық және гигиеналық талаптарға сәйкес болуы керек. Алынған сусынның микробиологиялық көрсеткіштері 1-кестеде келтірілген.

Алынған нәтижелерден алынған сусында ішек таяқшалары тобындағы бактериялар, сальмонеллалар, *Staphylococcus aureus, Listeria L.monocytogenes*, ашытқылар мен зеңдер табылмады, ал мезофильді аэробты факультативті анэробты микроорганизмдер мөлшері рұқсат етілген деңгейден аспады, яғни $1,2*10^3$ КТБ/$см^3$ болды.

**Қорытынды**. Сүт сарысуынан үйеңкі шәрбатын қосып алынған сүтқышқылды сусынының дәмі жағымды, нәзік, орташа тәтті болды. Сүтқышқылды сусынның сақтау мерзімі (4±2) °С температурада 7 тәулік. Төмен калориялы сүтқышқылды сусындар сүт өнімдерінің ассортиментін кеңейтіп, тұтынушылардың сұранысын арттыруға ықпал етеді.

## Әдебиеттер


1.Габриелян Д.С., Грунская В.А. Ресурсосберегающая технология обогащенных кисломолочных напитков //Пищевая промышленность. - 2014.- №. 8. -С. 12-14.

2.Волкова Т.А. О роли продуктов из сыворотки //Молочная промышленность.-2012. -№. 4. - С. 69.

3. Rocha-Mendoza D. et al. Invited review: Acid whey trends and health benefits //Journal of Dairy Science. - 2021.- Vol.104(2). P. 1262-1275. DOI 10.3168/jds.2020-19038

4. Oliveira G.A.R. et al. Benefits of thermosonication in orange juice whey drink processing //Innovative Food Science & Emerging Technologies.-2022.- Vol75:102876. DOI 10.1016/j.ifset.2021.102876

5.Утебаева А.А. и др. Функциональные напитки на основе сыворотки с экстрактом виноградной выжимки и фруктовым соком //Вестник Алматинского технологического университета.- 2024. - Т. 145(3).- С. 26-38. DOI 10.48184/2304-568X-2024-3-26-38

6. Айтжанова А.А., Саубенова М.Г., Олейникова Е.А., Чижаева А.В., Алыбаева А.Ж., Амангелды А.А. и др. Разработка нового функционального синбиотического кисломолочного напитка на основе молочной сыворотки //Вестник КазНУ. Серия биологическая. -2021. - Т.86(1) - С. 64-77. DOI 10.26577/eb.2021.v86.i1.06

7.Пикулик М.Н. Методы производства молочных продуктов с добавлением сывороточных белков //Journal of Agriculture and Environment.-2024.- №.1(51). DOI 10.60797/JAE.2024.51.15

8. Pires A.F. et al. Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey //Foods. - 2021. - T.10 (5):1067. DOI 10.3390/foods10051067

9. Дармаева Г.Г., Васильев С.С., Ханхалдаева С.Г. Разработка рецептур напитков из сыворотки //Дальневосточный аграрный вестник.- 2018. - №.4 (48).- С. 241-246. DOI 10.24411/1999-6837-2018-14110

10.Храмцов А.Г., Брыкалов А.В., Пилипенко Н.Ю. Напитки из сыворотки с растительными компонентами //Молочная промышленность. - 2012. - №.7. - С. 64-65.

11.Mohammed F. et al. Chemical composition and mineralogical residence of maple syrup: A comprehensive review //Food Chemistry. - 2022.- Vol.374:131817. DOI 10.1016/j.foodchem.2021.131817

12.Saraiva A. et al. Maple syrup: chemical analysis and nutritional profile, health impacts, safety and quality control, and food industry applications //International Journal of Environmental Research and

Public Health.- 2022.-Vol.19(20):13684. DOI 10.3390/ijerph192013684

13. Степанова М.О., Силантьева Л.А. Подбор ингредиентов для многокомпонентного кисломолочного десерта функционального назначения //Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке. - 2019. - С. 162-164.

14. ГОСТ Р 54059-2010 Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования (Переиздание). – М.: Стандартинформ, 2019. - 32 с.

**References**

1.Gabrieljan D.S., Grunskaja V.A. Resursosberegajushhaja tehnologija obogashhennyh kislomolochnyh napitkov //Pishhevaja promyshlennost'. - 2014.- №. 8. -S. 12-14. [in Russian]

2.Volkova T.A. O roli produktov iz syvorotki //Molochnaja promyshlennost'.-2012. -№. 4. - S. 69. [in Russian]

3. Rocha-Mendoza D. et al. Invited review: Acid whey trends and health benefits //Journal of Dairy Science. - 2021.- Vol.104(2). P. 1262-1275. DOI 10.3168/jds.2020-19038

4. Oliveira G.A.R. et al. Benefits of thermosonication in orange juice whey drink processing //Innovative Food Science & Emerging Technologies.-2022.- Vol75:102876. DOI 10.1016/j.ifset.2021.102876

5.Utebaeva A.A. i dr. Funkcional' nye napitki na osnove syvorotki s jekstraktom vinogradnoj vyzhimki i fruktovym sokom //Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta.- 2024. - T. 145(3).- S. 26-38. DOI 10.48184/2304-568X-2024-3-26-38[in Russian]

6. Ajtzhanova A.A., Saubenova M.G., Olejnikova E.A., Chizhaeva A.V., Alybaeva A.Zh., Amangeldy A.A. i dr. Razrabotka novogo funkcional' nogo sinbioticheskogo kislomolochnogo napitka na osnove molochnoj syvorotki //Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja. -2021. - T.86(1) - S. 64-77. DOI 10.26577/eb.2021.v86.i1.06[in Russian]

7.Pikulik M.N. Metody proizvodstva molochnyh produktov s dobavleniem syvorotochnyh belkov //Journal of Agriculture and Environment.-2024.- №.1(51). DOI 10.60797/JAE.2024.51.15[in Russian]

8. Pires A.F. et al. Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey //Foods. - 2021. - T.10 (5):1067. DOI 10.3390/foods10051067

9. Darmaeva G.G., Vasil' ev S.S., Hanhaldaeva S.G. Razrabotka receptur napitkov iz syvorotki //Dal' nevostochnyj agrarnyj vestnik.- 2018. - №.4 (48).- S. 241-246. DOI 10.24411/1999-6837-2018-14110 [in Russian]

10.Hramcov A.G., Brykalov A.V., Pilipenko N.Ju. Napitki iz syvorotki s rastitel' nymi komponentami //Molochnaja promyshlennost'. - 2012. - №.7. - S. 64-65. [in Russian]

11.Mohammed F. et al. Chemical composition and mineralogical residence of maple syrup: A comprehensive review //Food Chemistry. - 2022.- Vol.374:131817. DOI 10.1016/j.foodchem.2021.131817

12.Saraiva A. et al. Maple syrup: chemical analysis and nutritional profile, health impacts, safety and quality control, and food industry applications //International Journal of Environmental Research and Public Health.- 2022.-Vol.19(20):13684. DOI 10.3390/ijerph192013684

13. Stepanova M.O., Silant' eva L.A. Podbor ingredientov dlja mnogokomponentnogo kislomolochnogo deserta funkcional' nogo naznachenija //Nizkotemperaturnye i pishhevye tehnologii v XXI veke. - 2019. - S. 162-164. [in Russian]

14. GOST R 54059-2010 Produkty pishhevye funkcional' nye. Ingredienty pishhevye funkcional' nye. Klassifikacija i obshhie trebovanija (Pereizdanie). – M.: Standartinform, 2019. - 32 s. [in Russian]

***Авторлар туралы мәліметтер:***

Тұрғанбаева А.Ә. - 2 курс магистранты, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: aizhan_9800@mail.ru;

Асембаева Э.К. - PhD, қауымд. профессор м.а., Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: elmiraasembaeva@mail.ru;

Абжанова Ш.А.- техника ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: sholpan-ab@mail.ru;

Мырзабек К.А.- ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор м.а., Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: myrzabek.karima@yandex.ru;

Кожахиева М.О.- PhD, қауымд. профессор м.а., Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: madinamko@mail.ru.

***Information about the authors***

Turganbaeva A. - master's student, 2nd year. Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,e-mail: aizhan_9800@mail.ru;

Assembayeva E. - PhD, associate Professor, Almaty Technological University, Kazakhstan, e-mail: elmiraasembaeva@mail.ru;

Abzhanova Sh. - Candidate of Technical Sciences, associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: sholpan-ab@mail.ru;

Myrzabek K. - candidate of Agricultural Sciences, associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: myrzabek.karima@yandex.ru;

Kozhakhiyeva M. - PhD, associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: madinamko@mail.ru.

ҒТАМР 52.45.19 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-603**

# НАТРИЙ СУЛЬФИДІНІҢ ҚОСҚҰДЫҚ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ ТОТЫҚҚАН ҚОРҒАСЫН-МЫРЫШ КЕНДЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

**А.Р. Мамбеталиева, А. Мухтаркызы, М.Р. Шаутенов**

*Satbayev University, Алматы, Казахстан*

*Корреспондент-автор: a.mambetaliyeva@satbayev.university*

Тотыққан қорғасын-мырыш кендері өңдеудің күрделілігіне байланысты ұзақ уақыт бойы толық пайдаланылмады. Бірақ, қорғасын-мырыш сульфидті кендерінің тез сарқылуына байланысты тотыққан кендерді пайдалану тиімділігін арттыру қажет. Оксид кендерін алдын-ала байытудың әмбебап әдістерінің бірі - флотация. Дегенмен, қорғасын-мырыш оксидінің минералдарының гидрофильдік қасиетінің жоғары болуы, флотация әдісін қолдануды қиындатады, сонымен қатар мырыш иондарының беткі ерігіштігі, бұл процестің тиімділігін одан әрі төмендетеді. Бұл қиындықтарды жеңу үшін сульфидизация әдісінің маңызы жоғары, ол тотыққан минералдардың беткі қасиеттерін өзгеретеді және флотацияға дайындайды.

Бұл жұмыста Қоскұдық кен орнының тотыққан кен сынамасындағы қорғасын минералдарын байыту тиімділігін арттыру мақсатында натрий күкіртін сульфидизатор ретінде қолданылуына ерекше мән беріледі. Қорғасын алуды барынша арттыру үшін натрий күкіртінің оңтайлы шығынын анықтау бойынша зерттеу жүргізілді. Негізгі қорғасын флотациясы кезінде бұл реагенттің басқа да металлдардың, оның ішінде алтын, күміс және мырыштың, бөлініп алынуына әсері зерттелді. Зерттеу нәтижесінде натрий күкіртінің шығыны 700 г/т болғанда қорғасынның байыту тиімділігі 10,8% - ға (34,3-тен 45,1% - ға дейін) артады. Алынған нәтижелер қорғасын-мырыш өнеркәсібінің тұрақты дамуын қамтамасыз етудегі өзекті болатын тотыққан кендерін өңдеу тиімділігін арттыруда негізгі параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** пайдалы қазбаларды байыту, флотация, тотыққан минералдар, қорғасын, байыту тиімділігі, фазалық талдау, күкіртті натрий.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУЛЬФИДИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕРНИСТОГО НАТРИЯ НА ОКИСЛЕННЫЕ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫЕ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОСКУДУК

**А.Р. Мамбеталиева, А. Мухтаркызы, М.Р. Шаутенов**

*Satbayev University, Алматы, Қазахстан,*
*e-mail: a.mambetaliyeva@satbayev.university*

Окисленные свинцово-цинковые руды долгое время оставались недостаточно использованными из-за сложности их переработки. Однако в условиях быстрого истощения запасов свинцово-цинковых сульфидных руд возникает острая необходимость в повышении эффективности использования этих оксидных руд. Одним из наиболее универсальных методов предварительного обогащения оксидных руд является флотация. Однако свинцово-цинковые оксидные минералы обладают высокой гидрофильностью, что затрудняет их флотацию, а также они склонны к растворению ионов металлов на поверхности, что дополнительно снижает эффективность процесса. Для преодоления этих проблем важную роль играет сульфидизация, которая позволяет модифицировать поверхностные свойства окисленных минералов, делая их более пригодными для флотации.

В данной работе особое внимание уделяется влиянию сернистого натрия как сульфидизатора на эффективность обогащения свинцовых минералов в пробе окисленной руды с месторождения Коскудук. Было проведено исследование по определению оптимального расхода сернистого натрия для максимизации извлечения свинца. Дополнительно анализировалось влияние данного реагента

на извлечение других металлов, таких как золото, серебро и цинк, в процессе основной свинцовой флотации. Полученные результаты позволяют определить ключевые параметры для повышения эффективности переработки оксидных руд, что актуально для обеспечения устойчивого развития свинцово-цинковой промышленности.

**Ключевые слова:** обогащение полезных ископаемых, флотация, окисленные минералы, свинец, эффективность обогащения, фазовый анализ, сернистый натрий.

## ON OXIDIZED LEAD-ZINC ORES OF THE KOSKUDUK DEPOSIT INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SULFIDATION USING SODIUM SULPHIDE ON OXIDIZED LEAD-ZINC ORES OF THE KOSKUDUK DEPOSIT

**A.R. Mambetaliyeva✉, A. Mukhtarkyzy, M. Shautenov**

*Satbayev University, Almaty, Kazakhstan,*
*e-mail: a.mambetaliyeva@satbayev.university*

Oxidized lead-zinc ores remained underused for a long time due to the complexity of their processing. However, in conditions of rapid depletion of reserves of lead-zinc sulfide ores, there is an urgent need to increase the efficiency of using these oxide ores. One of the most universal methods of pre-enrichment of oxide ores is flotation. However, lead-zinc oxide minerals have high hydrophilicity, which makes their flotation difficult, and they are also prone to dissolution of metal ions on the surface, which further reduces the efficiency of the process. To overcome these problems, sulfidization plays an important role, which makes it possible to modify the surface properties of oxidized minerals, making them more suitable for flotation.

In this work, special attention is paid to the effect of sodium sulfide as a sulfidizer on the efficiency of enrichment of lead minerals in a sample of oxidized ore from the Koskuduk deposit. A study was conducted to determine the optimal consumption of sodium sulfide to maximize lead recovery. Additionally, the effect of this reagent on the extraction of other metals, such as gold, silver and zinc, during the main lead flotation was analyzed. The results obtained allow us to determine the key parameters for improving the efficiency of processing oxide ores, which is important for ensuring the sustainable development of the lead-zinc industry.

**Keywords:** mineral enrichment, flotation, oxidized minerals, lead, enrichment efficiency, phase analysis, sodium sulfide.

**Кіріспе.** Өнеркәсіптік өндірісте мырыш пен қорғасын маңызды элемент, қорғасын ерекше қасиеттеріне байланысты (жоғары тығыздылығы, төмен балқу температурасы және жоғары икемділігі) аккумуляторлар, құрылыс материалдары және радиациядан қорғау жабдықтарын өндіру үшін шикізат ретінде кеңінен қолданылады. Жоғары беріктігі, тозуға және коррозияға төзімділігі бар мырыш негізінен металл бұйымдарын және легирленген материалдар мен құрғақ батареяларды өндіру үшін қолданылады [1].

Құрамында қорғасын-мырыш сульфидтері бар сульфидті кендер ұзақ уақыт бойы игерілуде, бірақ бай, оңай байытлатын кендер біртіндеп азайуда. Соңғы жылдары ресурстармен қамтамасыз етудің тенденциясының төмендеуі байқалуда, бұл өз кезегінде қорғасын мен мырышқа өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру мүмкіндігінің төмендеуіне әкеледі [2]. Дегенмен, қорғасын-мырыш кендерінің қоры ауқымды, бірақ олар минералдар қасиетінің күрделілігімен, ұсақ түйіршікті тау жыныстарының дақтарының болуымен, еритін тұздардың жоғары болуымен сипатталады, бұл олардың пайдаланылуын төмендетеді [3-6]. Сондықтан қорғасын мен мырыш тотықтарының ресурстарын өндірудің экологиялық тұрғыда таза, тиімді және үнемді технологияларын құруға бағытталған зерттеулер мен жобалар жүргізу қажет.

Пайдаланудың қарапайымдылығы, өзіндік құ-

нының төмендігі сияқты артықшылықтары бар флотация тәсілі – қорғасын-мырыш кендерін алдын ала байытудың негізгі әдісі. Минералдардың гидрофильдік қасиетіне байланысты пайдалы қазбалардың флотациялық әдіспен байытуға әсер ететін негізгі фактор, қорғасын-мырыш тотыққан минералының бетінің гидрофильділігін төмендету үшін, әдетте, минералдың бетінде сульфидті қабыршықты қалыптастыру үшін, сульфидті қайта құру қолданылады, осылайша флотациялық байытуда тиімділікті арттыру мақсатында минералдың беткі қасиеттерін өзгертеді [7]. Сульфидизация әдістеріне негізінен беттік сульфидизация, күйдіру, механохимиялық және гидротермиялық сульфидизациялар жатады [8, 9]. Алайда, сульфидизацияның жоғары шығындары мен пайдалану қиындықтарына байланысты сульфидті күйдіру, механохимиялық және гидротермиялық сульфидизация өнеркәсіпте кеңінен қолданылмайды. Қазіргі уақытта өнеркәсіптік өндіріс негізінен қорғасын-мырыш тотыққан минералдарының бетін өңдеу үшін күкірт түзетін агенттерді пайдаланады. Сульфидті өңдеуден кейін тотыққан минералдардың бетінде пайда болатын сульфидті жұқа қабық борпылдақ және кеуекті құрылымға ие; ол тотыққан минералдардың гидрофобтылығын күшейте алғанымен, флотация процесінде кен целлюлозасын араластыру нәтижесінде пайда болатын ығысу күштерінің әсерінен сульфидті пленка десорбцияға бейім болады [10]. Флотациялық реагенттерді қосу тотыққан минералдардың бетіндегі сульфидизация жылдамдығын тиімді арттырады және сульфидті жұқа қабықтың бетіндегі механикалық беріктігін жақсартады, осылайша сульфидті агенттің сульфидтік әсерін күшейтеді [11]. Сонымен қатар, бақылау жұмысының дұрыс орындалуы үшін сульфидизациялау реагентінің мөлшеріне және суспензияның pH деңгейіне аса мән беру қажет [12].

**1 - кесте. Қосқұдық кен орнының тотыққан кенін химиялық фазалық талдау нәтижелері**

| **Компоненттердің атауы** | **Құрамы** | |
|---|---|---|
| | абсолютті, % | салыстырмалы, % |
| Мырыштын бейімделу формасы: | | |
| - Суда еритін | *< 0,05* | - |
| *- Тотыққан* | *0,25* | *38,5* |
| *- Сульфидтер* | *0,08* | *12,3* |
| *- Ерімейтін* | *0,32* | *49,2* |
| Жиынтық | 0,65 | 100,0 |
| Қорғасынның бейімделу формасы: | | |
| - Құрамында оттегі бар | *0,54* | *65,8* |
| *- Галенит* | *0,14* | *17,1* |
| - Қалдық формалар | *0,14* | *17,1* |
| Жиынтық | 0,82 | 100,0 |
| Темірдің бейімделу формасы: | | |
| *- Сульфидтер* | *< 0,05* | - |
| *- Екі валентті Fe2+* | *3,06* | *48,6* |
| *- Үш валентті Fe3+* | *3,24* | *51,4* |
| Жиынтық | 6,30 | 100,0 |

Бұл жұмыста Қоскұдық кен орнының сынамасының заттық құрамының зерттеу нәтижелері және тоттыққан кендердегі реагенттің беттік флотациялық қасиетінің ашық тәжірибе нәтижелері ұсынылған.

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеу нысаны – Қазақстандағы Қоскұдық кен орнының тотыққан қорғасын-мырыш кендері.

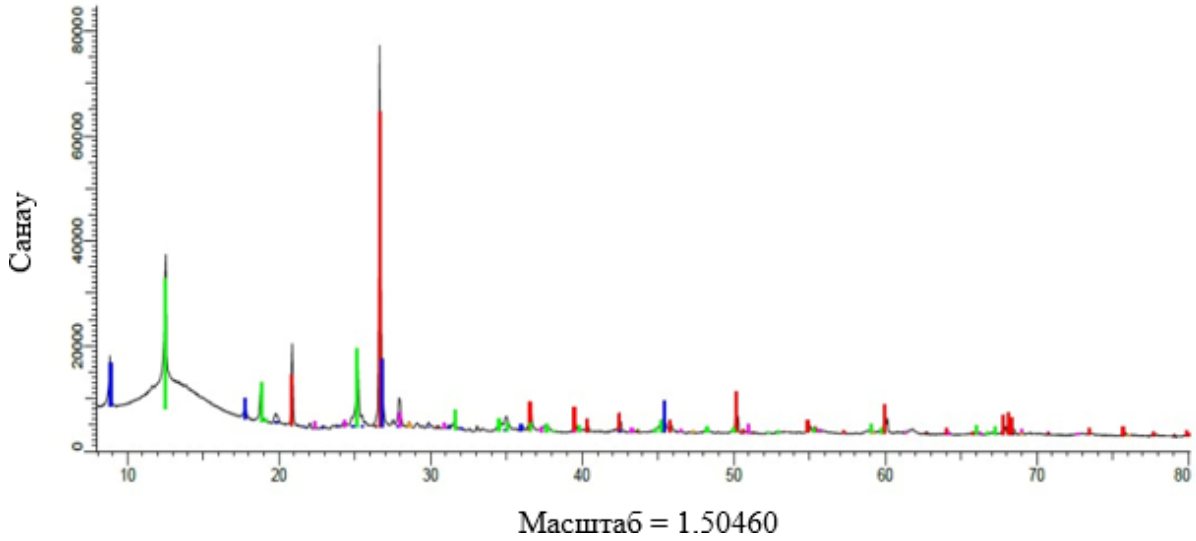
Қарастырылып отырған кендер мен байыту өнімдерінің заттық құрамы атомдық-абсорбциялық талдау, атомдық-эмиссиялық талдау, классикалық химиялық және фотометриялық талдау, талдау жұмыстарын жүргізуге арнайы дайындалған өкілдік сынамалардағы сынамалық гравиметриялық талдау тобы әдісімен анықталды.

Минералогиялық сипаттама үшін, орташа сынамалардан басқа, кенді минералдануы бар негізгі жыныстардың үлгілері таңдалды, олардан мөлдір тегістеуіштер мен жылтыратылған тегістеуіштер жасалды. Оларды зерттеу қазіргі заманғы жабдықта физика-химиялық зерттеулер зертханасында жүргізілді: OLUMPUS BX 51 POL микроскопы., simagis 2R-2C бейнекамерасын және SIAMS минералды талдауға арналған бағдарламалық жасақтаманы қолдануымен.

**Нәтижелер және талқылау.** Заттық құрамының зерттеу нәтижесінде қарастырылып отырған тотыққан кеннің сынамасында 0,82 - 0,85% қорғасын және 0,6 – 0,65% мырыш бар екені анықталды, мыс мөлшері төмен (0,02%) және өнеркәсіптік қызығушылық тудырмайды.

Кенде асыл металдардың мөлшері: 0,6 г/т деңгейінде алтын және 5,5 г/т деңгейінде күміс бар.

1 - кестеде фазалық химиялық талдау нәтижелері көрсетілген және қарастырылып отырған сынама тотыққан түрге жатады, себебі қорғасын тотыққан және силикат қосылыстарымен есептегенде салыстырмалы құрамы 82,9% тең, ал мырыш - 87,7%. Темір толығымен дерлік тотыққан күйде екенін атап өтуге болады, өйткені темірдің сульфидті формалары өте аз – 0,05% (абсолютті құрамы).




**1 - сурет. Қоскұдық тотыққан кен сынамасының дифрактограммасы**

Қарастырылып отырған тотыққан кен сынамасына Bruker (Германия) D8-ADVANCE дифрактометрінде күрделі минералогиялық құрамына талдаулар жүргізілді. Қарастырылып отырған кен сынамасының бастапқы дифрактограммасының нәтижелері 1 – суретте, 2-кестеде-цифрлық түрде келтірілген.

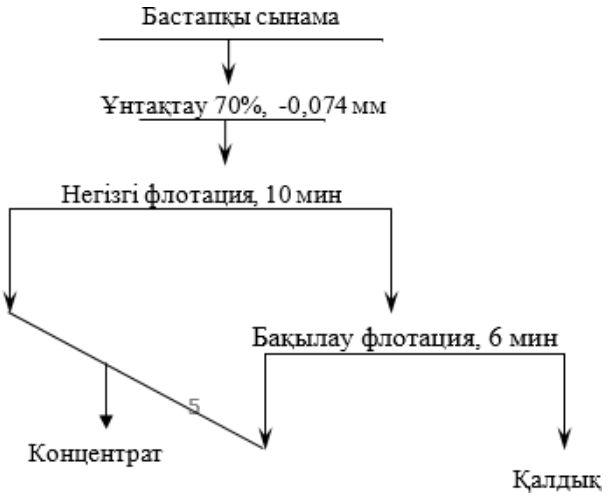
**2 - кесте. Қоскұдық кен орнының тотыққан кенінің бастапқы сынамасының минералогиялық құрамы**

| Негізгі минералдар мен комплекстер | Кендегі құрамы, % |
|---|---|
| Қорғасын сульфидтері (галенит) | 0,16 |
| Қорғасынның тотыққан және қалдық түрлері | 0,89 |
| Мырыш сульфидтері (сфалерит) | 0,12 |
| Мырыштын тотыққан және қалдық түрлері | 1,07 |
| Мыс минералдары | 0,04 |
| Темір сульфидтері (пирит) | 0,05 |
| Темірдің тотыққан түрлері (гетит, гематит) | 4,51 |
| Слюда минералдары (альбит, мусковит, клинохлор және тб.) | 53,44 |
| Кварц | 30,95 |
| Басқалары | 8,77 |
| Барлығы | 100,00 |

Атап өтетін жағдай, кенді және байыту өнімдерін минералогиялық талдауы гидратталған материалдың жұқа шламдары мен суспензияларының барын және де сульфидті минералдардың оксидтермен (пирит гетит және гематит) алмасу процессінің кең таралғанын анықтады, ал қалған сульфидті минералдардың минералогиялық талдауда анықталағандарының көлемі флотациямен бөліп алынбайтын көлемде (5 мкм-ден аз).

Тотығу дәрежесі бойынша, құрылымдық-текстуралық сипаттамалары бойынша және қиылысу мөлшері бойынша қарастырылып отырған тотыққан кендері Қоскұдық кен орнының байытылуы қиын түрлеріне жатады.

Тотыққан кендердің флотациялық зерттеуі натрий күкіртінің режимін анықтаудан басталды. 2-суретте өткізілген тәжірибенің сызбасы көрсетілген. Тәжірибе кезінде алыған нәтижелер 3-кестеде көрсетілген.




**2 - сурет. Натрий күкірттің флотация процесіне әсерін сынау бойынша ашық тәжірибелер сызбасы**

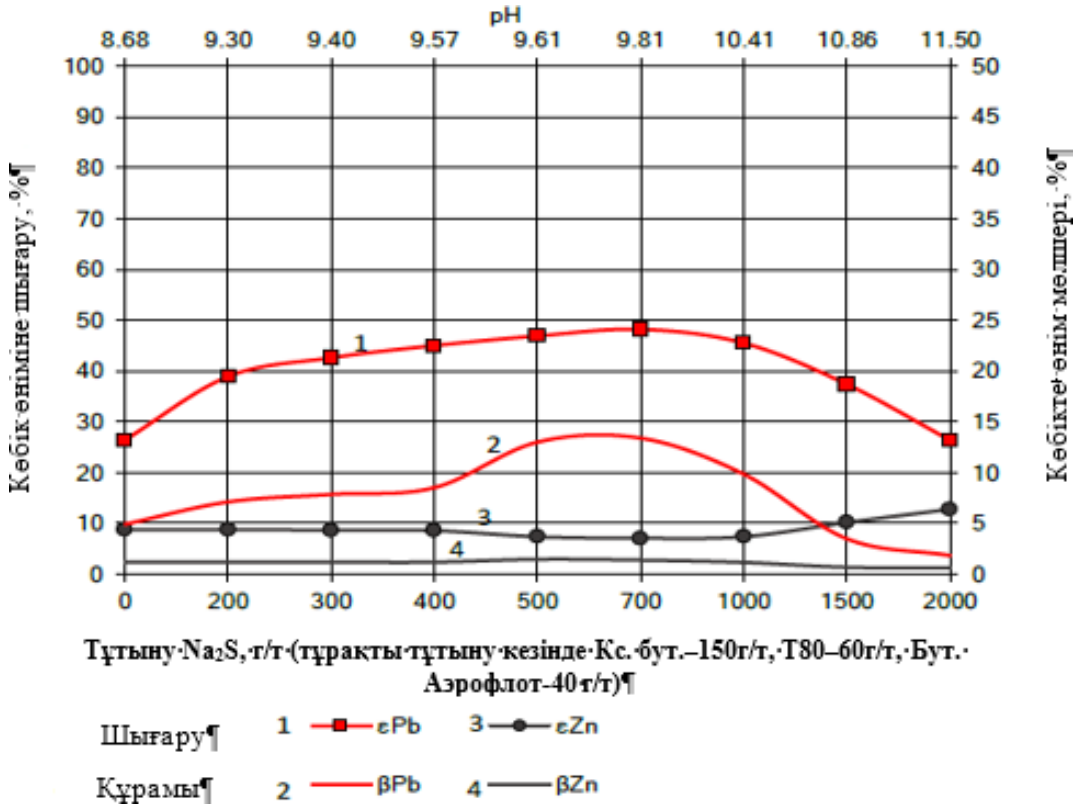
Алынған сынақ тәжірибелерінің нәтижелері негізінде реагенттердің келесі мөлшері ұсынылады:

- бутил ксантогенаты - 200 г/т;
- көбіктендіргіш (Т-80) – 60 г/т;
- бутил аэрофлоты – 60 г/т.

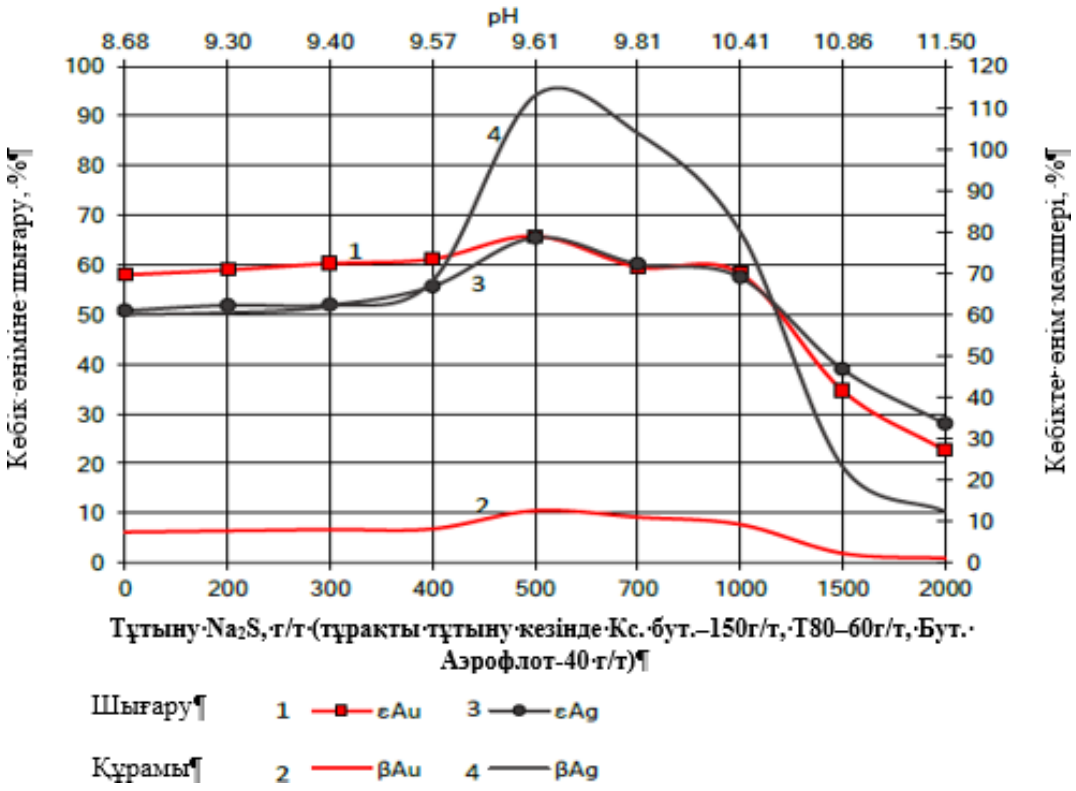
**3 - кесте. - Натрий сульфатын қолдана отырып, Қоскұдық (КО) кен орнының тотыққан кенінің бастапқы сынамасын флотациялау бойынша ашық тәжірибелердің нәтижелері**

| Өнімдердің атауы | Шығуы, % | Құрамы, % | | | | | Байыту дережесі | | | | | Байыту тиімділігі $\varepsilon-\gamma$, $Pb$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pb | Zn | Au* | Ag* | Fe | Pb | Zn | Au | Ag | Fe | |
| *«0» тәжірибе; pH-8,68* | | | | | | | | | | | | |
| *Концентрат* | *4,6* | *4,92* | *1,20* | *7,44* | *60,0* | *6,69* | *26,40* | *8,80* | *58,00* | *50,80* | *4,90* | *21,80* |
| *Қалдық* | *95,4* | *0,66* | *0,60* | *0,26* | *2,80* | *6,28* | *73,60* | *91,20* | *42,00* | *49,20* | *95,10* | |
| *Басты сынама* | *100,0* | *0,86* | *0,63* | *0,59* | *5,43* | *6,30* | *100,0* | *100,0* | *100,0* | *100,0* | *100,0* | |
| Na2S – 200 г/т; pH – 9,30 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 4,60 | 7,12 | 1,20 | 7,75 | 60,50 | 6,34 | 38,9 | 8,80 | 59,00 | 51,90 | 4,60 | 34,30 |
| Қалдық | 95,40 | 0,54 | 0,60 | 0,26 | 2,70 | 6,30 | 61,10 | 91,20 | 41,00 | 48,10 | 95,40 | |
| Басты сынама | 100,0 | 0,84 | 0,63 | 0,60 | 5,36 | 6,30 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |
| Na2S – 300 г/т; pH – 9,40 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 4,50 | 7,86 | 1,20 | 8,07 | 62,00 | 6,28 | 42,60 | 8,70 | 60,30 | 52,00 | 4,50 | 38,10 |
| Қалдық | 95,50 | 0,50 | 0,59 | 0,25 | 2,70 | 6,30 | 57,4 | 91,30 | 39,70 | 48,00 | 95,50 | |
| Басты сынама | 100,0 | 0,83 | 0,62 | 0,60 | 5,37 | 6,30 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |
| Na2S – 400 г/т; pH – 9,57 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 4,40 | 8,52 | 1,20 | 8,22 | 68,20 | 6,24 | 45,00 | 8,60 | 61,20 | 55,70 | 4,40 | 40,60 |
| Қалдық | 95,60 | 0,48 | 0,59 | 0,24 | 2,50 | 6,30 | 55,00 | 91,40 | 38,80 | 44,30 | 95,60 | |
| Басты сынама | 100,0 | 0,83 | 0,62 | 0,59 | 5,39 | 6,30 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |
| Na2S – 500 г/т; pH – 9,61 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 3,10 | 13,0 | 1,48 | 12,6 | 112,9 | 6,20 | 46,90 | 7,40 | 65,80 | 65,50 | 3,10 | 43,80 |
| Қалдық | 96,90 | 0,47 | 0,59 | 0,21 | 1,90 | 6,30 | 53,10 | 92,60 | 34,20 | 34,50 | 96,9 | |
| Басты сынама | 100,0 | 0,86 | 0,62 | 0,59 | 5,34 | 6,30 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |
| Na2S – 700 г/т; pH – 9,81 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 3,10 | 13,4 | 1,40 | 11,1 | 103,9 | 5,96 | 48,2 | 7,10 | 59,60 | 60,20 | 2,90 | 45,10 |
| Қалдық | 96,90 | 0,46 | 0,59 | 0,24 | 2,20 | 6,31 | 51,80 | 92,90 | 40,40 | 39,80 | 97,10 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Басты сынама | 100,0 | 0,86 | 0,62 | 0,58 | 5,35 | 6,30 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |
| Na2S – 1000 г/т; pH – 10,41 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 3,90 | 9,86 | 1,17 | 9,29 | 80,10 | 5,94 | 45,50 | 7,40 | 58,30 | 57,50 | 3,70 | 41,60 |
| Қалдық | 96,10 | 0,48 | 0,59 | 0,27 | 2,40 | 6,31 | 54,50 | 92,60 | 41,70 | 42,50 | 96,30 | |
| Басты сынама | 100,0 | 0,85 | 0,61 | 0,62 | 5,43 | 6,30 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |
| Na2S – 1500 г/т; pH – 10,86 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 9,00 | 3,50 | 0,69 | 2,31 | 23,30 | 6,14 | 37,40 | 10,20 | 34,70 | 39,00 | 8,80 | 28,40 |
| Қалдық | 91,00 | 0,58 | 0,60 | 0,43 | 3,60 | 6,30 | 62,60 | 89,80 | 65,30 | 61,00 | 91,20 | |
| Басты сынама | 100,0 | 0,84 | 0,61 | 0,60 | 5,37 | 6,29 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |
| Na2S – 2000 г/т; pH – 11,50 | | | | | | | | | | | | |
| Концентрат | 12,10 | 1,85 | 0,64 | 1,10 | 12,40 | 6,32 | 26,40 | 12,80 | 22,60 | 28,00 | 12,10 | 14,30 |
| Қалдық | 87,90 | 0,71 | 0,60 | 0,52 | 4,40 | 6,30 | 73,60 | 87,20 | 77,40 | 72,00 | 87,90 | |
| Басты сынама | 100,0 | 0,85 | 0,60 | 0,59 | 5,37 | 6,30 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | |




**2 - сурет. Натрий күкірттің мөлшері Қоскұдық кен орнының тотыққан кенінің бастапқы сынамасының Pb және Zn флотация көрсеткіштеріне әсері**




**3 - сурет. Натрий күкіртінің мөлшері Қоскұдық кен орнының тотыққан кенінің бастапқы сынамасының Au және Ag флотация көрсеткіштеріне әсері**

3-суреттегі мәліметтерден натрий күкірттінің шығыны 200 г/т – ден 700 г/т-ға дейін артқан сайын қорғасынның байыту тиімділігі 10,8% - ға (34,3-тен 45,1% - ға дейін) артады, бұл ретте күміс пен алтынның байыту тиімділігі 60,2 және 59,6% -ға тең. Асыл металдар үшін натрий күкіртінің оңтайлы шығыны 500 г/т, күмістің байыту дәрежесі – 65,5 %, алтынның – 65,8%-ды көрсетті. Айта кету керек, сульфидизация мырыштың байыту көрсеткіштерін арттырмайды.

**Қорытынды.** Зерттеу Қоскұдық кен орнының тотыққан кенімен жүргізілді. Заттық құрамы бойынша орташа қорғасын мөлшері – 0,82 - 0,85%, мырыш – 0,6 – 0,65 %, күміс – 5,5 г/т және алтын – 0,6 г/т тең, мыс мөлшері - 0,02% және өнеркәсіптік қызығушылық тудырмайды.

Фазалық талдау нәтижесіне сәйкес, сынама тотыққан қосылыстарға жатады, себебі қорғасынның, тотыққан және силикат қосылыстарымен есептегенде, салыстырмалы құрамы 82,9% тең, ал мырыш - 87,7%.

Қоскұдық кен орнының тотыққан кендерін байыту кезінде негізгі реагенттердің шығындары анықталды: бутил ксантогенаты – 200 г/т; көбік түзуші (Т-80) – 60 г/т; бутил аэрофлоты – 60 г/т. Негізгі, бақылау флотациясының уақыты – 10 минут және 6 минутты құрады.

Ашық сынақ тәжірибелерінің нәтижесінде натрий күкіртінің шығыны шамамен 700 г/т болған кезде қорғасынның тиімділігі артады, ал күміс пен алтын үшін шамамен 500 г/т тең. Айта кету керек, сульфидизация мырыштың байыту көрсеткіштерін арттырмайды.

***Қаржыландыру.*** *Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігінің ғылым комитеті қаржыландыратын AP 23489765 гранттық жобасы бойынша орындалды.*

## References

1. Nayak A., Jena M.S., Mandre N.R., Beneficiation of Lead-Zinc Ores – A // Review. Mineral Processing

and Extractive Metallurgy Review. -2021.-Vol.43(5). -P. 564 - 583. DOI 10.1080/08827508.2021.1903459

2. Gavin M.M., Simon M. J., Timothy T.W. The world' s lead-zinc mineral resources: Scarcity, data, issues and opportunities // Ore Geology Reviews. -2017. -Vol. 80. -P. 1160-1190

DOI 10.1016/j.oregeorev.2016.08.010

3. Abkhoshk E., Jorjani E., Al-Harahsheh M.S., Rashchi F., Naazeri M., Review of the hydrometallurgical processing of non-sulfide zinc ores // Hydrometallurgy. -2014. - Vol.149. - P.153-167. DOI

10.1016/j.hydromet.2014.08.001

4. Liu W.G., Zhao L., Liu W.B., Zheng Y.X., Huang L.Y., Mao Y., Ding S.Y., Enhanced flotation of smithsonite from calcite based on the synergistic action of carboxylated chitosan and sodium carbonate // Adv. Powder Technol. -2023. -Vol. 34 (12):104261

DOI 10.1016/j.apt.2023.104261

5.Mehdilo A., Irannajad M., Zarei H., Flotation of zinc oxide ore using cationic and cationic-anionic mixed collectors // Physicochem. Probl. Miner. Process. -2013.-Vol. 49(1). -P. 145−156. DOI 10.5277/ppmp130114

6. Maghfouri S., Hosseinzadeh M.R., Rajabi A., Choulet F., A review of major non-sulfide zinc deposits in Iran // Geosci. Front. -2018. –Vol. 9(1). -P.249-272. DOI 10.1016/j.gsf.2017.04.003

7. Yi Y.H., Peixuan Li, Zhang G., Feng Q.C., Han G., Stepwise activation of hemimorphite surfaces with lead ions and its contribution to sulfidization flotation // Sep. Purif. Technol. - 2022. –Vol. 299: 121679 DOI 10.1016/j.seppur.2022.121679

8. Elizondo-Álvarez M.A., Uribe-Salas A., Nava-Alonso F., Flotation studies of galena (PbS), cerussite ($PbCO_3$) and anglesite ($PbSO_4$) with hydroxamic acids as collectors // Miner. Eng. -2020. - Vol. 155: 106456 DOI 10.1016/j.mineng.2020.106456

9. Xue J.W., Qu Y.B., Chen Y., Zhang C.H., Bu X.Z., Effective sulfide flotation of cerussite by using trithiocyanuric acid as a novel sulfurizing reagent // Miner. Eng. -2023.-Vol. 198: 108087 DOI 10.1016/j.mineng.2023.108087

10. Zhang S., Xian Y.J., Wen S.M., Liang G.Y., Enhancement of xanthate adsorption on lead-modified and sulfurized smithsonite surface in the presence of ammonia // Miner. Eng. -2022. -Vol. 189: 107872 DOI 10.1016/j.mineng.2022.107872

11. Li. Jialei; Pei Bin, Liu Zhicheng; Gao Xiang; Ning Shuai; Cai Zi, Liu Ruizeng, Applying the surface differences in the sulfophilic and oxyphilic affinities for reverse flotation separation of calcite from smithsonite // Surfaces and Interfaces. -2023. - Vol. 42: 103310 DOI 10.1016/j.surfin.2023.103310

12.Qian Wei, Liuyang Dong, Wenqing Qin, Fen Jiao, Zhongxu Qi, Cheng Feng, Dayong Sun, Long Wang, Shunyuan Xiao, Efficient flotation recovery of lead and zinc from refractory lead-zinc ores under low alkaline conditions // Geochemistry. -2021. -Vol. 81.(4): 125769 DOI 10.1016/j.chemer.2021.125769

***Авторлар туралы мәліметтер***

Мамбеталиева А.Р. - PhD докторы, "Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту" кафедрасының аға оқытушысы Satbayev University, Алматы, Қазақстан, e-mail: a.mambetaliyeva@satbayev.university;

Мұхтарқызы А. - "Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту" кафедрасының магистранты Satbayev University, Алматы, Қазақстан, e-mail: asel.muktarkyzy@mail.ru;

Шаутенов М.Р. - техникалық ғылымдар кандидаты, доцент, "Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту" кафедрасының профессоры Satbayev University, Алматы, Қазақстан, e-mail: m.shautenov@satbayev.universit

***Information about the authors***

Mambetaliyeva A.R. - PhD, Senior Lecturer at the Department of Metallurgy and Mineral Processing at Satbayev University,

Almaty, Kazakhstan, e-mail: a.mambetaliyeva@satbayev.university;

Mukhtarkyzy A. - Master at the Department of Metallurgy and Mineral Processing at Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: asel.muktarkyzy@mail.ru;

Shautenov M., Candidate of technical sciences, Professor at the Department of Metallurgy and Mineral Processing at Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: m.shautenov@satbayev.university,

IRSTI 52.35.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-886**

## PRODUCTION OF HIGH-CALORIC COAL BRIQUETTES FROM THE EKIBASTUZ COAL DEPOSIT

**[1]Ye.S. Abdrakhmanov, [1]Kh.B. Temirtas, [2,3]B.T. Yermagambet, [2,3]Zh.M. Kassenova, [2,3]Zh.T. Dauletzhanova, [2,3]M.K. Kazankapova, [4]N.Sh. Akimbekov, [4]K.T. Tastambek**

*[1]Toraighyrov university, Pavlodar, Kazakhstan,*
*[2]«Institute of Coal Chemistry and Technology» LLP, Astana, Kazakhstan,*
*[3]K.Kulazhanov named Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*[4]SRI «Sustainability of ecology and bioresources», KazNU named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,*
*Corresponding-author: kaliyeva_zhanna@mail.ru*

The article provides information on the coal briquetting process, the briquetting process, and establishes the mechanism of coal briquettes structure formation taking into account the physicochemical and structural-rheological properties of coal. Of great importance is the uniform distribution of elementary size classes in the briquette charge. It is achieved by choosing a coal classification process flow chart and appropriate equipment. The coal size determines the total surface area of the briquetting mass particles. The more developed this surface area is, the greater the number of particle contacts inside the briquettes and the more intense the action of molecular adhesion forces. The increase in the total surface area of the grains can be achieved by crushing. The main factors influencing the coal briquetting process are: coal moisture and moisture distribution in individual classes, coal size, distribution of elementary size classes in the briquette charge, granulometric composition, pressure, pressing duration and temperature, water content.

**Keywords:** coal, ash content, briquetting, raw material quality management, combustion heat, coal size.

## ЕКІБАСТҰЗ КЕН ОРНЫНЫҢ КӨМІРІНЕН ЖОҒАРЫ КАЛОРИЯЛЫ КӨМІР БРИКЕТТЕРІН АЛУ

**[1]Е.С. Абдрахманов, [1]Х.Б. Теміртас, [2,3]Б.Т. Ермағамбет, [2,3]Ж.М. Касенова, [2,3]Ж.Т. Даулетжанова, [2,3]М.Қ. Қазанқапова, [4]Н.Ш. Акимбеков, [4]К.Т. Тастамбек**

*[1]Торайғыров университеті, Павлодар, Қазақстан,*
*[2]«Көмір химиясы және технология институты» ЖШС, Астана, Қазақстан,*
*[3] Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*[4] «Экология және биоресурстардың тұрақтылығы» ҒЗИ, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан,*
*e-mail: kaliyeva_zhanna@mail.ru*

Мақалада көмірді брикеттеу процесі, брикеттеу процесі туралы мәліметтер келтірілген, көмірдің физикалық-химиялық және құрылымдық-реологиялық қасиеттерін ескере отырып, көмір брикеттерінің құрылымдық түзілу механизмі анықталған. Брикет шихтасындағы қарапайым кластардың біркелкі таралуы маңызды. Оған көмірді жіктеудің технологиялық схемасын таңдау және тиісті аппараттық дизайн арқылы қол жеткізіледі. Көмірдің мөлшері брикеттелген масса бөлшектерінің жалпы бетін анықтайды. Бұл бет неғұрлым дамыған болса, брикеттер ішіндегі бөлшектердің байланыс саны соғұрлым көп болады және молекулалық байланыс күштерінің әсері күшейеді. Дәндердің жалпы бетінің ұлғаюына ұсақтау арқылы қол жеткізуге болады. Көмірді брикеттеу процесіне әсер ететін негізгі факторлар: көмірдің ылғалдылығы және жекелеген кластардағы ылғалдың таралуы, көмірдің үлкендігі, брикет шихтасындағы үлкендіктің қарапайым кластарының таралуы, гранулометриялық құрамы, қысымы, престеу ұзақтығы мен температурасы, судың мөлшері.

**Түйін сөздер:** көмір, күл, брикеттеу, шикізат сапасын басқару, жану жылуы, көмірдің мөлшері.

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЛОРИЙНЫХ УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ УГЛЯ ЭКИБАСТУЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**[1]Е.С. Абдрахманов, [1]Х.Б. Теміртас, [2,3]Б.Т. Ермагамбет, [2,3]Ж.М. Касенова, [2,3]Ж.Т. Даулетжанова, [2,3]М.К. Казанкапова, [4]Н.Ш. Акимбеков, [4]К.Т. Тастамбек**

[1]Торайгыров Университет, Павлодар, Казахстан,
[2]ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан,
[3]Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, Астана, Казахстан,
[4]НИИ «Устойчивости экологии и биоресурсов», КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
e-mail: kaliyeva_zhanna@mail.ru

В статье приведены сведения о процессе брикетирования угля, процесса брикетирования, установлен механизм структурообразования угольных брикетов с учетом физико-химических и структурно-реологических свойств угля. Важное значение имеет равномерное распределение элементарных классов крупности в брикетной шихте. Оно достигается выбором технологической схемы классификации угля и соответствующим аппаратурным оформлением. Крупность угля определяет суммарную поверхность частиц брикетируемой массы. Чем более развита эта поверхность, тем больше число контактов частиц внутри брикетов и интенсивней действие молекулярных сил сцепления. Увеличение суммарной поверхности зерен может быть достигнуто дроблением. Основными факторами, влияющими на процесс брикетирования углей, являются: влажность угля и распределение влаги в отдельных классах, крупность угля, распределение элементарных классов крупности в брикетной шихте, гранулометрический состав, давление, продолжительность и температура прессования, содержание воды.

**Ключевые слова:** уголь, зольность, брикетирование, управление качеством сырья, теплота сгорания, крупность угля.

**Introduction.** Coal briquetting is the process of converting fine fractions and coal dust into durable, compact briquettes that are convenient for transportation, storage and use. This method not only allows for the rational use of coal waste, but also improves its calorific properties, reducing dust formation during combustion. [1-2].

The briquetting process includes several key stages:

- preparation of raw materials - coal is crushed to the required fraction and, if necessary, dried to achieve the optimal moisture level;

- mixing with binders - to increase the strength and integrity of the briquettes, binders such as petroleum bitumen, lignosulfonates, molasses, liquid glass or cement are added to the coal mass6 The choice of binder depends on the type of coal and the requirements for the final product;

- forming briquette - the prepared mixture is fed into a press, where briquettes of a given shape and size are formed under high pressure;

- drying and cooling - after pressing, the briquettes are dried to remove excess moisture and increase strength, and then cooled to room temperature [3-5].

This method provides more efficient use of coal raw materials and reduces the negative impact on the environment. Figure 1 shows briquetted coal.

To organize the briquetting process, specialized production lines are used, which include:

- crushers - designed to crush coal to a given fraction.

- mixers - ensure uniform distribution of binders in the coal mass.

- briquette presses - form briquettes under high pressure, giving them the required density and shape.

- drying units - remove excess moisture, increasing the strength and stability of the finished briquettes.

The combination of these elements allows for high process efficiency and a high-quality final product [6-9]. Coal briquetting plants are shown in Figure 2.

The advantages of coal briquettes are:

- high calorific value: briquetted coal has a calorific value of at least 6000 kcal/kg;

- ease of transportation and storage: briquettes have a uniform shape and density, which facilitates their transportation and storage.

- environmental friendliness: when burning, high-quality briquettes emit less smoke and harmful gases, burn out completely, leaving a minimum amount of ash.

**Fig. 1 - Briquetted coal**

**Fig. 2 - Coal briquetting plants**

In the work [10] within the framework of the work performed on the use of coal enrichment waste, their experimental combustion was carried out, technologies for granulation and further use were developed. For the preparation of granules, the following are used: coal enrichment waste, marble chips for binding sulfur oxides, and for the formation of granules in order to prevent ”smearing” of dust preparation equipment, bitumen emulsion is added.

In the work [11] modern technologies for obtaining coal-water fuel from coal enrichment waste are considered and are being developed mainly in three directions: using wet grinding vibratory mills, using cavitation devices, hydraulic shock technologies based on disintegrators and rotary pulse devices.

The work [12] presents studies that the company OJSC Irkutskenergo is currently developing in the areas of using waste from enriching Cheremkhovo coals. One of the promising areas is the preparation and combustion of water-coal fuel.

In the work [13] a computer modeling of

coal combustion technology in an oxygen-enriched environment is presented. Determination of the degree of burnout, volatile substances and NO formation. A computer model CFD (Computational Fluid Dynamic) of oxy-coal combustion technology has been developed to study the process of coal combustion in an oxygen-enriched environment.

The work [14] shows the development of the structure of a vacuum-technological line for the production of environmentally friendly, energy-efficient fuel obtained from raw materials of organic origin, in particular, peat and coal.

A review of the work shows that insufficient attention has been paid to issues of involving substandard coal fines in production, including through enrichment and briquetting, which demonstrates the relevance of this area.

**Materials and Methods.** The coals of the Ekibastuz basin were selected for the study. Six coal seams of working capacity have been identified in the Ekibastuz basin, of which seams 6 and 5 are confined to the Ashlyarik suite, and the rest are confined to the Ekibastuz. The seams of the Ekibastuz suite are industrial and under development. The coals of the basin are hard, humus, highly mineralized, and are characterized by a complex substance-mineralogical composition. The ash content of the coals is very high and reaches 40-49%.

The Ekibastuz coal basin is developed by an open-pit method, which in turn has a negative impact on the environmental situation in the region. Polluting factors here are stripping operations and waste dumps after them. One of the most severe polluting factors is the wind blowing of coal dust and fines from open-pit coal mines and waste dumps. The essence of the idea is to obtain briquettes from fine coal and dust of high-ash coals of the Ekibastuz deposit with the possibility of subsequent coking by increasing the carbon content, i.e. the calorific value. One of the problems of briquetting at the moment is the impossibility of obtaining briquettes without adding non-combustible binders, which, in turn, will again increase the already high ash content of the briquettes. As a solution, the possibility of obtaining processed organic waste products of cattle or some by-products of oil distillation as a binder, which are combustible substances and will not reduce the percentage of the calorific value of the briquette, is being considered.

Coals can be considered as a specific hydrated amorphous polymer of irregular structure. Its properties are largely determined by colloidal swelling processes. Briquetting of such substances should be presented as a complex multi-stage process of forming a strong autohesive complex due to high pressing pressures. There are several hypotheses about the mechanism of coal briquettes formation.

Colloid hypothesis. According to this hypothesis, the briquetting of coals is estimated from the position of molecular forces. The basis is the mechanism of interaction between coal particles in the presence of water and without it. According to this hypothesis, the formation of briquettes is explained by the action of cohesive forces.

Bitumen hypothesis. According to the bitumen hypothesis, coal briquetting is presented as a process similar to briquetting of minerals with a binder. It is believed that the role of binders is played by bitumens contained in coals. Coal bitumens are products of the decomposition of resins, waxes and fatty acids. They consist of a mixture of hydrocarbons, alcohols, acids and ethers. The bitumen content in young coals is 10–20%. Bitumens melt at a temperature close to 90 °C. In the molten state, bitumens have good adhesive properties. When cooled, they solidify and acquire a fairly high strength.

The total surface area ($cm^2$) of crushed grains in one briquette can be calculated as follows:

$$S_v = Sa, \tag{1}$$

where S - surface of particles obtained from crushing one grain, $cm^2$; $a$ - number of grains in a briquette.

$$S = \frac{\pi D^3}{d} \tag{2}$$

where **D** – average grain size before crushing, cm;

$d$ – average grain size after crushing, cm.

$$a = \frac{6M}{\pi D^3 \gamma} \quad (3)$$

where $M$ – briquette weight, g;

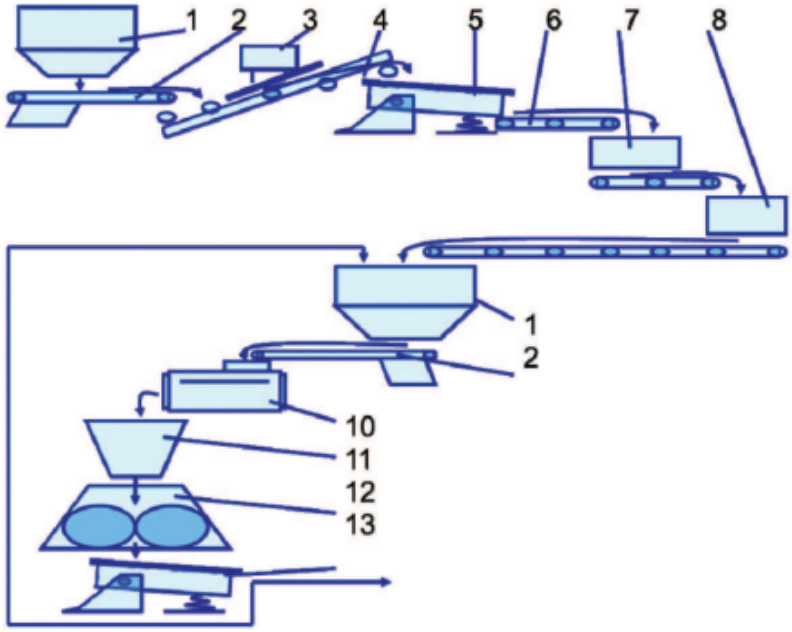
$\gamma$ – bulk density of briquette, g/cm$^3$.

Substituting the corresponding values of S and $a$ into formula (1), we obtain

$$S_v = \frac{6M}{d\gamma} \quad (4)$$

**Results and Discussion.** Of great importance is the uniform distribution of elementary size classes in the briquette charge. It is achieved by choosing a technological scheme for coal classification and the corresponding equipment design. Briquettes have maximum strength with the following ratio of classes of the briquetting mixture: 0–1 mm about 50%, 1–2 mm – 40–45% and 2–4 mm –5–10%. Dust particles (less than 0.2 mm) have a negative effect on briquetting. Their content should not exceed 8–10%.

The size of the coal determines the total surface area of the particles of the briquetted mass. The more developed this surface area is, the greater the number of particle contacts inside the briquettes and the more intense the action of molecular adhesion forces. The increase in the total surface area of the grains can be achieved by crushing. Briquettes made of fine coal have fewer internal defects, a higher packing density, and better plasticity of the briquetted mass. Hence, a more uniform distribution of pressure throughout the entire volume of the briquettes. The optimal size, which ensures sufficiently high strength of the briquettes, is within 0–2 mm. The technological scheme of coal briquettes production is shown in Figure 3.




*1 - receiving bin, 2 - electrovibration feeder, 3 - lifting magnet, 4 - belt conveyor, 5 – screen, 6 - belt conveyor, 7 - roller crusher, 8 - hammer crusher, 9 - belt conveyor, 10 – mixer, 11 - hopper with screw feeder, 12 - roller press, 13 - screen*

**Fig. 3 - Flow chart of coal briquettes production**

The quality of briquettes is significantly affected by the distribution of moisture in individual classes. Small particles of coal give up their moisture faster and easier during drying than larger grains. Therefore, to achieve high strength of briquettes, it is necessary to ensure a minimum moisture

difference between small and large grains. The moisture difference is affected by the speed and method of drying the coal, the difference in the sizes of the largest and smallest particles of the material, and the nature of the coal. It is important to take into account the uneven distribution of moisture in large grains. After drying, moisture evaporates only from the surface, lingering in the deep areas.

**Fig. 4 - Sample of a briquette obtained in a semi-industrial plant**

**Fig. 5 - Pilot plant for briquette production**

The pressing factor is the most important for obtaining strong briquettes. When pressing, under the action of mechanical pressure, brown coal is compressed all around to form a lump product - a briquette. The briquetted material (dry coal) can be considered as a three-phase system: solid, liquid and gas. The gaseous phase is the air in the pores of the coal and the spaces between individual grains.

The bulk of the air is easily removed during the pressing process. Only a small amount of it remains in the pressed coal, weakening the structure of the briquette. Therefore, during the pressing process, maximum air removal is necessary through the appropriate gaps of the pressing devices. A sample of a briquette obtained in a semi-industrial plant is shown in Figure 4.

Before pressure is applied, coal particles contact each other at individual points. With the application of pressure, point contacts become weak surface contacts, and at maximum pressing force, they become strong bonds of molecular adhesion forces. As pressure increases, the entire mass of coal being briquetted is sequentially drawn into the contact zone. The formation of the briquettes' structure is accompanied by deformation of the coal in the press channel and after the briquettes exit it. The deformation of the first period is irreversible or residual, and of the second period it is reversible or elastic.

The technology for producing briquettes can be based on waste from coal enterprises, wood sawdust, lignin, and other industrial waste. Classic pressing technology is used in preparing briquettes. The developed process includes the stages of preliminary preparation of the initial components, mixing and transferring polymers into a plastic state, and molding briquettes using the viscous flow of the mass into molding strains. The pilot plant for producing briquettes is shown in Figure 5.

Experiments were conducted to determine the physical and technical characteristics of the briquettes depending on the conditions of their preparation.

Table 1 shows that the amount of binder plays an important role in the formation of the strength of the briquettes, which increases as the binder increases. If we compare the strength of the briquettes with and without a binder, we see that regardless of the drying temperature, the strength of the briquettes increases by 1.5 times with the introduction of a binder into the briquette.

**Table 1 - Physicochemical properties of the briquette depending on the input factors**

| Samples | Drying temperature, °C | Mass of binder, % | Calorific value, MJ/kg | Ash content, % | Humidity, % | Durability, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25 | - | 30,6 | 1,9 | 14,2 | 32,2 |
| 2 | 25 | 5 | 28,2 | 3,4 | 15,3 | 54,1 |
| 3 | 60 | - | 28,5 | 2,3 | 10,2 | 34,5 |
| 4 | 60 | 5 | 27,8 | 3,1 | 11,4 | 52,8 |
| 5 | 60 | 10 | 27,3 | 4,1 | 12,8 | 60,1 |
| 6 | 100 | - | 29,1 | 3,1 | 8,3 | 23,4 |
| 7 | 100 | 5 | 27,5 | 2,1 | 9,5 | 45,7 |
| 8 | 100 | 10 | 27,3 | 2,6 | 11,2 | 64,7 |

It is evident from Table 1 that the binder level has a significant effect on all combustion properties studied. Increasing the binder level decreases the calorific value. This is expected due to the decrease in the proportion of semi-coke, which significantly contributes to the overall calorific value of the mixture. It is also observed that the ash content increases at drying temperatures from 25 to 600 °C, then decreases at drying at 1000 °C, indicating that the lignosulfonate has inorganic volatiles that are not combustible.

In an attempt to characterize the interactions occurring between the lignosulfonate binder and the fine coal particles, we can assume the following

interaction mechanism. As preliminary observations show, direct interactions between coal particles and lignosulfonate particles in the granule are not observed with simple mechanical mixing, but interactions occur through the surfactants of the lignosulfonate and the coal surface.

Larger particles in the coal lead to adhesion between adjacent particles. In addition, the presence of moisture enhances the activity of surfactants. Lignosulfonates can act as a surfactant molecules with spherical structures (micelles), where sulfonic acid and carboxylic acid groups are located mainly on the surface of the hydrophobic hydrocarbon core. These functional groups are available for interaction, especially in the presence of surface moisture.

Study of adhesive-cohesive properties of petroleum pitch as a binder

Coal, enrichment and binding fractions enter the mixer from the dispenser in strictly calculated proportions. The purpose of mixing this batch is to maximize their averaging among themselves and to envelop the surfaces of coal and enrichment particles with a thin molten film of petroleum pitch (binder).

Mixing of briquette masses is the first stage of manifestation of adhesive interaction of components and homogenization of the system. The entire complex of adhesive phenomena is the result of manifestation of molecular interaction: from weak van der Waals forces to hydrogen bonds of chemical nature. To calculate the theoretical bond strength for any molecular forces Fm, one can use the transformed Morse equation [15, 16]:

$$Fm = \frac{bD}{2}$$

where b – constant associated with the magnitude of the amplitude of oscillation of interacting particles;

*D* – bond dissociation energy.

The formation of a particular type of bond is determined by its activation energy. Low activation energy is characteristic of molecular adhesion, which is carried out under the influence of Van der Waals forces, as well as adhesion due to the formation of hydrogen bonds through functional groups located on the surface of particles and in the binding groups.

The most important thermodynamic characteristic of adhesion in the briquette composition is the wettability of the substrate by the adhesive and the surface tension at the phase boundary. The particles of coal and enrichment remain permanently solid during the mixing process, so for the sake of convenience we will call them the base.

In contrast, petroleum pitch, being initially a powder composite, will become a liquid wetting binder during the mixing process under the influence of externally introduced temperature into the working cavity of the mixer. Therefore, petroleum pitch is further called the binder.

The work of wetting the solid surface of the base (substrate) by the binder can be expressed by the Dupre equation

$$W_a = \sigma_{tg} + \sigma_{jg} - \sigma_{tj}$$

where $W_a$ – reversible work, H/m;

$\sigma_{tg}$, $\sigma_{jg}$, $\sigma_{tj}$ – surface tension at the liquid-gas interface, H/m.

The equilibrium condition for drops of a binder on a solid surface, expressing Young' s equality

$$\delta_{tg} = \delta_{tj} + \delta_{jg}\cos\varphi$$

The present equation with the Dupre equation can be transformed into the Dupre-Young equality.

$$W_a = \sigma_{jg}(1 - \cos\varphi)$$

where φ – contact angle.

From the Young equation we can derive

$$\cos\varphi = \frac{\sigma_{tg} - \sigma_{tj}}{\sigma_{jg}}$$

In order to achieve comparability in the assessment of adhesive activity, several bases must meet the conditions $\sigma_{jg}$ = const, then *Wa = f(cosφ).*

In this case, the adhesion work will be a function of one variable – the contact angle. This is achieved by using the same adhesive for all base samples, i.e. the same binder (petroleum pitch).

For the adhesion to be high enough, the condition must be met:

$$\sigma_{tg} > \sigma_{jg} + \sigma_{tj}$$

When wetting the base surface with a binder $s\varphi > 0$, and $\varphi < 900$, in the absence of wetting φ > 900.

Adhesive interaction phenomena can be attributed to relatively low-temperature processes. The bonds formed in this case are characterized by low interaction energy: 4.2 kJ/mol for Van der Waals forces, 21 ÷ 42 kJ/mol for hydrogen bonds. At the same time, the formation of chemical bonds in the so-called adhesive-substrate ”cross-linking” reactions have an interaction energy 15 ÷ 20 times higher and are possible in the process of compaction of the hot briquette mass. Only this type of reaction leads to the formation of the composite structure.

However, the structure of the contact layer is generated in the process of adhesive interaction, the compaction process (pressing) only completes the previously formed system. The presence of various adhesion defects (unfilled pores, unwetted areas, cracks, air inclusions, etc.) are potential sources of local stress and destruction of the briquette structure.

Maximum enveloping (wetting) of the base with a binder is the most important task of mixing. Of course, the most favorable course of this process would be the spontaneous entry of the binder into the pores of the base particles. The depth h of spontaneous penetration of the liquid phase into the pores under the action of capillary forces (at a contact angle of wetting φ < 900) is determined by the equation:

$$h = \frac{2\sigma_{jg}\cos\varphi}{\rho r g}$$

where $\sigma_{jg}$ – surface tension of the binder H/m;

$r$ – pore radius, m;

$g$ – acceleration of gravity, m/s$^2$.

Using the Poiseuille equation for a laminar flowing liquid of viscosity μ, one can calculate the time τ required for the binder to pass into a capillary of radius r to a depth h. The flow velocity of the liquid w is equal to:

$$w = \frac{\Delta P_k}{h} \cdot \frac{r^2}{8\mu}$$

If $\tau = h/w$ the value of capillary pressure from the Laplace equation:

Calculations using these formulas show that the process of spontaneous impregnation of the base with a binder is very long (up to 4 hours or more). This process can be accelerated by almost an order of magnitude when the contact angle is reduced from 800 to 100.

Pores up to 0.2 mm are completely filled with the binder due to capillary forces (taking into account the maximum grain size of the base of 1.2 mm). It should be taken into account, however, that in the case of a dead-end pore (the mixture borders the walls of the molding tooling), the action of the capillary forces will be inhibited due to the counterpressure created in the pore itself. If in a pore of length $l_0$ part of its length l is occupied by the binder, then in the free part the air pressure will be

$$\Delta^1 = \frac{l_0}{l_0 - l}$$

The condition of equilibrium of the capillary process will be equality

$$\Delta^1 = \Delta\frac{l_0}{l_0 - l} = \frac{2\sigma_{jg}s\varphi}{r}$$

Where does the depth of penetration of the binder into the dead-end pore under the action of capillary forces amount to

$$l = l_0\left(\frac{1 - r}{2\sigma_{jg}s\varphi}\right)$$

That is, it is determined by the surface tension of the binder, the wetting angle, the radius and length of the pores. It is obvious that for maximum filling of the pores it is necessary

$$\left(\frac{1-r}{2\sigma_{jg}s\varphi}\right) \to 1 \vee \left(\frac{r}{2\sigma_{jg}s\varphi}\right) \to 0$$

For pores, this condition is satisfied when φ → 0, $\sigma_{jg}$ → max. In real mixers, these conditions are achieved by additional pressure ΔP created by the screw turns or mixer blades. In this case, the total pressure in the capillary will be

$$P = \Delta P_k + \Delta P$$

If the value of P is insufficient to squeeze air out of a dead-end pore, it may remain unfilled even in the finished briquette. The nature of filling a narrowing-expanding pore connected by a neck is somewhat different. In the real structure of the base, this geometry of pores is more common than pores of the correct geometric shape.

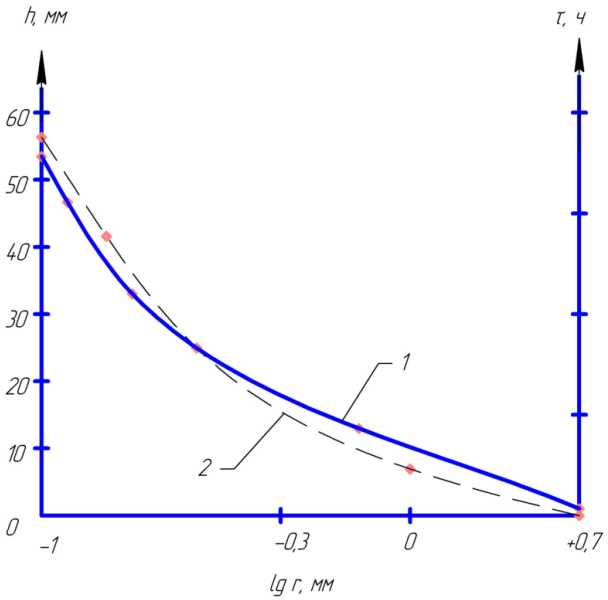



**Fig. 6 - Dependence of the height (row 1) and time (row 2) of the capillary rise of the binder on the pore diameter**

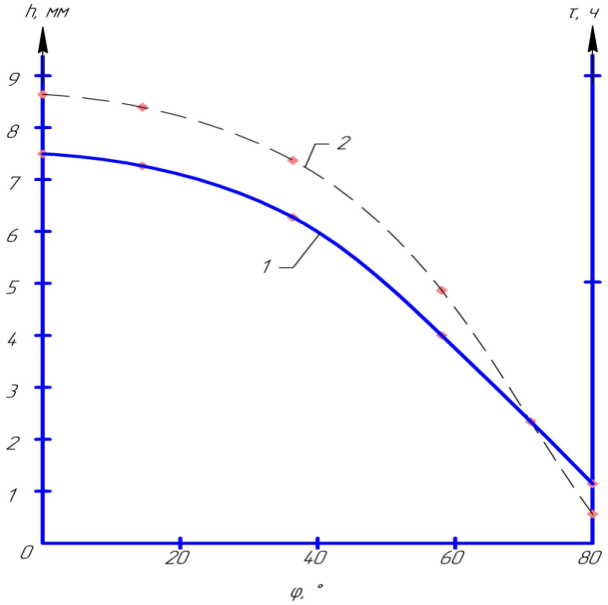



**Fig. 7 - Dependence of the height (1) and time (2) of the capillary rise of the binder on the wetting angle of the base by the binder**

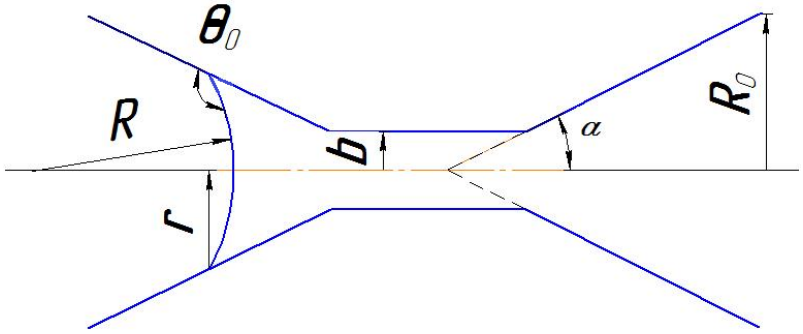



**Figure 8 – Schematic of a narrowing - expanding pore**

The pressure of the binder in this case is also determined by the Laplace equation. In a narrowing drop, the radius of curvature of the meniscus R, will be equal to

$$R = \frac{r}{\cos(\varphi + \alpha)}$$

In the expanding part, the angle α has a minus sign. Accordingly, the capillary pressure in the converging (+α) and expanding (−α) parts will be

$$\Delta P_k = \frac{2\sigma_{jg}\cos(\varphi \pm \alpha)}{r}$$

In the connecting neck

$$\Delta P_k = \frac{2\sigma_{jg}\cos\varphi}{r}$$

The mixing process takes place in a temperature range 140 ÷ 180 $^0$C, at the same time $\varphi \approx 90 \pm 10^0$. From the given equations it is easy to establish that the greatest negative pressure preventing the penetration of liquid into the pore is created when the conical part of the narrowing pore passes into the neck. This pressure can be called the "breakdown pressure". Exceeding it allows one to overcome the "narrow" section beyond which the binder fills the pore. This condition is achieved by creating additional pressure in the mixer itself or by achieving the wetting condition, when $\varphi \ll 90^0 + \alpha$.

The interaction of soot dust particles (enrichment agent) with the liquid phase of the binder is also associated with capillary phenomena in briquette compositions. Let there be a thin layer of wetting liquid between two closely located solid soot particles.

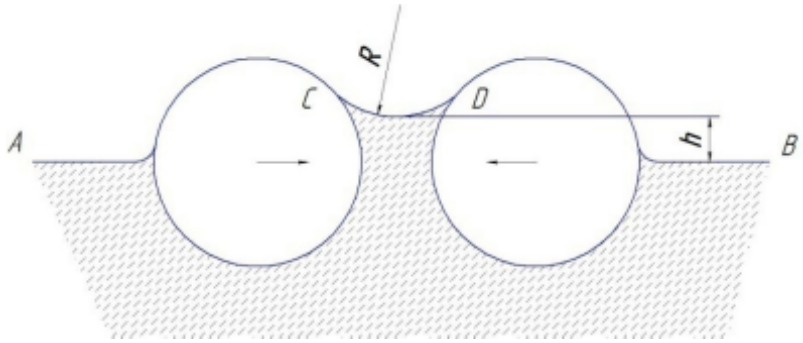



**Fig. 9 - Movement of two particles on the surface of a liquid**

The surface of the liquid, due to capillary phenomena, acquires a concave shape, raised above the level AB to a height h. Then, according to Laplace' s law, there will be a negative pressure between the particles in the liquid, equal to

$$P = \frac{-2\sigma_{jg}\cos\varphi}{r}$$

In this case, atmospheric pressure will act on the outer surfaces of the particles, and below atmospheric pressure on the inner surfaces (below CD), which will lead to the particles coming closer together. Thus, a closed film of dust particles is formed on the surface of the liquid. The smaller the diameter of the dust particles, the stronger the forces holding them. The wetting ability of a drop of binder covered with a film is extremely low, which inhibits the processes of capillary penetration of the binder into the pores of the base particles. The filler and binder have a mutual influence in the composition of the briquette composition. By adsorbing on the surface of the filler particles, the molecules of petroleum pitch increase the effective diameter of the particles, which entails an increase in the volume concentration of the filler. According to the Einstein formula for diluted suspensions, with an apparent increase in the volume fraction C of solid spherical particles, the viscosity μ increases according to the formula

$$\mu = \mu_0(1 + 2,5C)$$

where $\mu_0$ – viscosity at C = 0.

For concentrated systems according to the Gutman formula

$$\mu = \mu_0(1 + 2,5C + 14,1C^2)$$

For very high concentrations the formula is recommended

$$\frac{\mu}{\mu_0} = 2,5(1 - \varepsilon C)$$

where $\varepsilon$ – coefficient depending on the filler concentration

Viscosity is associated with the phenomenon of filler sedimentation in the liquid phase of the binder. The resistance force experienced by a solid spherical particle of radius r when moving in a viscous liquid is determined by Stokes' law

$$F = 6\pi r \mu w$$

The maximum speed of a small ball falling in a viscous liquid is found using a well-known formula in physics, which follows from Stokes' law:

$$w_{pr} = \frac{\frac{2}{9} r^2 g \left(\rho^1 - \rho\right)}{\mu}$$

where $\rho^1, \rho$ – particle and liquid density.

Using this formula, we calculated the dependence of the settling rate of coal particles, anode dust in petroleum pitch at 170 – 200 $^0$C.

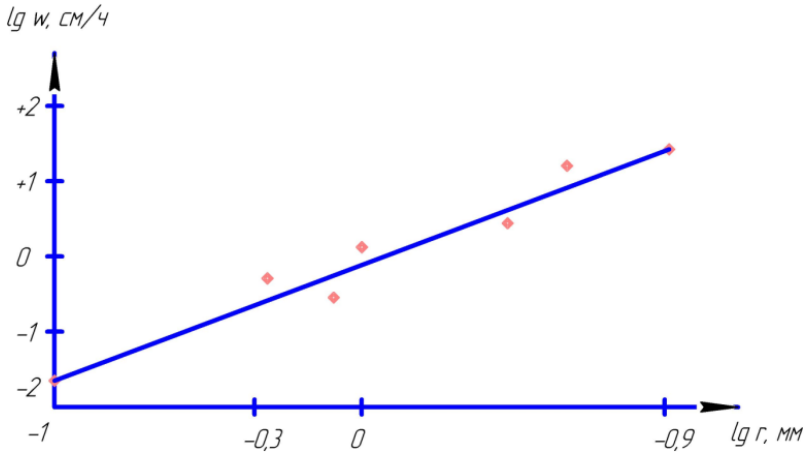



**Fig. 10 - Dependence of the settling velocity of particles with a radius of 0.1 ÷ 8 mm in petroleum pitch**

In the experiments, for greater clarity, a wider range of particle sizes was taken from 0.2 to 16 mm, although in the briquette mass the granulometry of coal is from 0.8 to 1.2 mm, and that of anode dust is from 0.2 to 0.4 mm.

Thus, with an increase in the particle radius from 0.1 to 8 mm, the settling rate increases from 0.024 to 118 cm/h. Let us further recalculate the viscosity of the binder to the viscosity of the filled system using the Gutman formula. Let us take the volume fraction of the filler as 0.72, while the viscosity of the composition will be an order of magnitude higher than the viscosity of the binder. Accordingly, the settling rate will also decrease by an order of magnitude to 0.0024 ÷ 11.8 cm/h.

The stability of the masses against sedimentation is a determining factor for maintaining the specified recipe in the liquid phase of the briquettes. The temperature dependence of viscosity, according to the Frenkel-Eyring theory, is determined by the expression:

$$\mu = Ae^{\frac{\Delta G}{RT}}$$

where A – constant;

G – free energy of activation of viscous flow;

R – gas constant.

This dependence is generally valid for the briquette mass. It is evident from the equation that with an increase in temperature T, the viscosity of the system decreases and with a large overheating, sedimentation can reach significant values.

Based on the theoretical studies outlined above, we investigated the adhesion processes in briquette compositions, namely, the adsorption of petroleum pitch by the surface of a coal grain, the wetting of the coal substrate with a drop of pitch, as well as the influence of various factors on adhesion in the specified systems.

The dependence of the adsorption capacity of dispersed base powders on their specific surface is shown in Figure 11, and on the grain size in Figure 12.

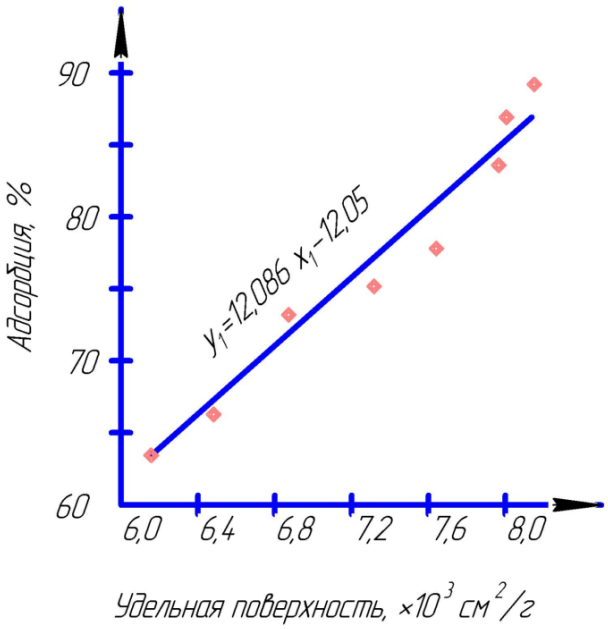



**Fig. 11 - Dependence of the adsorption capacity of powders on their specific surface area**

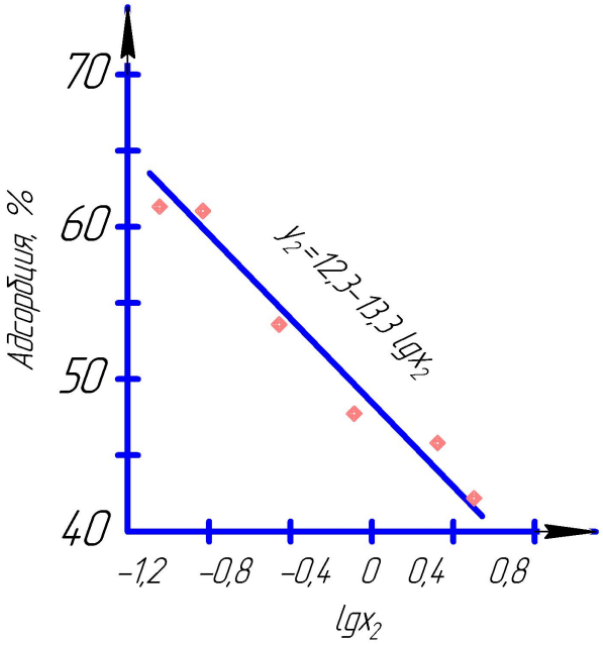



**Fig. 12 - Dependence of adsorption capacity of powders on particle size**

Evaluation of the quality of mixing of briquette mass

Preparation of briquette mass consists of two closely related processes: mixing (averaging) itself and physical and chemical processes of interaction of all components of the briquette composition. These processes are often superimposed on each other, and partially proceed sequentially.

To evaluate the qualitative side of the mixing process, one of the important indicators is the degree of homogenization of the mixed mass. In the limit, a completely homogenized mass should have the same component and grain composition in any macrovolumes. Therefore, the measure for evaluating the mixer' s operation is the standard deviation of the sample composition taken after a certain mixing time, or the degree of mixing, expressing the ratio of the actual deviation of a particular component of the mixture to the theoretical standard deviation of an ideally mixed mixture. The latter indicator, in the limit equal to 1 (or 100%), is more visual for evaluating the characteristics of the mixer' s operation.

Consequently, the evaluation of the quality of mixing can be partially carried out from the standpoint of statistical distribution parameters. There are dozens of formulas for quantitatively evaluating the distribution of mixed components in the final products. The coefficient of heterogeneity (variation) has become widespread as a criterion for the quality of mixing.

$$V_c = \frac{100S}{\overline{m}} = \frac{100}{\overline{m}}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{m})^2}{n-1}}, \%$$

where S – standard deviation;

$\overline{m}$ – arithmetic mean content of the controlled

component in all samples;

n – number of samples;

$_i$—the value of random variable X in the i-th experiment.

It is advisable to evaluate the quality of mixing of masses using some control fraction of base particles (for example, 0.8–1.2 mm or 1–1.5 mm) in single samples *Ci*:

$$V_c = \frac{100S}{\overline{C}} = \frac{100}{\overline{C}}\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\overline{C}_i - \overline{C}\right)^2}, \%$$

where – arithmetic mean of the number of particles in the samples studied, %.

However, as was indicated at the beginning of this section, mechanical mixing (homogenization) in itself does not yet mean obtaining a briquette mass as a stable polycomposition. The second stage - adhesion (wetting, sorption), capillary impregnation, etc. ensure the stable formation of the finest layers at the abrasive-substrate boundary, connected by the action of van der Waals, molecular and electrostatic forces. The presence of such forces leads to the formation of a solid volumetric structure. Only after the completion of these processes does the briquette mass turn into a cohesive, loose, extremely concentrated and structurally stabilized substance. It is the spatial structure of molecular forces that gives the substance plasticity, viscosity and stability of the composition.

For a normal (Newtonian) liquid, the movement of layers is caused by an arbitrarily small force. In structured systems, as a result of the presence of a sufficiently strong continuous structural network, it is necessary to apply some force to destroy it. According to a number of studies [17 -18] , the flow of such a system begins only from the moment when the shear stress R exceeds a certain critical value Rk, necessary for the destruction of the structure formed in this system. Such a flow is called plastic, and Rk is the yield point.

In the briquette mass at operating temperatures, a viscous flow is more typical, as in a normal Newtonian fluid. In the mass of the mixture, as a result of a sharp increase in the concentration of the base, one should expect a noticeable manifestation of elastic plastic properties and the yield point, which is especially important when forming briquettes in roller presses. This is what ensures the preservation of a stable shape of the briquettes after they exit the mold cells.

Considering the complexity of the above processes, the technological assessment of the quality of mixing sand-coal masses has a number of features. It is very important to assess the completion of the main processes during mixing: homogenization, adhesive interaction, enveloping, impregnation, etc. The rheological characteristics of the masses (viscous flow and plasticity, sedimentation in the liquid phase of the binder, pressing characteristics, etc.) are also taken into account.

A study of the adhesive-cohesive properties of petroleum pitch as a binder showed that the process of mixing coal and enrichment fractions with pitch plays a key role in the formation of the structure of the briquette mass.

**Conclusion.** As a result of the theoretical analysis of the briquetting process, the mechanism of coal briquettes structure formation was established taking into account the physicochemical and structural-rheological properties of coal. The main factors influencing the coal briquetting process are: coal moisture and moisture distribution in individual classes, coal size, distribution of elementary size classes in the briquette charge, granulometric composition, pressure, duration and temperature of pressing, that is, in general, the structural-rheological and physicochemical properties of the solid phase, as well as the water content. The application of high pressure during briquetting brings the particles closer together and increases interparticle contact, which results in an attractive force between adjacent particles through weak Van der Waals forces. During this process, particle deformation causes smaller binder particles to fill the voids in the original briquette mixture.

**References**

1. Adylov CH.A. Ehkonomicheskie aspekty briketirovaniya uglei s pomoshch' yu svyazuyushchikh rastitel' nogo proiskhozhdeniya // Nauka. Obrazovanie. Tekhnika. - 2017. - No. 1. - P. 14-18. [In Russian]

2. Ismanzhanov A.I., Dzholdosheva T.Dzh., Adylov CH.A. Optimizatsiya tekhnologii briketirovaniya uglei s produktami pererabotki biomassy metodom matematicheskogo planirovaniya ehksperimenta // Nauka. Obrazovanie. Tekhnika. - 2016. - No. 1. - P. 5-10. [In Russian]

3. Baiseitov M., Tulepov A., Zhapekova A. i dr. Sintez ugol' nykh briketov v matritse polivinilkhlorida // Promyshlennost' Kazakhstana. - 2020. - No. 1. - P. 34-36. [In Russian]

4. Baiseitov D., Tulepov M., Gabdrashova SH. i dr. Povyshenie kaloriinosti i teplotvornoi sposobnosti ugol' nykh briketov sostavov // Promyshlennost' Kazakhstana. - 2020. - No. 1. - P. 30-33. [In Russian]

5. Yusupov S.K., Ehshmetov I.D., Bekturdiev G.M. i dr. Modifitsirovannyi svyazuyushchii dlya briketirovaniya uglya // Universum. - 2019. - No. 12. - P. 86-90. [In Russian]

6. Kuskov V.B., Skripchenko E.V., Kalashnikova V.YU. Razrabotka tekhnologii polucheniya toplivnykh briketov iz malovostrebovannogo uglerodsoderzhashchego syr' ya // Zapiski Gornogo instituta. - 2012. - Vol. 196. - P. 147-149. [In Russian]

7. Drizhd N.A., Dauletzhanov A.ZH., Dauletzhanova ZH.T. i dr. Issledovanie kachestva toplivnykh briketov iz Shubarkol' skogo uglya // Gornyi zhurnal Kazakhstana. - 2021. - No. 9. - P. 44-49. [In Russian]

8. Loginov D.A., Chernykh A.P., Islamov S.R. Ehksperimental' noe issledovanie vliyaniya davleniya na protsess polukoksovaniya burogo uglya // Khimiya tverdogo topliva. - 2021. - No. 2. -P. 67-70. [In Russian]

9. Drizhd N.A., Dauletzhanova Zh.T., ,Zamaliyev N.M., Dauletzhanov A.Zh. Influence of technological process parameters on qualitative characteristics of coal thermolysis products // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – No.1 P. 39-46 DOI 10.33271/nvngu/2021-1/039

10. Abdrakhmanov Ye.S. Thermal capacity of enriched fuel briquets produced from the fine of ekibastuz coal // Solid State Phenomena. – 2018 (Volume 284) P. 731-736 DOI 10.4028/www.scientific.net/SSP.284.731

11. Fufaeva M.S., Manzhay V.N. Primenenie kriogelei dlya polucheniya toplivnykh briketov iz melkodispersnykh uglerodsoderzhashchikh otkhodov // Khimiya tverdogo topliva. - 2023. - No. 2-3. -P. 5-10.DOI /10.31857/S0023117723020032 [In Russian]

12. Buravchuk N.I., Guryanova O.V. Issledovanie vodostoikosti toplivnykh briketov. - 2023. - No. 5. -P. 38-42 DOI 10.31857/S002311772305002X[In Russian]

13. Alvarez L., Gharebaghi M., Jones J.M., Pourkashanian M., Williams A., Riaza J., Pevida C., Pis J.J., Rubiera F. CFD modeling of oxy-coal combustion: Prediction of burnout, volatile and NO precursors release [Text]: scientific publication / L. Alvarez [et al.] // Appl. Energy. –Vol 104.– 2013. – P. 653–665 DOI 10.1016/j.apenergy.2012.11.058

14. Ukhichev, A. S. Liniya ehnergeticheskogo obogashcheniya toplivnogo syr' ya v vakuume: nauchnoe izdanie // Nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya s uchastiem zarubezhnykh spetsialistov «Vakuumnaya nauka i tekhnikA». – M., 2012. – P. 62–63. [In Russian]

15. Popov E.M. Issledovanie neftyanykh bitumov Ukrainy kak svyazuyushchikh pri briketirovanii kamennogo uglya: dis. … kand. tekhn. nauk. – Kiev: Institut uglekhimii NAN Ukrainy, 1958. – 135 p. [In Russian]

16. Ozhegov V.V. Briketirovanie poleznykh iskopaemykh. – M.: Nedra, 2011. – 304 p. [In Russian]

17. Ozerov A.V. Razrabotka tekhnologii briketirovaniya silikatnogo flyusa i vybor ratsional' nogo

svyazuyushchego dlya briketirovaniya medno-nikelevogo kontsentrata: dis. … kand. tekhn. nauk. -Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskii gornyi universitet, 2017. – 152 p. [In Russian]

18. Abdrakhmanov, Y., Bogomolov, A., Bykov, P., Kuandikov, A. Thermal capacity of enriched fuel briquets produced from the fine of ekibastus coaL // International Journal of Engineering Technologies and Management Research - 2017, No. 4(9), P. 49–64. DOI 10.29121/ijetmr.v4.i9.2017.99

***Information about the authors***

Abdrakhmanov Ye.S. - Candidate of Technical Sciences, professor, Toraighyrov university, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: erai1512@mail.ru;

Temirtas Kh.B. - assistant, Toraighyrov university, Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: xamit1797@gmail.com;

Yermagambet B.T. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of KazNAEN, Project Manager, Chief Researcher, Director of LLP ”Institute of Coal Chemistry and Technology”, Astana, Kazakhstan, e-mail: bake.yer@mail.ru;

Kassenova Zh.M. - Candidate of Chemical Sciences (PhD), Leading Researcher, Deputy Director of LLP ”Institute of Coal Chemistry and Technology”, Astana, Kazakhstan, e-mail: zhanar_k_68@mail.ru;

Dauletzhanova Zh.T. - PhD, Associate Professor, Kazhach University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: kaliyeva_zhanna@mail.ru;

Kazankapova M.K. - PhD in Philosophy, Associate Professor, Corresponding Member of KazNAEN, Leading Researcher, Head of Laboratory of LLP ”Institute of Coal Chemistry and Technology”, Astana, Kazakhstan, e-mail: maira_1986@mail.ru;

Akimbekov N.S - PhD, Professor, Research Institute of “Sustainability of Ecology and Bioresources”, Almaty, Kazakhstan, e-mail: akimbeknur@gmail.com;

Tastambek K.T.– PhD, director, SRI Sustainability of ecology and bioresources, Al-Farabi Kazakh National University,Almaty, Kazakhstan, e-mail: kuanysh.tastambek@kaznu.edu.kz

***Сведения об авторах***

Абдрахманов Е.С. - к.т.н., профессор, Торайгыров Университет, Павлодар, Казахстан. e-mail: erai1512@mail.ru;

Теміртас Х.Б. – ассистент, Торайгыров Университет, Павлодар, Казахстан. e-mail: xamit1797@gmail.com;

Ермагамбет Б.Т. - доктор химических наук, профессор, академик КазНАЕН, руководитель проекта, главный научный сотрудник, директор ТОО «Институт химии и технологии угля», Астана, Казахстан, e-mail: bake.yer@mail.ru;

Касенова Ж.М. – кандидат химических наук (PhD), ведущий научный сотрудник, заместитель директора ТОО «Институт химии и технологии угля», Астана, Казахстан, e-mail: zhanar_k_68@mail.ru;

Даулетжанова Ж.Т.- PhD, ассоциированный профессор,Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: kaliyeva_zhanna@mail.ru;

Казанкапова М.К.-PhD, ассоциированный профессор, чл.-корр. КазНАЕН, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией ТОО «Институт химии и технологии угля», Астана, Казахстан, e-mail: maira_1986@mail.ru;

Акимбеков Н.Ш. - PhD, профессор, НИИ «Устойчивости экологии и биоресурсов», КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: akimbeknur@gmail.com;

Тастамбек К.Т. - PhD, директор НИИ «Устойчивости экологии и биоресурсов», КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, email: kuanysh.tastambek@kaznu.edu.kz

МРНТИ 52.31.29 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-705**

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ПОИСКОВАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ УЧАСТКА ОРДАБАСЫ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ НА МЕДНУЮ РУДУ И ПОПУТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

**А.Т. Тұрғали, Қ.Ә. Қожахмет, А.Г. Гусманова**

*Каспийский университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан*

*Корреспондент- автор: aiman.tt@mail.ru*

В данной статье исследуется геологическая и поисковая характеристика участка Ордабасы с акцентом на поисково-оценочные работы по медной руде и сопутствующим компонентам. Площадь исследования составляет 15 км$^2$, и, хотя участок проявляет перспективность, окончательная оценка не была проведена из-за недостатка поисково-оценочных работ для формирования промышленных запасов меди и сопутствующих компонентов, при этом прогнозные ресурсы классифицируются по категории Р3. Первоначальные геологические исследования данной территории проводились в 1938-1946 годах и были связаны с изучением Атасуйских железорудных месторождений. В ходе этих работ были составлены геологические карты северной части Атасуйского рудного поля, а также геоморфологические карты и карты окрестностей Малого Ктая. Впервые в регионе выделены горизонты нижнего девона: каражирикский, прибалхашский и сарджальский. Также была фаунистически охарактеризована тектурмасская свита кембрия, а допалеозойские отложения разделены на свиты и пачки. Определены перспективы на золото, медь и полиметаллы, а в фаменских отложениях установлены фации, потенциально перспективные для поиска свинцово-цинковых руд стратиформного типа. На основе обширных картографических и поисковых работ были построены карты допалеозойских образований, дробно расчленены отложения франского, фаменского ярусов и нижнетурнейских отложений с выделением мелководных и глубоководных фаций. Проведено геохимическое исследование района, выявлены новые проявления рудной минерализации, что обосновало необходимость оценки глубоких горизонтов медного месторождения Успенское. Поисковые работы осуществлялись как в процессе геолого-съемочных работ, так и в ходе специализированных поисков, что привело к выявлению редкометалльной и медной минерализации, связанной с малой линейной интрузией гранитов. Выделена значительная площадь минерализованных пород, что стало основанием для продолжения поисковых работ на участке Просторненский. Оценка оруденения проводилась с использованием различных методов, включая магниторазведку и электроразведку. На площади также обнаружены геофизические аномалии, связанные с эндо-экзоконтактом гранитоидов Просторненского массива и осадочных пород нижнего силура. Большинство этих аномалий изучено недостаточно или не проверено вовсе.

**Ключевые слова:** геологическая изученность, руда, тектоника, геологическое развитие, геофизика, аномалия, медь.

# МЫС КЕНІ МЕН ІЛЕСПЕ КОМПОНЕНТТЕРГЕ ІЗДЕУ-БАҒАЛАУ ЖҰМЫСТАРЫ МАҚСАТЫНДА ОРДАБАСЫ УЧАСКЕСІНІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ІЗДЕСТІРУ ЗЕРДЕЛЕНУІ

**А.Т.Тұрғали, Қ.Ә. Қожахмет, А.Г. Гусманова**

*Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан, e-mail: aiman.tt@mail.ru*

Бұл мақалада Ордабасы учаскесінің геологиялық және іздестіру сипаттамасы зерттеліп, мыс кені мен ілеспе компоненттер бойынша іздестіру-бағалау жұмыстарына екпін қойылады. Зерттеу алаңы 15 шаршы километр құрайды және телім көріністі болғанымен, мыс пен онымен байланысты компоненттердің өндірістік қорларын қалыптастыру үшін іздеу-бағалау жұмыстарының болмауына байланысты түпкілікті бағалау жүргізілмеген, болжамды ресурстар Р3 санатына жатқызылған. Бұл аумақтың

алғашқы геологиялық зерттеулері 1938-1946 жылдары жүргізілді және Атасу темір кен орындарын зерттеумен байланысты болды. Осы жұмыстар барысында Атасу кен алқабының солтүстік бөлігінің геологиялық карталары, сондай-ақ, Кіші Ктай маңындағы геоморфологиялық карталары жасалды. Өңірде алғаш рет төменгі девонның көкжиектері бөлінді: қаражирик, Балқаш және сарджал. Кембрий Тектурмас формациясы да фауналық сипатта болды, ал палеозойға дейінгі шөгінділер формациялар мен пакеттерге бөлінді. Алтын, мыс және полиметалдар үшін болашақ көрініс анықталды, ал фамен шөгінділерінде стратиформды типтегі қорғасын-мырыш кендерін іздеуге перспективалы фациялар орнатылды. Кең ауқымды картографиялық және іздеу жұмыстарының негізінде палеозойға дейінгі түзілімдердің карталары салынды, таяз және терең теңіз фацияларын бөліп көрсете отырып, франк, фамен және төменгі турнай шөгінділерінің шөгінділері бөлшектелді. Ауданға геохимиялық зерттеу жүргізілді, кен минералдануының жаңа көріністері анықталды, бұл Успенское мыс кен орнының терең көкжиектерін бағалау қажеттілігін негіздеді. Іздеу жұмыстары геологиялық-түсірілім жұмыстары барысында да, граниттердің шағын сызықтық интрузиясымен байланысты сирек металды және мыс минералдануын анықтауға алып келген мамандандырылған іздеулер барысында да жүзеге асырылды. Минералданған жыныстардың едәуір ауданы бөлінді, бұл Просторненский учаскесінде іздеу жұмыстарын жалғастыруға негіз болды. Кенденуді бағалау әртүрлі әдістерді, соның ішінде магниттік барлау мен электр барлауды қолдану арқылы жүргізілді. Алаңда сонымен қатар Просторненский массивінің гранитоидтары мен төменгі силурдың шөгінді жыныстарының эндо-экзоконтактісіне байланысты геофизикалық ауытқулар табылды. Бұл ауытқулардың көпшілігі жеткілікті зерттелмеген немесе мүлдем тексерілмеген.

**Түйін сөздер:** геологиялық зерттеу, кен, тектоника, геологиялық даму, геофизика, аномалия, мыс.

## GEOLOGICAL AND PROSPECTING STUDIES OF THE ORDABASY SITE FOR THE PURPOSE OF PROSPECTING AND EVALUATION WORKS FOR COPPER ORE AND ASSOCIATED COMPONENTS

**A.T. Turgali✉, K.A. Kozhakhmet, A.G. Gusmanova**

*Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yesenov, Aktau, Kazakhstan, e-mail: aiman.tt@mail.ru*

This article examines the geological and prospecting characteristics of the Ordabasy site with an emphasis on prospecting and evaluation work on copper ore and related components. The study area is 15 km2, and although the site shows promise, a final assessment has not been carried out due to a lack of prospecting and evaluation work to form industrial reserves of copper and related components, while the forecast resources are classified according to category P3. The initial geological studies of this area were carried out in 1938-1946 and were associated with the study of the Atasui iron ore deposits. In the course of these works, geological maps of the northern part of the Atasui ore field, as well as geomorphological maps and maps of the surroundings of the Small Altai were compiled. For the first time in the region, the horizons of the Lower Devonian are highlighted: Karazhirik, Balkhash and Sarjali. The Texturmas formation of the Cambrian was also faunistically characterized, and the Pre-Paleozoic deposits were divided into formations and bundles. Prospects for gold, copper and polymetals have been determined, and facies have been identified in the Famennian deposits that are potentially promising for the search for lead-zinc ores of the stratiform type. On the basis of extensive cartographic and prospecting work, maps of pre-Paleozoic formations were constructed, the deposits of the Fransk, Famensk tiers and Lower Turneian sediments were fractionally dissected with the allocation of shallow and deep-water facies. A geochemical study of the area was carried out, new manifestations of ore mineralization were revealed, which justified the need to assess the deep horizons of the Uspenskoye copper deposit. Prospecting was carried out both in the process of geological survey work and in the course of specialized searches, which led to the identification

of rare metal and copper mineralization associated with a small linear intrusion of granites. A significant area of mineralized rocks has been identified, which became the basis for the continuation of prospecting work at the site of the Spacious. Mineralization was assessed using various methods, including magnetic exploration and electrical exploration. Geophysical anomalies associated with the endo-exocontact of the granitoids of the Spacious massif and sedimentary rocks of the Lower Silurian were also found on the area. Most of these anomalies have not been sufficiently studied or verified at all.

**Keywords:** geological study, ore, tectonics, geological development, geophysics, anomaly, copper.

**Введение.** Медная руда является важным сырьем для многих отраслей, включая электронику, строительство и энергетическую инфраструктуру. С увеличением потребления меди и других связанных компонентов растёт необходимость в их разведке и добыче. При этом исследование попутных компонентов, таких как золото или серебро, может повысить экономическую эффективность проектов по добыче медной руды. Таким образом, геологическая и поисковая изученность участка Ордабасы в Карагандинской области Республики Казахстан является актуальной, а также сочетает в себе научную новизну и практическую значимость в свете глобальных тенденций в области ресурсов и экологии.

Исходя из этого, цель настоящей статьи заключается в исследовании геологической и поисковой характеристики участка Ордабасы, с акцентом на поисково-оценочные работы по медной руде и сопутствующим компонентам. минералогических ресурсов, включая медь, золото, полиметаллы и редкие металлы.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи.

1. Оценка геологической изученности и характеристика геологического строения района Ордабасы.

2. Анализ результатов поисково-оценочных работ, направленных на выявление медных руд и сопутствующих компонентов.

3. Обзор исторических исследований и картографических материалов, связанных с изучением участка.

4. Оценка перспективности продолжения поисковых работ на участке Ордабасы на основе полученных данных.

В контексте выполнения этих задач, научная новизна данной работы заключается в том, что в статье впервые проводится комплексная оценка геологической структуры и минерализации участка Ордабасы с акцентом на медь и редкие металлы, а также впервые систематизированы данные о потенциальных перспективах региона для разработки меди, золота и полиметаллических месторождений.

Пространственно-поисковая площадь расположена в Шетском районе Карагандинской области. Площадь работ составляет 15 км$^2$ Рассматриваемая площадь перспективна, но не получила окончательной оценки из-за недостаточного количества поисково-оценочных работ для формирования промышленных запасов меди и попутных компонентов. Имеются прогнозные ресурсы по категории $P_3$.

В своих работах В.Ф. Долгань в 1973 году [1] описал участок следующим образом, участок Ордабасы расположен на площади листа М-43-98-В. В 1973 году при ГС-50 листов М-43-98-А, Б, В, Г в пределах интрузивного массива Итольген выявлено 4 пункта меднорудной минерализации, отстоящих друг от друга на расстоянии 700-1500 метров. Оруденение локализовано в массиве позднедевонских гранодиоритов, рудная минерализация представлена зонами окварцевания и кварцевыми жилами с малахитом, борнитом, халькопиритом и молибденитом. По зонам минерализации были пройдены две канавы общей длиной 20 м и через весь интрузивный массив пройдено два профиля магнито-электроразведочных работ, в эндо- и экзоконтактах интрузии выявлены совмещенные магнито-электроразведочные аномалии. Аномалии ВП имеют интенсивность 3% на фоне 1%. В бороздовых пробах из канав содержание меди составляет 0,8-1,0%, молибдена - до 0,2-0,4 %,

висмута - до 0,02 %, серебра - 0,02 %, золота - до 0,5 г/т.

Так, Ф.В. Долганем сделаны выводы:

1. рудная минерализация приурочена к неглубоко эродированной части интрузивного массива;

2. зоны окварцевания в повышенных концентрациях содержат медь, молибден, висмут;

3. в приконтактовых частях интрузивного массива выявлены магнитные и электроразведочные аномалии, природа которых не изучалась;

4. в целом массив оценивается как перспективный на обнаружение месторождений меди, редких и благородных металлов; рекомендуется постановка поисковых геолого-геофизических работ.

**Материалы и методы.** *Геологическая изученность***.** Центральный Казахстан представляет собой регион с разнообразными залежами твердых полезных ископаемых. Здесь можно встретить залежи меди, марганца, полиметаллов, золота, угля и железной руды. Природные ресурсы способствую экономическому развитию не только региона, но и всего Казахстана в целом. Из-за этого данный регион является объектом пристального внимания ученых и геологов. Ученые активно изучают геодинамическую позицию и минералогические особенности месторождений данного региона Казахстана, что позволяет глубже понять процессы, происходившие в недрах Земли. Исследования показывают, что образование рудных тел связано с коллизией базальтовых островных дуг с континентальными плитами, что могло привести к утолщению литосферы и образованию богатых рудных тел. Так в статье Степанцева В.Г., Маката Д.К. и Савельева Н.А. (2015) представлена геодинамиечская позиция медно-порфирового меторождения Нурказган (Центральный Казахстан) [2]. В научных трудах Бекжанова Г.Р. (2012) даны предварительные предложения по соблюдению системности и стадийности при выборе направлений геологоразведочных работ на медь [3].

Сафонова И.Ю., Антонюк Р.М., Гурова А.В., Калугин В.М., Савинский И.А., Внуковский А.П., Орынбек Т.Ж. в статье «Геологическое строение и медное оруденение Тектурмасского офиолитового пояса и смежных территорий Центрального Казахстана» (2022) представили анализ ключевых этапов магматической активности, связанных с формированием месторождений и проявлений меди и других металлов [4]. Перспективы обнаружения золото-медно-полиметаллического месторождения в Шешенкаринском рудном поле в Центральном Казахстане показаны в работах Султанова Г.Д., Вихлянцева А.А. Исмаилова Х.К. (2019) [5].

Исследованиями в области оценки восполнения запасов основных полезных ископаемых занимались Гинатулин А.М., Дербас А.Н., Асанбаева У.Т. (2016). Авторами было установлено что адекватное восполнение запасов наблюдается лишь по железным рудам. В то же время, по нефти, газу, хрому, меди, цинку, свинцу, титану, алюминию, золоту, серебру, бариту и асбесту за последние десять лет не было достигнуто необходимого уровня восполнения. Добыча этих ресурсов значительно превышает приросты запасов и предполагает реализовывать ряд мероприятий, направленных на более активное привлечение капитала в разведку и добычу [6].

В результате изученности полезных ископаемых Центрального Казахстана одним из перспективных участок является месторождение Ордабасы в Карагандинской области по подсчету запасов и прогнозных ресурсов медной руды и попутных компонентов.

Первые геологические исследования площади работ 1938-1946 годах относятся к изучению Атасуйских железорудных месторождений (Салов Н.М., Керенский М.Е., Емельянов А.А., Борсук Б.М., Иванов В.Н., Кавун В.И. и др.). Составлены геологические карты северной части Атасуйского рудного поля, геоморфологические карты, геологическая карта окрестностей Малого Ктая. В 1934-1938 годах геологические исследования проведены вдоль трассы железной дороги Караганда-Балхаш (Комиссаров, Ларин). Наиболее значимыми работами м-ба 1:200000 в 1938-1952 годах были исследования Колотухиной С.Е. (1938), Бедрова Г.И. (1946), Беспалова

В.Ф. (1947), Баширова Ф.С. (1951), Радченко И.И. (1952) и других (Рисунок 1).

В 1953-1959 годах. в пределах Нуринского и Сарысуйского синклинориев и Тектурмасского антиклинория проведены геолого-съемочные и поисковые работы масштаба 1:200000: Канфель О.М. (1957), Гаек О.М. (1953), Керенский М.Е. (1953; 1958), Четверикова Н.П. (1953), Репкина А.Е. (1953) [7].

В результате этих работ были уточнены стратиграфические схемы и охарактеризованы интрузивные образования, сделаны выводы о перспективности района на поиски железомарганцевых, редкометальных и других месторождений. Геологическое расчленение толщ дано до ярусов и подъярусов.

Геолого-съемочные работы связаны с составлением и подготовкой к изданию Государственной геологической карты СССР масштаба 1:200000 листа М-43-XXV Канфелем О.М. в 1958 году. Авторами проанализирован огромный материал. Стратиграфические схемы достаточно аргументированы, практически все стратиграфические подразделения охарактеризованы фауной. Интрузивные породы разделены на комплексы.

Следующий этап исследований связан с именами Ильющенко С.Е. (1959), Джанаев М.М. (1960), Беркалиев Н.А. (1971), Долгань Ф.В. (1973; 1975); Малахов В.С. (1967), Катаев В.Н. [8]. В 60-х-70-х годах XX века были проведены детальные геологические съемки, проведенными и нашедшими свое отражение в геологических картах ряда листов масштаба 1:50000.

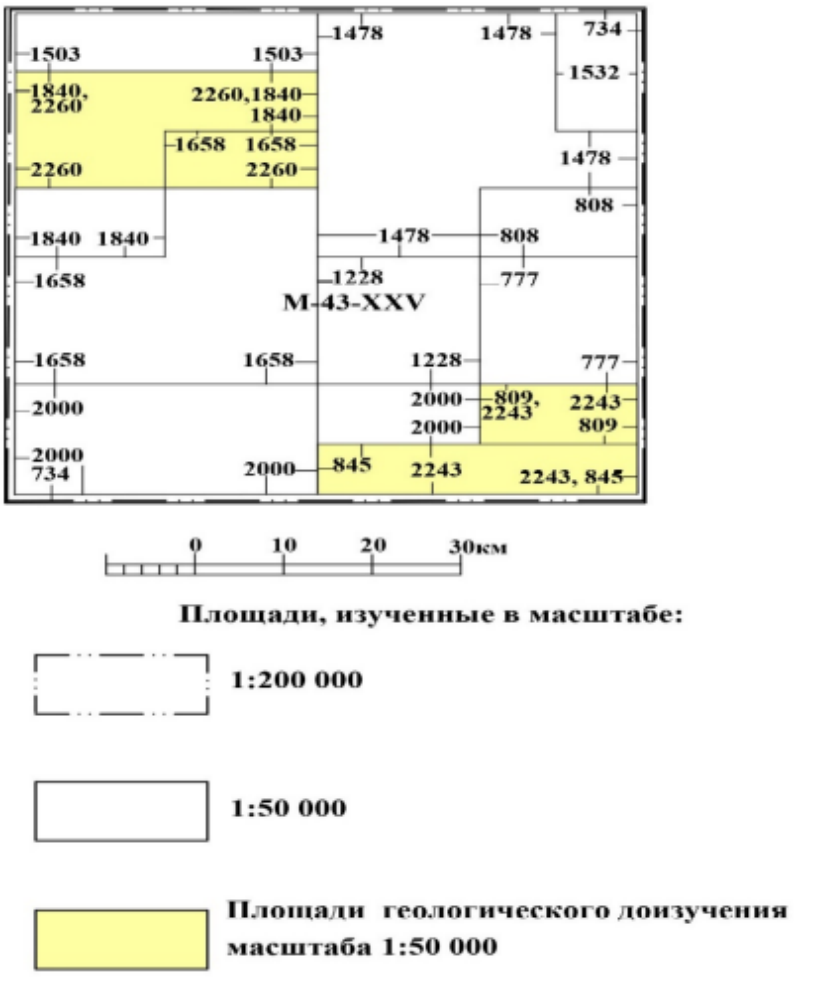



**Рис. 1 - Картограмма геологической изученности (лист М-42-XXV)**

**Рис. 2 - Картограмма поисковой изученности**

Вышеназванными геологами были уточнены и значительно изменены представления о геологическом строении района и его перспективах в отношении полезных ископаемых, детализированы стратиграфические схемы палеозоя, обнаружены органические остатки, собран и обобщен большой объем петрохимических исследований интрузивных и эффузивных пород. Впервые в районе выделены каражирикский, прибалхашский и сарджальский горизонты нижнего девона. Фаунистически охарактеризована тектурмасская свита кембрия. Допалеозойские отложения расчленены на свиты, толщи и пачки. Определены перспективы площади на золото, медь, полиметаллы. В фаменских отложениях установлены фации, перспективные на поиски свинцово-цинковых руд стратиформного типа, составлена геологическая карта Атасуйского рудного района.

На основании больших объемов картировочного и поискового бурения построены карты допалеозойских образований, дробно расчленены отложения франского, фаменского ярусов и нижнетурнейских отложений с выделением мелководных и глубоководных фаций; проведено геохимическое исследование района, выявлены новые проявления рудной минерализации, обоснована необходимость оценки глубоких горизонтов (более 200 м) медного месторождения Успенское.

Со второй половины 40-х годов XX века по настоящее время на площади работ ведут-

ся многочисленные инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания, многие из которых связаны с сельскохозяйственными нуждами (мелиорация земель, обводнение пастбищ).

В период 2004-2007 года Магретовой Л.И. (МД «Центрказнедра») проведены работы по геологическому доизучению площадей м-ба 1:200000 (ГДП-200) на территории листов М-42-XXX, М42-XXXVI, М-43-XXV. В процессе полевых работ авторами пройдено 3664 п.км геологических и поисковых маршрутов, 684 п.км. геолого-геохимических при выполнении специализированных работ по минерагеническому картированию, 11000 м маршрутов по составлению опорных стратиграфических разрезов (6 детальных разрезов с отбором флоры, фауны и проб на силикатный анализ), пробурено 4004 п.м поискового и 22450 п.м. картировочного бурения, пройдено 3577 $м^3$ поисковых канав.

В западной части листа М-43-XXV на участке Бурминский авторами выполнены специализированные геолого-минералогические исследования. Описание гидротермально-метасоматических ассоциаций по шлифам, согласно методике Беляева Г.М., Плющева Е.В., Ушакова О.П.В.В. Шатова [9], было составлено сотрудницей Томского политехнического Университета М.И. Шаминовой. Вся последующая работа, включая составление карт и текста по участку Бурминскому, а также описание шлифов и составление карты метасоматических ассоциаций на площадь участка Ордабасы, выполнена ведущим геологом ТОО «Центргеолсъемка» И.Г. Масловой. Обоснование возраста выделенных стратиграфических подразделений базируются на результатах определений 435 точек сборов фауны и флоры, в том числе 109 выявленных при выполнении ГДП-200. Палеонтологические полевые работы выполнены авторами отчета, а также геологами З.А. Климахиной и Г.В. Филатовой по договору с АО «Азимут Энерджи Сервисез». Датирование интрузивных образований основано на результатах 40 геохронологических определений, выполненных разными исследователями на площади работ в предыдущие годы. Площадь ГДП-200 располагается в зоне сопряжения 12 разновозрастных структурно-формационных зон Центрального Казахстана и характеризуется сложным геологическим строением с широким развитием надвиговых структур и олистостромовых комплексов. Присутствуют стратифицированные отложения от позднего протерозоя до мезо-кайнозоя и интрузивные образования (от ультраосновных до ультракислых) в диапазоне возрастов от позднего рифея до поздней перми.

*Поисковая изученность.* Поисковые и поисково-оценочные работы на изученной территории проводились как в процессе геолого-съемочных работ (Рисунок 2), так и в ходе различного рода специализированных поисков. До 50-х годов работы носили эпизодический характер. К этому времени в Атасуйском районе известны были в основном железомарганцевые проявления и месторождения, связанные с карбонатными отложениями верхнего девона – нижнего карбона. Поэтому основное внимание при детальных поисках уделялось изучению литологии, стратиграфии и структуре этих отложений. Так, в 1950 году В.Е. Куман проводил разведку проявления марганца Сулу-Медине и признал его непромышленным, но в отчете автор приводит дробную стратиграфическую схему осадочных девон-карбоновых отложений, которая несколько отличается от схемы А.А. Богданова. В 1951 году в южной части листа М-43-XXV проводились поисковые работы на марганец В.Л. Саркисяном. Им были выявлены проявления Восточный и Западный Айгыржал и разведано месторождение Катпар. Железомарганцевое месторождение Большой Ктай и марганцевое месторождение Керегетас с 1939 года с перерывами разведывались рядом геологов и в 1955 году В.И. Кавуном разведка их была завершена. На месторождении Большой Ктай произведен подсчет запасов железных и марганцевых и железомарганцевых руд. В отношении полиметаллического оруденения район месторождения получил отрицательную оценку. На месторождении Керегетас подсчитаны запасы марганцевых и железомарганцевых

руд по категории $C_2$ и утверждены ВКЗ СССР [10].

Новый этап поисковых работ начался с проведением площадных геофизических работ масштаба 1:50000, выполнявшихся Агадырской геофизическая экспедиция (ГФЭ) в 50-60 годах XX века.

В 1968 году Агадырской ГФЭ выполнены поисковые работы масштаба 1:10000 на медь и молибден на участке Просторненском. Проявление было выявлено этой же экспедицией в 1967 году в процессе проведения поисково-съемочных работ масштаба 1:50000; на нем был выполнен небольшой объем горно-буровых работ. В результате была установлена прожилково-вкрапленная редкометалльная и медная минерализация, приуроченная к малой линейной интрузии гранитов, пронизанных густой сетью рудоносных кварцевых прожилков. Была выделена значительная (более 1,2 км$^2$) площадь минерализованных пород, что послужило основанием для продолжения поисковых работ на участке Просторненский. Оценка оруденения осуществлялась комплексом методов, включающих магниторазведку, электроразведку, литохимические поиски, горно-буровые работы. В результате на исследованной площади выделено две рудных зоны:

1. рудная зона, приуроченная к линейной малой интрузии гранитов субширотного простирания; содержания меди, молибдена и вольфрама обычно низкие;

2. рудная зона, приуроченная к эндоконтакту Просторненского массива; породы не изменены, но содержат сеть кварцевых прожилков с пиритом, халькопиритом и молибденитом.

Кроме рудных зон на площади выявлен ряд геофизических аномалий, приуроченных к эндо-экзоконтактугранитоидов Просторненского массива и осадочных пород нижнего силура. Большая часть этих аномалий либо изучена недостаточно, либо совсем не проверена. НТС ЦКГУ постановило, что однозначный вывод о промышленной значимости проявления не представляется возможным, поисковые работы с целью оценки геофизических аномалий необходимо продолжить, рудные зоны необходимо проследить к западу и северо-западу от участка комплексом геохимических и геофизических методов масштаба 1:10000. В 1973-1976 годах В.И. Серегиным (таблица 1) были проведены поисковые работы на золото на площади проявления Каштал, выявленного при проведении геолого-съемочных и поисковых работ масштаба 1:50000 Долганевым в 1973 году. На площади 3,5 км$^2$ выполнены магниторазведка, горно-буровые работы. В результате на участке установлено два типа золотого оруденения: кварцевые жилы с сульфидной минерализацией и золотом и зоны гидротермально измененных пород с сульфидами и невысокими содержаниями золота. Запасы золота в кварцевых жилах были признаны непромышленными, отработка их возможна лишь старательским способом. Оценку минерализованных зон рекомендовано продолжить. При проведении общих поисков на территории, прилегающей к проявлению Каштал, было выявлено новое проявление золота - Байгул.

**Таблица 1 - Каталог к картограммам поисковой изученности листов М-43-XXV**

| № контура на картограмме изученности | Фамилия, и., о. автора отчета | Год завершения работ | Организация, проводившая работы | Масштаб работ | Название участка |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

| М-43-XXV | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 735 | Гордиенко А.Я. | 1959 | Агад.ГРЭ ЦКГУ | Разведочные работы | Успенское, Белла |
| 912-1 | Кишко В.М. | 1963 | Агад.ГРЭ ЦКГУ | 1:10 000 | Юго-Западная Кумола |
| 912-2 | Кишко В.М. | 1963 | Агад.ГРЭ ЦКГУ | 1:10 000 | Южный Жуманай |
| 913-1 | Кишко В.М. | 1963 | Агад.ГРЭ ЦКГУ | 1:10 000 | Западный |
| 913-2 | Кишко В.М. | 1963 | Агад.ГРЭ ЦКГУ | 1:10 000 | Промежуточный |
| 914-1 | Кишко В.М. | 1963 | Агад.ГРЭ ЦКГУ | 1:10 000 | Северная Белла |
| 1229 | Малахов В.С. | 1967 | Агад.ГРЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Просторненский |
| М-1 | Малахов В.С. | 1969 | Агад.ГРЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Просторненский |
| 1387 | Абеуов А.К. | 1972 | Агад.ГРЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Акмая-Катпар-ский рудный узел |
| 1697-1 | Серегин В.М. | 1976 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Байгул |
| 1697-2 | Серегин В.М. | 1976 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Каштал |
| 1720 | Овечкин В.Г. | 1976 | Агад.КГГФЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Недьды |
| 1721 | Овечкин В.Г. | 1976 | Агад.КГГФЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Кумола |
| 1852 | Серегин В.М. | 1979 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Восточный |
| 1853 | Серегин В.М. | 1979 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Южный |
| 1854 | Серегин В.М. | 1979 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Северо-Восточный |
| 1855 | Серегин В.М. | 1979 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Каштал-76 |
| 1855-1 | Серегин В.М. | 1979 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Каштал |
| 1855-2 | Серегин В.М. | 1979 | Кар.КГГЭ ЦКТГУ | 1:10 000 | Байгул |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1879 | Конопаткин А.Я. | 1980 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:10 000 | Западный |
| 1880 | Конопаткин А.Я. | 1980 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:10 000 | Родниковский |
| 1880-1 | Конопаткин А.Я. | 1980 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:10 000 | Аномалии I,III,XIII |
| 1880-2 | Конопаткин А.Я. | 1980 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:10 000 | Аномалии VIII |
| 1880-3 | Конопаткин А.Я. | 1980 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:10 000 | Сулу |
| Д-1 | Девятериков Н.Ф. | 1981 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | Разведка | Тектурмас |
| 2024-1 | Зеленый В.А. | 1986 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:2 000 | Карашокы |
| 2024-2 | Зеленый В.А. | 1986 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:2 000 | Карабас |
| 2024-3 | Зеленый В.А. | 1986 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:2 000 | КоктауI |
| 2024-5 | Зеленый В.А. | 1986 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:2 000 | Центральный |
| 2024-6 | Зеленый В.А. | 1986 | Кар.ГРЭ ЦКПГО | 1:2 000 | Западный |
| 2174 | Тевс А.А. | 1991 | Агад.ГРЭ ЦКПГО | 1:10 000 | Мухтар |
| 2227 | Мынбаев М.У. | 1994 | АО «Акбар» | 1:10 000 | Нельды |
| 2246 | Авдеев С.Л. | 1994 | АО «Акбар» | 1:50 000,1:2 000 | Северо-Восточная часть Акмая-Катпарской рудной зоны |

Оценка проявлений Байгул и Каштал горно-буровыми работами была проведена В.И. Серегиным в 1976-1979 годах. Кроме этого, магниторазведочные и литохимические поиски масштаба 1:10000 выполнены на участках Каштал-76, Северо-Восточный, Восточный и Южный, расположенных по периферии проявления Каштал.

На проявлении Каштал изучались золоторудные зоны в гидротермально измененных роговиках, залегающих в экзоконтакте лакколитообразныхинтрузий диоритов. По двум зонам до глубины 200 м подсчитаны запасы золота категории $C_2$.

На проявлении Байгул изучалось золотое оруденение, связанное с непротяженными кварцевыми жилами сложной морфологии, залегающими внутри массива диоритов. Запасы золота подсчитывались по категории $C_2$, объект может представлять интерес для старательской отработки.

Перспективы увеличения запасов авторы свя-

зывают с метасоматитами, развитыми в южном и западном экзоконтакте интрузии диоритов; здесь получены положительные результаты по работам методом ВП-ВЭЗ. Изучение зоны авторы рекомендуют продолжить путем бурения скважин глубиной не менее 200 м.

На участках Северо-Восточный, Восточный, Каштал-76 и Южный магниторазведкой выявлено до 15 компактных магнитных аномалий, вызванных, предположительно, малыми интрузиями диоритов, с которыми в районе связано золотое оруденения. Из этого количества выделено 3 аномалии - I, III,VIII, на площади которых рекомендуется проведение первоочередных поисково-оценочных работ на золото и аномалия XIII (ореол рассеяния свинца, цинка, серебра и кадмия, совмещающийся с аномалией ВП), перспективная на поиски полиметаллического оруденения.

В период с 1976 года по 1980 годы проводилась детальная разведка Тектурмасского месторождения кварцитов и его флангов На двух участках – Северном и Южном оконтурено восемь линзообразных и пластообразных кварцитовых тел, по которым изучено качество сырья и его технологические характеристики. По мнению авторов в пределах самого месторождения нельзя рассчитывать на дальнейший прирост запасов; увеличение их возможно за счет продолжения геологоразведочных работ на участках, расположенных к юго-западу от Тектурмасского месторождения.

В центральной части Нуринской СФЗ в 1978-1980 годах были проведены поиски золота. На площади проявления Сулу выполнены поисково-оценочные работы, опоискованы ранее выявленные, перспективные на золото магнитные аномалии I, III, VIII, на полиметаллы - аномалия XIII, проведены общие поиски золота на участках Родниковский и Западный (центральная часть Нуринской СФЗ) на площади около 400 кв.км. По результатам поисково-оценочных работ на проявлении Сулу установлено, что жильная зона прослеживается до глубины 150 м и более без существенного изменения мощности отдельных кварцевых жил. Запасы до глубины 25 м могут быть объектом старательской отработки открытым способом. Перспективы увеличения запасов на глубину маловероятны.

*Тектоника и история геологического развития.* Участок Ордабасы находится в пределах Сарысуйской структурно-формационной зоны (СФЗ). Нуринская и Сарысуйская СФЗ – раннепалеозойские окраинные бассейны, разделенные Тектурмасским сутурным швом.

Нуринская, Сарысуйская СФЗ – раннепалеозойские окраинноморские бассейны, заложенные на энсиматическом основании и разделенные Тектурмасскимсутурным швом. В период их развития, породы офиолитового комплекса, слагающие Тектурмасскую СФЗ, слагали вулканическую островную дугу. Позднее на этом фундаменте была сформирована среднеордовикская островная дуга, сложенная раннее островодужными толеитовыми низкокалиевыми и низкотитанистыми базальтами. Ее развитие завершилось формированием туфогенно-кремнистого базарбайского, сатыбайского и аирского комплексов [11].

Существующая Тектурмасская островная дуга разделила единый бассейн терригенного осадконакопления на более мелководный Нуринский, прилегающий к континенту (задуговой) и Сарысуйский, связанный океаническим бассейном (преддуговой), расположенный южнее (в современных координатах).

Таким образом, геологические данные, имеющиеся по Казахстанскому региону, свидетельствуют о том, что в позднем рифее, на уровне 900-800 млн. лет произошел раскол континентов, вслед за которым последовало их разделение и образование океанического ложа. Очевидно, большая часть этого ложа формировалась в конце рифея – венде – начале кембрия, т.е. 800-550 млн. лет. Параллельно с развитием океана шло формирование комплексов пассивных окраин, континентального подножия. Существование океанического бассейна подтверждается наличием глубоководных кремнистых осадков, накапливающихся, очевидно, ниже уровня карбонатной компенсации [12].

Данный океанический бассейн был частью позднедокембрийско- раннепалеозойского Палео-Азиатского океана. Начиная с кембрия на океаническом ложе развиваются островные дуги.

В раннем кембрии возникла Бозшаколь-Чингизская островная дуга, которая располагалась к западу (в прошлых координатах) от Казахстанско-Северо-Тяньшанского докембрийского массива. Островная дуга отгородила от Палео-Азиатского океана часть ложа шириной не менее 1000 км. Океанический бассейн между Бозшаколь-Чингизской островной дугой и докембрийским массивом можно рассматривать как обширное окраинное море – Акдымский бассейн. Его осадочное выполнение осталось в виде глубоководных кремнисто-фтанитовых и турбидитных толщ (каратасская свита Атасуйской и акдымская серия Ерментауской СФЗ).

В конце ордовика раннем силуре происходит реорганизация геодинамических обстановок в Казахстанско-Тяньшанском регионе – начинается поглощение ложа Акдымского бассейна в зонах Беньофа Бозшаколь-Чингизской и возникшей Степняк-Бетпак-Далинской островных дуг. В целом эпоха растяжения сменяется эпохой сжатия. С позднего ордовика - раннего силура начинается скучивание, деформации и к концу силура основная масса Акдымского бассейна уже поглощена. На протяжении всего силура происходит массовое образование олистостромовых комплексов, зон серпентинитового меланжа, тектонических покровов и т.д. Столкновение дуг закончилось к концу силура, и зона Беньофа была «перещелкнута» в новое положение на край вновь образованной континентальной массы.

Таким образом, каледонский массив Центрального Казахстана представляет собой аккреционную структуру, возникшую за счет столкновения докембрийских массивовс Бозшаколь-Чингизской и Степняк-Бетпак-Далинской островными дугами.

В среднем и позднем палеозое Казахстанско-Северо–Тяньшанский массив имел размеры не более 1000х1500 км, что сопоставимо с современным о. Калимантан. Как и этот остров в кайнозое, каледонский массив в герцинскую эпоху был почти со всех сторон окаймлен зонами субдукции, которые сопровождались вулканическими поясами. Формирование разновременных вулкано-плутонических поясов, сменяющих друг друга во времени и пространстве, является характерной особенностью Казахстанско-Северо-Тяньшанского массива в среднем и позднем палеозое [13].

Формирование каледонид завершилось деформациями, которые происходили с конца ордовика до конца силура, после чего вдоль границы вновь созданного каледонского континента возник окраинно-континентальный вулкано-плутонический пояс, который считается разделом между казахстанскими каледонидами и герцинидами. К югу, на большей части Джунгаро-Балхашской области, континентальное основание отсутствовало.

*Разрывные нарушения*. Тектурмасская зона разломов — это целая серия разломов северо-восточного простирания, куда входят Северо- и Южно-Тектурмасский надвиги, а также Кужал-Жартасская зона разломов, где первый надвиг является северным ограничением зоны, а последние – южным.

В магнитном поле Северо-Тектурмасский и Южно-Тектурмасский разломы окаймляют полосу локальных положительных аномалий $(\Delta T)_a$ различной интенсивности до 1500 нТл над породами альпинотипного комплекса нижнего ордовика ($\chi_{ср.}$=23-2500•$10^{-5}$СИ) и трассируются зонами градиента $(\Delta T)_a$. А Кужал-Жартасская зона разломов фиксируется фрагментарно зоной градиента $(\Delta T)_a$ в северном контакте Просторненского и Итольгенского массивов гранит-гранодиоритов верхнего девона.

В районе очень четко проявлены надвиговые структуры. В направлении с юго-востока на северо-запад (перпендикулярно северо-восточным разломом) происходили надвиговые движения (шарьирование), формирующие серию (пакет) пластин, отражающих сложное покровно-чешуйчатое строение района работ.

Надвигание происходило неоднократно, со-

провождалось формированием меланжевых и олистостромовых комплексов. Вероятно, перед формированием флишевых бассейнов, происходило «захлопывание» океанического бассейна с формированием мономиктового (из ультраосновных пород) и полимиктового (из всех пород офиолитовой ассоциации) меланжа. В период накопления флишоидных толщ в краевых частях бассейна шло образование олистостромовых комплексов, обусловленное неспокойной тектонической обстановкой в формирующихся бассейнах, а также происходящим в это время шарьированием пород офиолитового комплекса. При последующих этапах надвигообразования в этот процесс были вовлечены и олистостромовые толщи вместе с меланжевыми образованиями. За счет этого в современной структуре Тектурмасский офиолитовый пояс имеет покровно-складчатое строение, в котором практически все первоначальные взаимоотношения нарушены и он представляет собой: сочетание мономиктового меланжа, развитого ограниченно и слагающего, видимо, подошвенные части тектонических пластин; полимиктового меланжа, представляющего собой скорее тектоническую смесь, состоящую из олистолитов полимиктового меланжа и олистостромового комплекса, матрикс в котором представлен, как правило, тонкорассланцованными голубовато-зелеными алевролитами, реже песчаниками силурийского возраста. В этой смеси характерно присутствие крупных блоков яшм, базальтов, габброидов, являющихся фрагментами разновозрастных тектонических пластин.

**Результаты и обсуждение.** Все известные на площади работ месторождения, проявления и пункты минерализации классифицированы по генетическим типам. Проведен их комплексный анализ, выявлены минерагенические критерии, поисковые признаки и геологические предпосылки. Выделены потенциально перспективные площади первой и второй очереди с указанием категории ожидаемых ресурсов:

- на площади листа М-42-XXX: Айгыржальская железомарганцевая в кремнистых отложениях каратасской свиты верхнего кембрия–среднего ордовика и Шоимбайская золото-кварцево-жильная в терригенных отложениях верхнего силура (I очереди) и Алтынказганская золото-кварцево-жильная в терригенных образованиях нижнего силура (II очереди);

-на площади листа М-42-XXXVI: в Жаильминской минерагенической зоне – Кентобе-Бестюбинская барит-полиметаллическая (I очереди); Керегетасская железо-марганцевая и Ушкагыльская свинцово-цинковая (II очереди) в карбонатно-кремнисто-терригенных отложениях фаменского возраста;

- на площади листа М-43-XXV: Сулумединская железомарганцевая (I очереди) в карбонатно-глинистых отложениях турнейского возраста; Просторненская медно-молибденовая и Ордабасская молибденово-медная (II очереди), приуроченные к гранитоидам позднедевонского просторненского интрузивного комплекса.

В свою очередь магнитные аномалии в 1980 годах были оценены бурением поисково-картировочных скважин глубиной до 50 м, в которых выполнены исследования методом заряда ВП. В результате работ было установлено, что магнитные аномалии связаны с мелкими не вскрытыми эрозией интрузивами диоритов, прорывающих терригенные отложения силура – нижнего девона. Вмещающие породы ороговикованы, отмечается тонкопрожилковое окварцевание, пиритизация. Эта аномалия рекомендуется для проведения дальнейших поисково-оценочных работ, остальные магнитные аномалии оцениваются как бесперспективные.

**Выводы.** Таким образом, учитывая предварительную оценку ученых и геологов прошлых лет, и изучив накопленный материал, можно сделать вывод о перспективности участка Ордабасы. Для дальнейшей оценки перспективности участка будут проведены поисково-оценочные работы. Данные работы включают анализ и обобщение геологических данных по изучаемой территории. Следующим этапом рассматривается геологическое картирование путем проведения поисковых и рекогносцировочных маршрутов, а также проведение площадных геофизических исследований –

электроразведка методом ВП-СГ по сети 100х20 м, электроразведка ЗСБ по сети 100×50 м с шагом 100 м. Предусматривается обязательное проведение горных и буровых работ по сети 400х400 м со сгущением разведочной сети до 200 м, и оценка распространения медного оруденения на глубину до 500 м. Отбор технологических проб и проведение анализов. Данные этапы изучения участка даст возможность подсчета запасов и прогнозных ресурсов по категории С2+Р1+Р2 медной руды и сопутствующих компонентов.

**Литература**

1. Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н. Геологическое строение и этапы тектонической эволюции палеозоид Казахстана //Литосфера.-2019.-Т.19.(3).- С. 347-371. DOI 10.24930/1681-9004-2019-19-3-347-371

2. Степанец В. Г., Макат Д. К., Савельева Н. А. Геодинамическая позиция медно-порфирового месторождения Нурказган (Центральный Казахстан) //Металлогения древних и современных океанов.-2015. - №. 1.- С. 120-124.

3. Бекжанов Г. Р. О направлениях геологоразведочных работ на медь в Казахстане //Геология и охрана недр. - 2012. - № 4. - С. 52-54.

4. Сафонова И. Ю. и др. Геологическое строение и медное оруденение Тектурмасского офиолитового пояса и смежных территорий Центрального Казахстана //Литосфера. - 2022. -Т. 22 (4) - С. 472-496.

5. Султанов Г. Д., Вихлянцев А. А., Исмаилов Х. К. Шешенкаринское рудное поле в Центральном Казахстане: перспективы обнаружения золото-медно-полиметаллического месторождения //Новое в познании процессов рудообразования: Девятая Российская молодёжная научно-практическая Школа с международным участием. - 2019. - С. 413-416. ISBN 978-5-88918-055-5

6. Гинатулин А. М., Дербас А. Н., Асанбаева У. Т. Состояние восполнения запасов ведущих полезных ископаемых Республики Казахстан: проблемы и некоторые пути их решения //Геология и охрана недр. - 2016. -№ 1.- С. 86-91.

7. Канфель О. М., Мазарович О. А., Турсина В. В. Геологическое строение северного обрамления Карагандинского бассейна. //Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. - 1962. - № 6. - С. 19-35.

8. Портнов В.С., Юров В.М., Турсунбаева А.К., Умбетова А.Т. Оценка прогнозных ресурсов месторождений полезных ископаемых геофизическими методами //Фундаментальные исследования. - 2012. - № 3(2). - С. 403-408.

9. Плющев Е.В.,Ушаков О.П.,Шатов В.В. Беляев Г.М. Методика изучения гидротермально - метасоматических образований. -Ленинград: Недра, 1981. -262 с.

10. Рахманов В. П., Григорьев В. М., Чайковский В. К. Марганценосные провинции и марганценосные формации на территории СССР //Геология и геохимия марганца.-Наука. 1982. - С. 5-14.

11. Сейтмуратова Э.Ю., Сайдашева Ф.Ф. Стратиграфия и условия формирования продуктивных рудоносных формаций позднего палеозоя Казахстана //Известия НАН РК. Серия геологическая. -2006. - № 4. - С. 11-19.

12. Зоненшайн Л. П., Савостин Л. А. Введение в геодинамику. -М.: Недра, 1979. - 311 с.

13. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Том I. -М.: Недра, 1990.- 328 с. ISBN 5-247-01859-1

**References**

1. Samygin S.G., Heraskova T.N. Geologicheskoe stroenie i jetapy tektonicheskoj jevoljucii paleozoid

Kazahstana //Litosfera.-2019.-T.19.(3).- S. 347-371. DOI 10.24930/1681-9004-2019-19-3-347-371. [in Russian]

2. Stepanec V. G., Makat D. K., Savel' eva N. A. Geodinamicheskaja pozicija medno-porfirovogo mestorozhdenija Nurkazgan (Central' nyj Kazahstan) //Metallogenija drevnih i sovremennyh okeanov.-2015. - №. 1.- S. 120-124. [in Russian]

3. Bekzhanov G. R. O napravlenijah geologorazvedochnyh rabot na med' v Kazahstane //Geologija i ohrana nedr. - 2012. - № 4. - S. 52-54. [in Russian]

4. Safonova I. Ju. i dr. Geologicheskoe stroenie i mednoe orudenenie Tekturmasskogo ofiolitovogo pojasa i smezhnyh territorij Central' nogo Kazahstana //Litosfera. - 2022. -T. 22 (4)– S. 472-496. DOI 10.24930/1681-9004-2022-22-4-472-496.[in Russian]

5. Sultanov G. D., Vihljancev A. A., Ismailov H. K. Sheshenkarinskoe rudnoe pole v Central' nom Kazahstane: perspektivy obnaruzhenija zoloto-medno-polimetallicheskogo mestorozhdenija //Novoe v poznanii processov rudoobrazovanija: Devjataja Rossijskaja molodjozhnaja nauchno-prakticheskaja Shkola s mezhdunarodnym uchastiem. - 2019. - S. 413-416. ISBN 978-5-88918-055-5. [in Russian]

6. Ginatulin A. M., Derbas A. N., Asanbaeva U. T. Sostojanie vospolnenija zapasov vedushhih poleznyh iskopaemyh Respubliki Kazahstan: problemy i nekotorye puti ih reshenija //Geologija i ohrana nedr. - 2016. -№ 1.- S. 86-91. [in Russian]

7. Kanfel' O. M., Mazarovich O. A., Tursina V. V. Geologicheskoe stroenie severnogo obramlenija Karagandinskogo bassejna. //Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 4. Geologija. - 1962. - № 6. - S. 19-35. [in Russian]

8. Portnov V.S., Jurov V.M., Tursunbaeva A.K., Umbetova A.T. Ocenka prognoznyh resursov mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh geofizicheskimi metodami //Fundamental' nye issledovanija. - 2012. - № 3(2). - S. 403-408. [in Russian]

9. Pljushhev E.V., Ushakov O.P., Shatov V.V. Beljaev G.M. Metodika izuchenija gidrotermal' no-metasomaticheskih obrazovanij. -Leningrad: Nedra, 1981. -262 s. [in Russian]

10. Rahmanov V. P., Grigor' ev V. M., Chajkovskij V. K. Margancenosnye provincii i margancenosnye formacii na territorii SSSR //Geologija i geohimija marganca.-Nauka. 1982. - S. 5-14. [in Russian]

11. Sejtmuratova Je.Ju., Sajdasheva F.F. Stratigrafija i uslovija formirovanija produktivnyh rudonosnyh formacij pozdnego paleozoja Kazahstana //Izvestija NAN RK. Serija geologicheskaja. -2006. - № 4. - S. 11-19. [in Russian]

12. Zonenshajn L. P., Savostin L. A. Vvedenie v geodinamiku. -M.: Nedra, 1979.- 311 s. [in Russian]

13. Zonenshajn L.P., Kuz' min M.I., Natapov L.M. Tektonika litosfernyh plit territorii SSSR. Tom I. -M.: Nedra, 1990.- 328 s. ISBN 5-247-01859-1. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Тұрғали А.Т. - докторант, Каспийский университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан, e-mail: aiman.tt@mail.ru;

Қожахмет Қ.Э. - к.г-м.н., асоциированный профессор, Каспийский университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан, e-mail: kossarbay.kozhakhmet@yu.edu.kz;

Гусманова А.Г. - к.т.н., декан факультета, Каспийский университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан, e-mail: aigul.gusmanova@yu.edu.kz;

***Information about the authors***

Turgali A.T. - Doctoral student, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yesenov, Aktau, Kazakhstan, e-mail: aiman.tt@mail.ru;

Kozhakhmet K.A. - Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yesenov, Aktau, Kazakhstan, e-mail: kossarbay.kozhakhmet@yu.edu.kz;

Gusmanova A.G. - candidate of Technical Sciences, Dean, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yesenov, Aktau, Kazakhstan, aigul.gusmanova@yu.edu.kz;

IRSTI 52.13.17 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-854**

# MODERNIZATION OF GOLD-BEARING ORE EXTRACTION TECHNOLOGY DEPENDING ON GEOLOGICAL AND MINING CONDITIONS

**Zh.T. Dauletzhanova, A.M. Zakharov, I.M. Shmidt-Fedotova**

*[1] K.Kulazhanov named Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*[2] Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan,*
*Correspondent-author:* assalamm@mail.ru.

The article presents options for modernizing the technology for extracting gold-bearing ore, depending on geological and mining conditions, and discusses various technological solutions to improve technologies. Based on review, analysis and generalization in specific geological and mining conditions, the optimal width of the working site was proposed. Continuous geotechnical monitoring should be carried out at all stages of quarry development, including visual inspection of slope conditions, crack mapping, and collection of deformation and groundwater data. The following information should be recorded during monitoring: geological characteristics of the slope, engineering-geological characteristics for classifying the rock mass, slope geometry, monitoring of damage as a result of drilling and blasting operations, water seepage, quality and efficiency of cleaning, monitoring of existing cracks and collapses.

**Keywords:** mining technology, working platform width, bench height, geotechnical monitoring, bench cleaning, gold-bearing ore.

# ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТАУ КЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ҚҰРАМЫНДА АЛТЫН БАР КЕНДІ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАҢҒЫРТУ

**[1]Ж.Т. Даулетжанова, [2]А.М. Захаров, [2]И.М. Шмидт-Федотова**

*[1] Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2] Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан,*
*e-mail: assalamm@mail.ru.*

Мақалада геологиялық және тау-кен жағдайларына байланысты алтын кендерін алу технологиясын модернизациялау нұсқалары келтірілген, технологияларды жақсарту үшін әртүрлі технологиялық шешімдер қарастырылған. Нақты геологиялық және тау-кен жағдайларында шолу, талдау және жалпылау негізінде жұмыс алаңының оңтайлы ені ұсынылады. Карьерді дамытудың барлық кезеңдерінде беткейлердің жай-күйін визуалды тексеруді, жарықтарды картаға түсіруді, деформациялар мен жер асты сулары бойынша деректерді жинауды қамтитын үздіксіз геотехникалық мониторинг жүргізілуі тиіс. Мониторинг кезінде мынадай ақпарат тіркелуі тиіс: борттың геологиялық сипаттамалары, тау жыныстары массивін жіктеуге арналған инженерлік-геологиялық сипаттамалар, борттың геометриясы, бұрғылау-жару жұмыстарының нәтижесінде жойылуларды бақылау, судың ағуы, тазалаудың сапасы мен тиімділігі, бар жарықтар мен құлауларды бақылау.

**Түйін сөздер:** өндіру технологиясы, жұмыс алаңының ені, жиектің биіктігі, геотехникалық мониторинг, жиектерді тазарту, құрамында алтын бар кен.

# МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫЕМКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

**[1]Ж.Т. Даулетжанова, [2]А.М. Захаров, [2]И.М. Шмидт-Федотова**

*[1]Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, г. Астана, Казахстан,*
*[2]Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан,*
*e-mail: assalamm@mail.ru.*

В статье приведены варианты модернизации технологии выемки золотосодержащей руды в зависимости от геологических и горнотехнических условий, рассмотрены различные технологические

решения для улучшения технологий. На основе обзора, анализа и обобщения в конкретных геологических и горнотехнических условиях предложена оптимальная ширина рабочей площадке. На всех этапах разработки карьера должен проводиться непрерывный геотехнический мониторинг, включающий в себя визуальный осмотр состояния откосов, картирование трещин, сбор данных по деформациям и подземным водам. При мониторинге должна фиксироваться следующая информация: геологические характеристики борта, инженерно-геологические характеристики для классификации массива пород, геометрия борта, наблюдение за разрушениями в результате буровзрывных работ, просачивание воды, качество и эффективность зачистки, наблюдения за имеющимися трещинами и обрушениями.

**Ключевые слова:** технология добычи, ширина рабочей площадки, высота уступа, геотехнический мониторинг, зачистка уступов, золотосодержащая руда.

**Introduction.** Novodneprovskaya territory is located 40-70 km southwest of the city of Shchuchinsk. The area of the geological allotment is 44.3 square km.

Within the geological allotment, two isolated gold-bearing ore fields are distinguished - Novodneprovskoe and Raigorodskoe, which includes the Northern Raygorodok and Southern Raygorodok gold-bearing deposits.

Industrial development of the Northern Raygorodok deposit has been ongoing since 2010, and the Southern Raygorodok deposit since 2015. Oxidized ores of the deposits are processed by heap leaching.

Open-pit mining of oxidized and mixed ores is carried out. The climate of the area is sharply continental with dry and cool summers (with some hot days) and cold, with prolonged frosts and strong winds in winter.

The described area belongs to the North Kazakhstan gold-bearing province, which is a product of tectonic and magmatic events that occurred during accretionary collision processes in the early Caledonian period on the eastern border of the ancient Kokchetav massif and the Seletino-Stepnyak system of island arcs of the early Paleozoic. An important role in these processes was played by the processes of redistribution and concentration of metals from Precambrian rocks and island arcs. The Northern and Southern Raygorodok gold-bearing deposits are a type of porphyry-epithermal ore-magmatic system in the accretionary continental margin. The Raigorod ore field is confined to the volcanotectonic structure of the same name.

In regional terms, the work area is located in the border area between two large first-order structures - the Kokchetav middle massif and the Teniz depression, which are fundamentally different in geological structure and development history.

This led to the complex geological structure of the area, intense magmatism and widespread development of faults. Weathering crusts of areal and linear types are widely developed in the area of the deposit. The thickness of the areal weathering crusts reaches 70 m, linear (in the eastern part of the deposit) 120-180 m. The boundary of the oxidized ore zone follows the boundary of the weathering crust and is located at depths of about 40-100 m, which made it possible to mine the first stage of the quarry with a depth of up to 80-100 m without the use of drilling and blasting operations. In stockwork bodies, the two noted morphological types often accompany each other in various combinations and combinations [1, 2]. Ore zones and bodies have a linear morphology with a steep dip.

The length of individual ore bodies varies from tens to 645 m, and thickness - from a meter to 65 m, while vein-like ore bodies usually have an insignificant thickness of up to 3 m and a small extent (up to 100 m) with pinching out along strike and dip.

The depth of mineralization exceeds 750-850 m, and with depth there is no tendency for ore bodies to pinch out, and the gold content increases.

**Materials and Methods.** There is a certain pattern in the distribution of ore bodies - the center

of the mineralized strip is maximally saturated with closely spaced ore bodies of irregular shape, on the flanks they are less common and spatially separated. This is explained by the development of a predominantly stockwork type in the center, and vein and isolated stockwork type on the flanks. The gold content changes literally at a distance of the first meters [3].

Extraction unit is the smallest economically and technologically optimal section of a deposit with a reliable calculation of initial reserves (block, panel, longwall, part of a ledge), the development of which is carried out by a unified development system and technological scheme of extraction, according to which the most accurate separate accounting of production can be carried out in terms of quantity and quality of minerals [4,5].

Taking into account the peculiarities of the geological structure of the deposit, the most optimal excavation unit will be a ledge (horizon) with a height of 7.5 m, during the development of which it will be possible to most accurately ensure the accounting, condition and movement of reserves, losses and dilution.

The concept of a ledge - as an excavation unit corresponds to the definition and functions of a minimum section and meets the requirements for an excavation unit, because:

- economically and technologically justified optimal mining geometric unit by the project;

- with reliable calculation of initial ore reserves;

- development of which is carried out by a unified development system and technological scheme of excavation;

- by which an accurate separate accounting of the extraction of ore mass can be carried out according to the quantity and content of metal (useful component) in it [6].

For each mining unit, the subsoil user creates a passport reflecting the state and movement of mineral reserves, the actual fulfillment of loss and dilution indicators, and the state of mining operations.

The provision of a quarry with ore reserves and volumes of overburden ready for extraction are expressed for the period of operation in months or fractions of a year, based on its planned productivity in the next year; When putting capacity into operation, the availability of the quarry is calculated: for minerals - based on the amount of capacity introduced and introduced in the next year, for overburden rocks - based on the planned productivity for overburden rocks for the coming year.

With year-round operation, the quarry' s supply is:

- ready-to-excavate ore reserves – at least 2.5 months;

- volumes of overburden rock ready for excavation - at least 2.5 months;

- volumes of loose overburden ready for excavation - at least 1.8 months.

Based on the design capabilities of the adopted type of equipment, the height of the working benches is assumed to be 7.5 m.

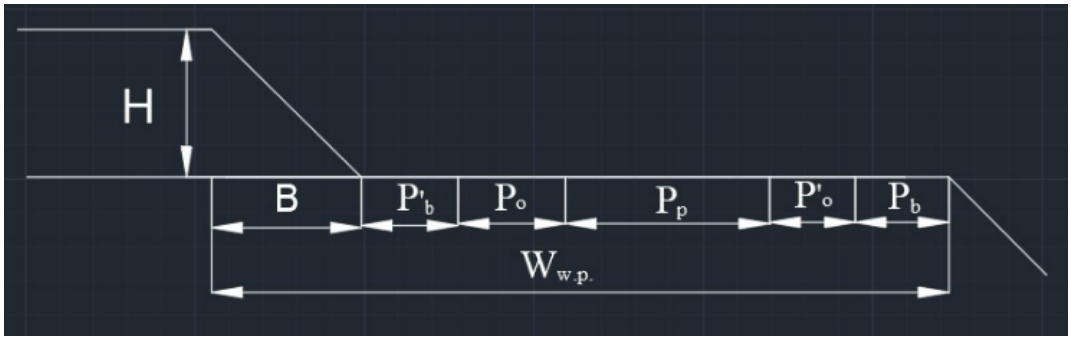



**Fig. 1 - Working platform width**

The calculated value of the minimum permissible width of working platforms under standard conditions was determined taking into account the regulations for the placement of the excavator entry, the width of the shoulders, safety strips and the safety shaft was 50 m (Figure 1) [7].

The width of the working platform is determined by the formula:

Ww.p.= B+Pp+Po+P' o+Pb+ P' b, m

where B - Full width of rock collapse after explosion;

$P'_b$ - Width of the safety strip between the first row of wells and the edge;

$P_o$ - Upland shoulder width;

$P_p$ - Roadway width;

$P'_o$ - Downstream curb width;

$P_b$ - Collapse prism width.

When driving entry and cutting trenches, as well as when working in difficult, cramped conditions, working with a dead-end face is used [8].

The width of a dead-end face, as a rule, corresponds to two excavator radii. If the width of the dead-end face is less than two digging radii, the possibility of turning the excavator and safely placing vehicles in the trench is checked. The turning radius and length of the dump truck must correspond to unimpeded entry and loading at the face.

**Results and Discussion.** In areas prone to deformation, it is recommended to carry out blasting operations in a gentle or controlled mode. Blasting can have a significant and often decisive impact on the behavior of slopes. Drilling and blasting with a controlled perimeter is recommended for all sides of the final pit contour provided for in the project. Controlled perimeter drilling and blasting technologies must be developed and their effectiveness verified before the beads are formed to the final design position [9]. The performance of each controlled explosion must be monitored and analyzed to ensure it remains consistent with changing conditions.

An important factor in ensuring the stability of the pit walls is the management of groundwater pressure. Groundwater pressure inside the edge and along structural differences can increase destabilizing (destructive) forces. These forces can be mitigated by using appropriate measures. Measures to reduce pressure in slopes should include the installation of drainage ditches. To stabilize slopes, wells for pumping water around the perimeter and horizontal drainages are recommended [10].

An important activity is clearing the ledges. Cleaning involves removing suspended rocks from the surface of the slopes and subsequent cleaning at the base of the slope. Cleaning should be the final operation of each excavation cycle when constructing both permanent and temporary pit walls. This procedure allows you to maintain order and reduce the risk of rock collapse.

At all stages of quarry development, continuous geotechnical monitoring should be carried out, including visual inspection of the condition of slopes, mapping of cracks, collection of data on deformations and groundwater.

Information collected during monitoring should be documented and processed by a competent geotechnical professional. When monitoring, the following information should be recorded: geological characteristics of the wall (lithology, deformation, weathering), engineering-geological characteristics for classifying the rock mass, geometry of the wall (including deformations and factors causing them), observation of damage as a result of drilling and blasting operations, water infiltration, quality and efficiency of cleaning, monitoring of existing cracks and collapses.

The opening of the designed quarries is carried out using both external and internal entrance trenches.

The design of the opening scheme in quarries is carried out taking into account a number of conditions and factors, including: ensuring the minimum range of hauling the rock mass along intra-quarry roads with ensuring a minimum volume of overburden in the contours of the quarries; locations of ore stockpiles and overburden dumps.

The opening of each new horizon is carried out

depending on the parameters of the section of the ore zone to be mined by creating a temporary dead-end or permanent ramp in a place convenient for the unhindered development of its reserves and preparing the site for opening a new underlying horizon.

**Conclusion.** At all stages of quarry development, continuous geotechnical monitoring should be carried out, including visual inspection of the condition of slopes, mapping of cracks, collection of data on deformations and groundwater. In areas prone to deformation, it is recommended to carry out blasting operations in a gentle or controlled mode. An important activity is clearing the ledges. Cleaning involves removing suspended rocks from the surface of the slopes and subsequent cleaning at the base of the slope. Cleaning should be the final operation of each excavation cycle when constructing both permanent and temporary pit walls. This procedure allows you to maintain order and reduce the risk of rock collapse.

***Financing.*** *This research was funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No.BR24993009).*

## References

1. Volkov M.A. Izuchenie fiziko-mekhanicheskikh svoistv gornykh porod na raznykh etapakh razrusheniya. / M.A. Volkov, D.V. Solov'ev, L.A. Belina, A.G. Pimonov. // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2017. S. 16-19. [in Russian]

2. Kazakov N.N., Viktorov S.D., Shljapin A.V.,Lapikov I.N. Droblenie gornyh porod vzryvom v kar' erah.Droblenie gornyh porod vzryvom v kar' erah : monografija / Kazakov N.N. [i dr.]. — M.: RAN, 2020 -520 s. (s.404-404) ISBN 978-5-907036-96-3. [in Russian]

3. Rakishev B.R. Vzaimosvyaz' mezhdu sistemoi i tekhnologiei otkrytoi razrabotki poleznykh iskopaemykh. // Gornyi zhurnal Kazakhstana. 2017. №1. S.20-27. [in Russian]

4. Delentas A., Benardos A., Nomikos P. Analyzing Stability Conditions and Ore Dilution in Open Stope Mining// Mineral resources.- 2021.- Vol.1(12). - P.1404. DOI 10. 3390/min11121404

5. Potapov M.G. Ekologicheskaya otsenka tekhnologicheskikh skhem otkrytykh gornykh rabot. // Gornyi zhurnal. -2003. - № 3.- S. 81-86. [in Russian]

6. Akishev A.N. Upravlenie razvitiem rabochei zony kimberlitovykh kar'erov. / A.N. Akishev, V.A. Bakhtin, E.V. Bondarenko, S.L. Babaskin. // Gornaya promyshlennost'.- 2004.- №1.- S. 53-59. [in Russian]

7. Vuyeykova O., Sładkowski A., Stolpovskikh I., Akhmetova M.: Rationalization of road transport park for the carriage of mining rocks in the open mines. // Transport Problems Volume 11 Isuee 1. P 79-85, Poland, Gliwice 2016, ISSN 1896-0596 IF 0,265 http://transportproblems.polsl.pl

8. Shakenov A., A. Sładkowski, I. Stolpovskikh. Haul road condition impact on tire life of mining dump truck//Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.-2022. - Vol.192(6)- P. 25-29. DOI 10.33271/nvngu/20226/025

9. Kadnikova O.,Kuzmin S., Altynbayeva G., Turbit A., Khabdullina Z. Development of a New Environmentally-Friendly Technology for Transportation of Mined Rock in the Opencast Mining. // Environmental and Climate Technologies.- 2020.-Vol. 24(1).- P.341-356 DOI 10.2478/rtuect-2020-0019

10. Kalyuzhny A.S. Opredelenie parametrov narushennoj zony i ob"emov potencial'nyh vyvalov dlya uslovij kar'era «Olenij ruchej»//Gornyj informacionnoanaliticheskij byulleten.- 2016.- No.7.- S. 403-412. [in Russian]

***Information about the authors***

Dauletzhanova Zh.T.-PhD, Associate Professor of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, K.Kulazhanov named Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: kaliyeva_zhanna@mail.ru;

Zakharov A.M. - master of Technical Sciences, senior lecturer at the Department of Mineral Deposit Development, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: assalamm@mail.ru;

Shmidt-Fedotova I.M. – PhD, lecturer of the Department of «Development Mineral Deposit», Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, irinka.shmidt@mail.ru

***Сведения об авторе***

Даулетжанова Ж.Т. - PhD, ассоциированный профессор кафедры «Химия, химическая технология и экология», Казахский университет технологии и бизнеса имюК.Кулажанова, г. Астана, Казахстан, e-mail: kaliyeva_zhanna@mail.ru;

Захаров А.М. - магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан, e-mail: assalamm@mail.ru;

Шмидт-Федотова И.М.- PhD, преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, (г. Караганда, Казахстан), irinka.shmidt @mail.ru.

МРНТИ 52.35.01 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-662**

# ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ БУРОГО УГЛЯ КУЗНЕЦСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИИ

**[1]А.П. Науанова, [1]Т.О. Хамитова, [2]Н. Парманбек, [3]С. Тянах, [3]Р.З. Касенов, [3]С.Ж. Давренбеков, [3]А.Н. Болатбай, [3]У.Б. Толеуов**

*[1]Казахский агротехнический исследовательский университет им. Сейфуллина, Астана, Казахстан,*
*[2]Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан,*
*[3]Карагандинский университет имени Е. А. Букетова, Караганда, Казахстан*
*Корреспондент-автор:* khamitova.t@inbox.ru, parmanbek.nursanat@gmail.com, saika_8989@mail.ru

Научная новизна данного исследования заключается в комплексном анализе физических и химических свойств бурого угля Кузнецкого месторождения с применением современных методов исследования. Были систематизированы и представлены данные, касающиеся элементного состава, зольности, влажности и выхода летучих веществ данного угля. Особое внимание было уделено изучению влияния функциональных групп на реакционную способность угля, что ранее не было исследовано в столь детализированной форме для этого месторождения. Актуальность данного исследования заключается в глубоком и систематическом анализе свойств гуминовых кислот, полученных из бурого угля Кузнецкого месторождения, с применением современных аналитических методов. Впервые в рамках данного исследования были выявлены и охарактеризованы химические структуры гуминовых кислот, что позволяет глубже понять их состав и функциональные особенности. Использование таких методов, как инфракрасная спектроскопия и элементный анализ, термогравиметрический анализ дало возможность не только идентифицировать основные функциональные группы бурых углей и гуминовых кислот, но и определить их термическую стабильность и реакционную способность. Это позволяет оценить их потенциальное применение в различных отраслях, таких как агрохимия, экология и медицина. Таким образом, полученные результаты исследования являются значительным вкладом в область углехимии и экологии, а также могут послужить основой для дальнейших исследований и разработок в сфере применения гуминовых кислот как экологически чистых добавок и сорбентов.

**Ключевые слова:** бурый уголь, гуминовые кислоты, кузнецкое месторождение, функциональные группы, инфракрасная спектроскопия, элементный анализ, зольность, реакционная способность.

# КУЗНЕЦК ЖӘНЕ КҮМІСҚҰДЫҚ ҚОҢЫР КӨМІРІНЕН СИНТЕЗДЕЛІП АЛЫНАТЫН ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**[1]А.П. Науанова, [1]Т.О. Хамитова, [2]Н. Парманбек, [3]С. Тянах, [3]Р.З. Касенов, [3]С.Ж. Давренбеков, [3]А.Н. Болатбай, [3]У.Б. Толеуов**

*[1]Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан,*
*[3]Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан,*
*e-mail: khamitova.t@inbox.ru, parmanbek.nursanat@gmail.com, saika_8989@mail.ru*

Бұл зерттеудің ғылыми жаңалығы қазіргі заманғы зерттеу әдістерін қолдана отырып, Кузнецк кен орнындағы қоңыр көмірдің физикалық-химиялық қасиеттерін жан-жақты талдауында болып табылады. Бұл көмірдің элементтік құрамы, күлділігі, ылғалдылығы және ұшпа заттарының шығымы туралы мәліметтер жүйеленіп, ұсынылып отыр. Бұл кен орны үшін бұрын мұндай егжей-тегжейлі түрде зерттелмеген көмірдің реактивтілігіне және функционалдық топтардың әсерін зерттеуге ерекше көңіл бөлінді. Бұл зерттеудің өзектілігі қазіргі заманғы аналитикалық әдістерді пайдалана отырып, Кузнецк кен орнының қоңыр көмірінен алынған гумин қышқылдарының қасиеттерін терең және жүйелі талдауда болып табылады. Бұл зерттеу алғаш рет гумин қышқылдарының химиялық құрылымын анықтап, сипаттады, бұл олардың құрамы мен функционалдық сипаттамаларын тереңірек

түсінуге мүмкіндік береді. Инфрақызыл спектроскопия және элементтік талдау және термогравиметриялық талдау сияқты әдістерді қолдану қоңыр көмір мен гумин қышқылдарының негізгі функционалдық топтарын анықтауға ғана емес, сонымен қатар олардың термиялық тұрақтылығы мен реакциялық қабілетін анықтауға мүмкіндік берді. Бұл олардың агрохимия, экология және медицина сияқты әртүрлі салаларда әлеуетті қолданылуын бағалауға мүмкіндік береді. Осылайша, алынған зерттеу нәтижелері көмір химиясы мен экологиясы саласына қосылған елеулі үлес болып табылады, сонымен қатар гумин қышқылдарын экологиялық таза қоспалар мен сорбенттер ретінде пайдалану бойынша одан әрі зерттеулер мен әзірлемелер үшін негіз бола алады.

**Түйін сөздер:** қоңыр көмір, гумин қышқылдары, Кузнецк кен орны, функционалдық топтар, инфрақызыл спектроскопия, элементтік талдау, күлділік, реактивтілік.

## STUDY OF THE PROPERTIES OF HUMIC ACIDS FROM BROWN COAL OF THE KUZNETSK DEPOSIT

**[1]A.P. Nauanova, [1]T.O. Khamitova✉, [2]N. Parmanbek✉, [3]S. Tyanakh✉, [3]R.Z. Kasenov, [3]S.Zh. Davrenbekov, [3]A.N. Bolatbay, [3]U.B. Toleuov**

*[1]NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan,*
*[2]The Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan,*
*E.A.Buketov Karagandy University, Karaganda, Kazakhstan,*
*e-mail:* khamitova.t@inbox.ru, parmanbek.nursanat@gmail.com, saika_8989@mail.ru

The scientific novelty of this research lies in the detailed analysis of the physical and chemical properties of brown coal from the Kuznetsk deposit, employing advanced research techniques. Systematic data on the elemental composition, ash content, moisture content, and volatile matter yield of this coal have been obtained and presented. Particular emphasis was placed on examining the influence of functional groups on coal reactivity—a level of detail previously unexplored for this deposit. The relevance of this work stems from its in-depth and structured analysis of the properties of humic acids derived from Kuznetsk brown coal using modern analytical methods. For the first time, the chemical structures of humic acids have been identified and characterized, enabling a more comprehensive understanding of their composition and functional characteristics. Methods such as infrared spectroscopy, elemental analysis, and thermogravimetric analysis allowed for the identification of key functional groups in brown coal and humic acids, as well as an assessment of their thermal stability and reactivity. These findings enable an evaluation of their potential applications in fields such as agrochemistry, environmental science, and medicine. Consequently, this research makes a substantial contribution to coal chemistry and environmental studies and provides a foundation for further research and development on the use of humic acids as eco-friendly additives and sorbents.

**Keywords:** brown coal, humic acids, Kuznetsk deposit, functional groups, infrared spectroscopy, elemental analysis, ash content, reactivity

**Введение.** Гуминовые кислоты, являясь основным компонентом природного гумуса, играют важную роль в различных биогеохимических процессах. Они обладают уникальными физико-химическими свойствами, что делает их перспективными для использования в сельском хозяйстве, экологии, медицине и промышленности. В последние десятилетия исследования гуминовых кислот активно развиваются, учитывая их способность повышать плодородие почвы, стимулировать рост растений, связывать тяжелые металлы и радионуклиды, а также оказывать антиоксидантное и иммуностимулирующее воздействие [1,2].

Бурый уголь является важным источником гуминовых веществ, и его переработка позволяет получить гуминовые кислоты в промышленных масштабах. Одним из перспективных объектов для таких исследований является бурый уголь Кузнецкого месторождения [3]. Благодаря сво-

ему химическому составу и доступности, это сырье представляет значительный интерес для разработки новых экологически чистых технологий получения гуминовых кислот.

Однако на сегодняшний день изучение свойств гуминовых кислот, полученных из бурого угля Кузнецкого месторождения, остается недостаточно исследованным направлением [4]. Поэтому целью данной работы является комплексное исследование физико-химических характеристик гуминовых кислот, извлеченных из этого угля, а также оценка их потенциального практического применения [5,6].

Данная тема актуальна как с точки зрения фундаментальной науки, так и с точки зрения практических задач, связанных с экологией, сельским хозяйством и промышленностью. Результаты исследования могут внести значительный вклад в развитие методов переработки бурого угля и применения гуминовых веществ в различных сферах [7,8].

**Материалы и методы.** Объектом исследования в данной работе является уголь, добываемый на разрезе «Кузнецкий» в Бухар-Жырауском районе Карагандинской области. Это предприятие входит в число крупнейших угледобывающих компаний Казахстана и специализируется на добыче бурого угля марки Б-3. Данный уголь обладает специфическими характеристиками, такими как низкая зольность (7,4%), сравнительно высокая влажность (9,5%) и значительный выход летучих веществ (47-50%). Эти параметры делают его важным ресурсом для энергетики и промышленности региона [9,10].

Применение методов инфракрасной спектроскопии, элементного анализа и термогравиметрического анализа позволяет не только выявить ключевые функциональные группы в составе бурых углей и гуминовых кислот, но и оценить их термическую стабильность и химическую активность. Это обосновано необходимостью комплексного изучения структуры и свойств данных веществ для дальнейшего прогнозирования их поведения в различных процессах.

**Рис. 1 - Измельченные и высушенные образцы углей Кузнецкого (KUZ) месторождения**

*Пробоподготовка и анализ исходного сырья.* На начальном этапе работ нами в качестве исходного сырья для извлечения гуминовых кислот были взяты образцы бурого угля из Кузнецкого (KUZ) месторождений. Каждый образец был тщательно измельчен на дробилке марки «Вибротехник ЩД-6» до фракции 0,5–1 мм для увеличения площади поверхности и облегчения экстракции (рис.1). Затем угольные образцы были высушены в сушильном шкафу при температуре 80°C в течение 8 часов для удаления влаги.

*Экстракция гуминовой кислоты из угля водно-щелочным методом.* Для экстракции гуминовых кислот из бурого угля был использован водно-

щелочной метод с применением гидроксида натрия (NaOH), основанный на осаждении гуминовых кислот в кислой среде. Гуминовые кислоты были выделены через реакцию с NaOH, а их разделение в результате осаждения описывается следующим уравнением:

$$\begin{gathered}\text{Уголь} + \text{NaOHГК} - \text{COONa} + \text{ГМК} - \text{COONa} + \text{ФК} - \text{COONa} \\ 2\text{ГК} - \text{COONa} + 2\text{ГМК} - \text{COONa} + 2\text{ФК} - \text{COONa} + 3\text{HCl} \\ 2\text{ГК} - \text{COONa} + 2\text{ГМК} - \text{COONa} + 2\text{ФК} - \text{COONa} + 3\text{NaCl}\end{gathered} \quad (1)$$

Гуминовые кислоты были экстрагированы путем добавления NaOH к угольным образцам и последующего осаждения кислым реагентом. В процессе экстракции 10,0–20,0 г угля с точностью до 0,0001 г помещали в колбу объемом 250 см$^3$ и добавляли 100 см$^3$ 4% раствора гидроксида натрия. Смесь нагревали до температуры 80°C и перемешивали на шейкере в течение 2 часов. Полученную смесь подвергали фильтрации или центрифугированию для отделения нерастворившихся остатков угля, которые затем промывали небольшим количеством щелочного раствора. Остатки угля высушивали и взвешивали для дальнейшего анализа. Измеряли объем экстрагированного раствора и проводили оценку содержания гуминовых кислот в конечном продукте (рис.2).

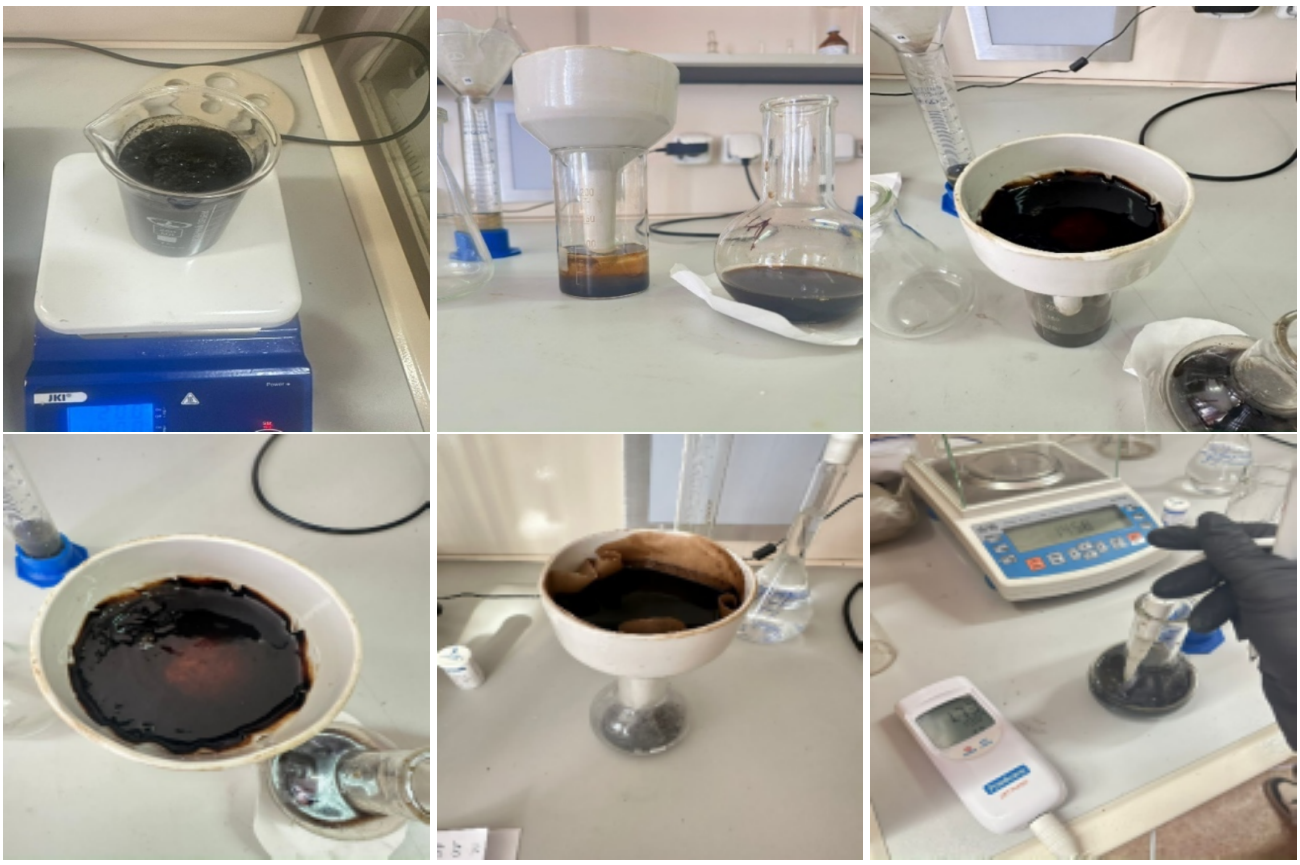


**Рис. 2 - Процесс выделения гуминовых кислот из бурых углей**

Гуминовую кислоту осаждали в 5%-ном растворе HCl, поддерживая pH смеси на уровне 2–3. Смесь оставляли для осаждения на 60 минут, после чего образовавшийся осадок гумино-

вой кислоты фильтровали через предварительно взвешенную фильтровальную бумагу (синяя полоска). Осадок тщательно промывали дистиллированной водой для удаления примесей и остатков реагентов. После завершения фильтрации, фильтровальную бумагу с осадком аккуратно извлекали из воронки Бюхнера, складывали в несколько слоев и предварительно высушивали. Затем фильтр с осадком помещали в заранее взвешенный стакан и сушили в сушильной печи при температуре 80°C до достижения постоянной массы. Этот этап обеспечивал полное удаление влаги из осадка и позволял точно измерить массу выделенной гуминовой кислоты [7,8].

*Элементный состав образцов.* Методика исследования элементного состава образцов была проведена с использованием органического элементного анализатора CHNS-O UNICUBE производства компании «Elementar Analysensysteme GmbH» (Германия). Исследовательская работа была выполнена в лаборатории Назарбаев Университета (рис.3). Принцип работы анализатора основан на классическом методе Дюма-Прегля, включающем сжигание образцов в присутствии окислителя в потоке инертного газа. Процесс сжигания осуществлялся в динамических условиях, предполагающих подачу постоянного потока кислорода на протяжении заданного времени, в результате чего образовывались такие аналитические формы элементов, как диоксид углерода ($CO_2$), вода ($H_2O$), молекулярный азот ($N_2$) и диоксид серы ($SO_2$). Для взвешивания точных навесок применялись аналитические ультрамикровесы «Mettler Toledo XPR6U Ultra-Microbalance». Образцы помещались в одноразовые оловянные лодочки толщиной менее 0,01 мм, которые герметично запечатывались пинцетом для предотвращения утраты образца [7-8].

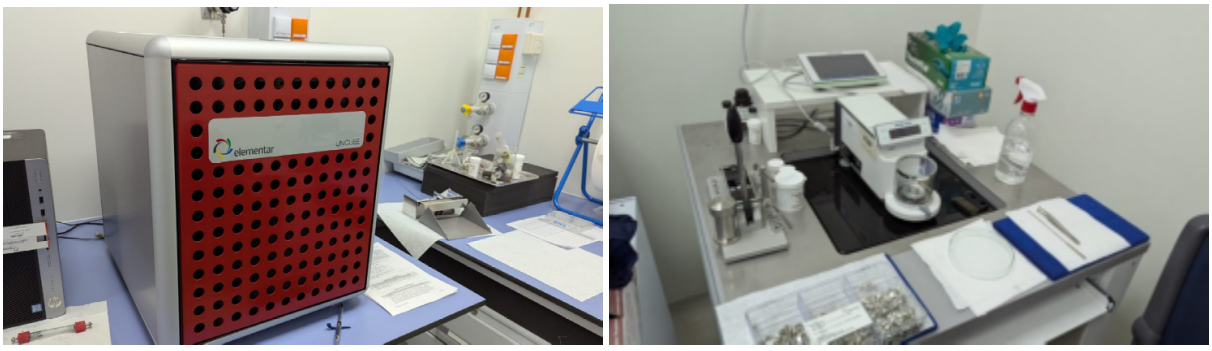



**Рис. 3 - Элементный анализатор CHNS-O UNICUBE производства компании «Elementar Analysensysteme GmbH» (Германия) для определения элементного состава бурых углей, золы и гуминовой кислоты**

Диапазон взвешивания: от микро (<1 мг) до макро (около 1 г) внесения и до 15 мг органических веществ. Диапазон концентрации элемента:

C: До 14 мг абсолютного значения или 0–100 % (0–50 мг в режиме CN*)

H: До 2 мг абсолютного значения или 0–100 %.

N: до 10 мг абсолютного значения или 0–100 %.

S: До 3 мг абсолютного значения или 0–100 %.

O*: До 6 мг абсолютного значения или 0–100 %.

Точность: <0,1 % абсолютного содержания (гомогенное вещество), в зависимости от типа пробы, режима анализа и конфигурации. Сжигание образцов осуществлялось в кварцевом реакторе, использованном в анализаторе Unicube от ELEMENTAR, с керамическим покрытием, устойчивым к высоким температурам. Это позволяло проводить сжигание при температуре до 1150°C без применения катализаторов. Температура колонки окисления составляла 1150°C, а ко-

лонки восстановления - 850°С. Каждый образец анализировался трижды, после чего усреднялись результаты. Для калибровки и проверки точности оборудования был использован стандарт сульфаниламида, предоставленный компанией Elementar Analysensysteme GmbH. В процессе измерений применялись оловянные лодочки размером 4×4×11 мм и газы высокой чистоты: гелий (99.9999%) и кислород (99.999%). Основной стандарт: ASTM D5373. Стандартные методы испытаний для определения углерода, водорода и азота в пробах для анализа угля и углерода в пробах для анализа угля и кокса. Этот стандарт охватывает определение углерода, водорода и азота в пробах угля и кокса с использованием технологии сжигания [9-10].

**Результаты и обсуждения.** Образец угля Кузнецкого угольного разреза характеризуется специфическими свойствами, включая низкую зольность (7,4%), относительно высокое содержание влаги (9,5%) и значительный выход летучих веществ (47–50%). Данные показатели определяют его значимость в качестве ценного энергетического ресурса, обладающего высокой эффективностью сгорания, что обуславливает его востребованность в энергетическом секторе и промышленности региона.

**Элементный анализ для определения содержания углерода, водорода, азота и других элементов.** С помощью элементного анализатора CHNS-O UNICUBE (Elementar Analysensysteme GmbH) определены содержания углерода (С), водорода (Н), азота (N), серы (S) и кислорода (О) в различных образцах. На основании проведённого анализа были получены средние значения содержания кислорода (О), углерода (С), водорода (Н), азота (N) и серы (S) в буром угле Кузнецкого угольного разреза (образец Kuz-2024) и в золе, образованной после его сжигания (образец Zola Kuz-2024). Полученные данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Средние значения содержания кислорода (О), углерода (С), водорода (Н), азота (N) и серы (S) в буром угле Кузнецкого угольного разреза и золе, полученной при его сжигании**

| № | Название | Кислород (О), % | Углерод (С), % | Водород (Н), % | Азот (N), % | Сера (S), % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kuz-2024 | 25,07 | 56,02 | 5,085 | 0 | 0,155 |
| 2 | Zola Kuz-2024 | 11,56 | 12,33 | 0,16 | 0,43 | 0 |

Бурый уголь Кузнецкого угольного разреза характеризуется высоким содержанием углерода (56,02%), что подтверждает его высокую теплотворную способность и делает его пригодным для использования в качестве топлива. Высокое содержание кислорода (25,07%) и водорода (5,085%) указывает на наличие большого количества летучих веществ и высокую реакционную способность при сжигании, что повышает его эффективность в процессе горения. Отсутствие азота в образце указывает на низкий риск образования азотистых соединений, таких как оксиды азота ($NO_x$), что положительно сказывается на экологической безопасности его использования. Низкое содержание серы (0,155%) свидетельствует о малой вероятности выбросов диоксида серы ($SO_2$), хотя контроль за выбросами $SO_2$ при сжигании всё равно остаётся важным для предотвращения загрязнения атмосферы.

В образце золы наблюдается значительное снижение содержания кислорода (до 11,56%), углерода (до 12,33%) и водорода (до 0,16%) по сравнению с исходным углём. Это свидетельствует о том, что большая часть кислорода и водорода была высвобождена в виде газообразных продуктов сгорания, таких как углекислый газ ($CO_2$) и водяной пар ($H_2O$). Содержание углерода в золе на уровне 12,33% указывает на наличие остаточного органического вещества, которое может быть полезно для применения золы в качестве компонента органоминеральных удобрений. Содержание азота в золе (0,43%) объясняется

возможным образованием азотистых соединений ($NO_x$) при сжигании угля в воздушной среде.

Содержание углерода в золе остаётся на уровне 12,33%, что указывает на неполное его окисление, что может быть полезным для дальнейшего применения золы. Водород, содержание которого в угле составляло 5,085%, почти полностью исчезает (0,16%) в золе, что связано с испарением водорода в виде водяного пара.

Зола, образовавшаяся после сжигания бурого угля, имеет потенциал для использования в качестве компонента органоминеральных мелиорантов. Остаточное содержание углерода и азота может способствовать повышению плодородия почвы, улучшая её структуру. Отсутствие серы в золе является положительным фактором с точки зрения экологии, так как высокое содержание серы могло бы привести к закислению почвы. Низкое содержание водорода и кислорода в золе свидетельствует о её минеральной природе, что также может положительно сказаться на физико-химических характеристиках почвы.

Таким образом, зола бурого угля Кузнецкого угольного разреза может быть использована для улучшения почв, однако для окончательной оценки её пригодности необходимы дополнительные исследования на наличие тяжёлых металлов и токсичных элементов.

**Идентификация функциональных групп**. Для выявления функциональных групп, присутствующих в образцах использовался ИК фурье-спектрометр ФСМ 1202. Для этого угольные образцы были измельчены и смешаны с KBr (бромидом калия) для получения таблеток. Спектры были сняты в диапазоне 4000–400 $см^{-1}$ с разрешением 4 $см^{-1}$. Основное внимание уделялось полосам поглощения, характерным для различных функциональных групп, таких как карбоксильные группы (-COOH), гидроксильные группы (-OH), ароматические связи (C=C) и алифатические углеводородные цепи (C-H). Полученные данные представлены в рисунке 4.

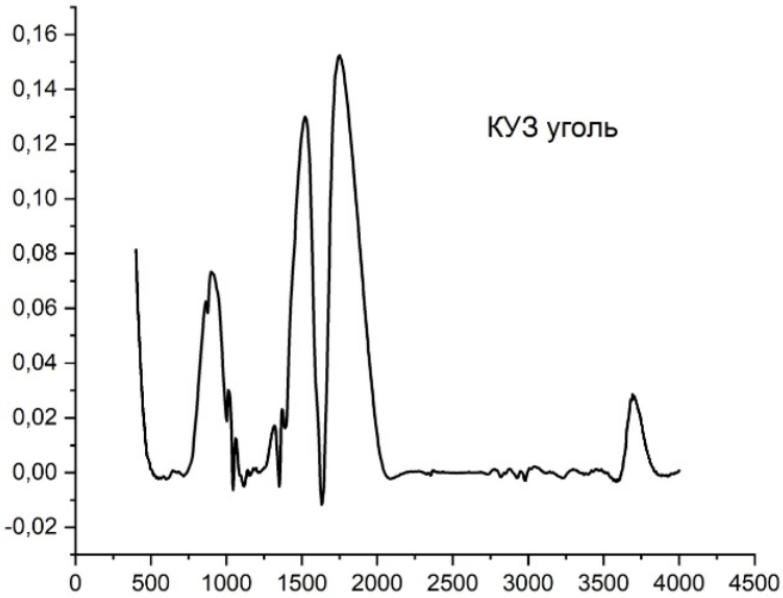



**Рис. 4 - ИК спектры образцов углей**

Как видно из рисунка 4, полоса в области 3800–3600 $см^{-1}$ свидетельствуют о воде, связанная с поверхностью угля, или гидроксильными группами, образованные при химических реакциях. В диапазоне 2000–1600 $см^{-1}$ наблюдаются поглощения, связанные с колебаниями C=O связей. Это могут быть карбонильные соединения, такие как кетоны, альдегиды или карбоксильные группы. В углях такие полосы могут возникать из-за наличия кислородсодержащих функциональных групп, которые участвуют в процессах окисления. Полоса в области 1600–1300 $см^{-1}$

отвечает за деформационные колебания C–H и C=C связей в ароматических кольцах. Угли содержат большое количество ароматических структур, и этот диапазон может указывать на степень ароматичности углеродного скелета угля. Чем интенсивнее полосы в этом диапазоне, тем выше содержание ароматических углеродов. Диапазон 1000–750 $см^{-1}$ может указывать на наличие замещенных бензольных колец (ароматических углеводородов) и колебания C–H в плоскости кольца. Также здесь могут проявляться колебания углеродно-кислородных связей в таких структурах, как эфиры или спирты, если они присутствуют в угле.

**Дифференциальная сканирующая калориметрия (ТГА)/ДСК анализ.** ТГ/ДСК анализ проводился на приборе LABSYS$^{TM}$EvoTG-DTA/DSC(SETARAM, Франция) для оценки термической стабильности исследуемых образцов и изучения процесса их разложения при нагреве. Образцы углей были помещены в тигли из оксида алюминия и нагревались с постоянной скоростью 10°C/мин в атмосфере воздуха до температуры 1000°C. В процессе измерялись изменения массы образца, что позволило определить температуры, при которых происходят основные стадии разложения органической материи, а также содержание влаги, летучих веществ, фиксированного углерода и золы. ТГА также позволил оценить стабильность органических компонентов угля и его возможную реакционную способность. Полученные данные представлены в рисунке 5.

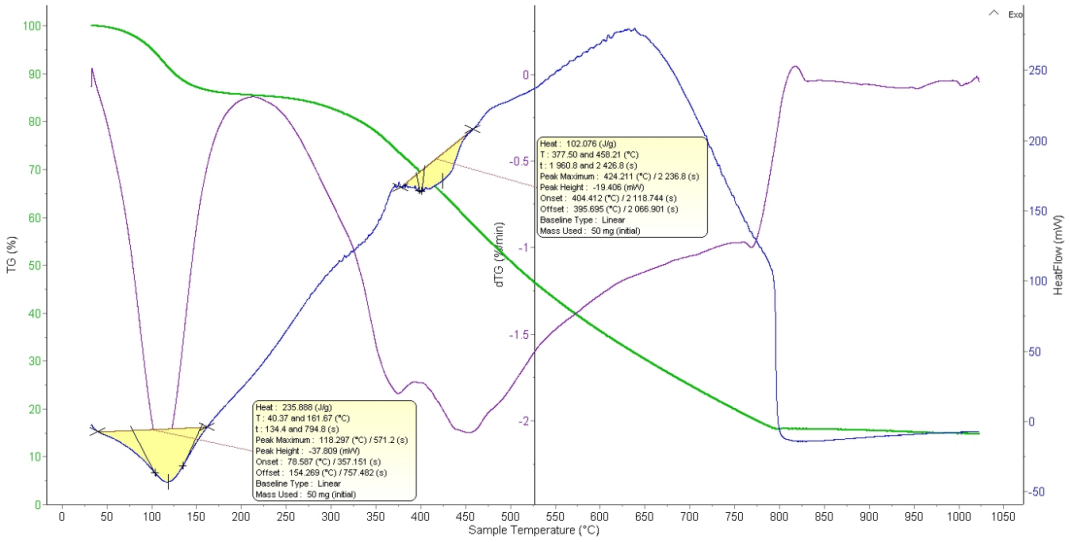



**Рис. 5 - Результаты ТГ/ДСК анализа Кузнецкого угля**

Из рисунка 5 можно заметить, что термическое разложение угля проходит в несколько этапов, характеризующихся различными температурными диапазонами и потерей массы. В диапазоне 32–213°C происходит удаление влаги и легколетучих соединений. Потеря массы 14,5 % связана с испарением гигроскопической и связанной воды, а также возможным удалением некоторых низкомолекулярных летучих соединений. На втором этапе при 217–394°C с потерей массы 15% происходит разложение нестабильных углеводородов, выделение летучих веществ, включая углеводороды, угарный газ (CO) и небольшое количество углекислого газа ($CO_2$). Основная стадия пиролиза приходится на диапазон 400–820°C (54%) и характеризуется интенсивным разложением органической части угля с образованием коксового остатка, значительного количества газообразных продуктов и жидких конденсатов. В этот период разрушаются ароматические структуры, выделяются газы, такие как $CH_4$, $H_2$, CO, $CO_2$, а также смолы и полициклические углеводороды. После 820°C разложение угля, как правило, завершается, и

остаётся в основном минеральный остаток массой около 15%.

Эндотермические пики на кривой дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) указывают на тепловые эффекты, сопровождающие разложение угля. Пик при 40 –162°C связан с испарением влаги (гигроскопической и капиллярно-связанной воды), а также, возможно, с удалением низкомолекулярных летучих соединений. Высокая энтальпия процесса (235 Дж/г) указывает на значительные энергозатраты на испарение. Эндотермический пик с поглощением теплоты 102 Дж/г в диапазоне 377–458°C может быть обусловлен разложением кислородсодержащих функциональных групп органической массы угля. Также в этом диапазоне происходит частичный пиролиз и выделение летучих веществ. Оба пика подтверждают этапность термического разложения угля, соответствующую данным термогравиметрического анализа (ТГА).

**Вычисление количественного выхода гуминовых веществ из угольных отходов.** В результате проведенных экспериментов из образцов углей Кузнецкого месторождений были извлечены гуминовые кислоты методом щелочного гидролиза. Из углей Кузнецкого месторождения массой 10 г было получено 0,7 г гуминовых кислот (выход 7%) (рис.6).

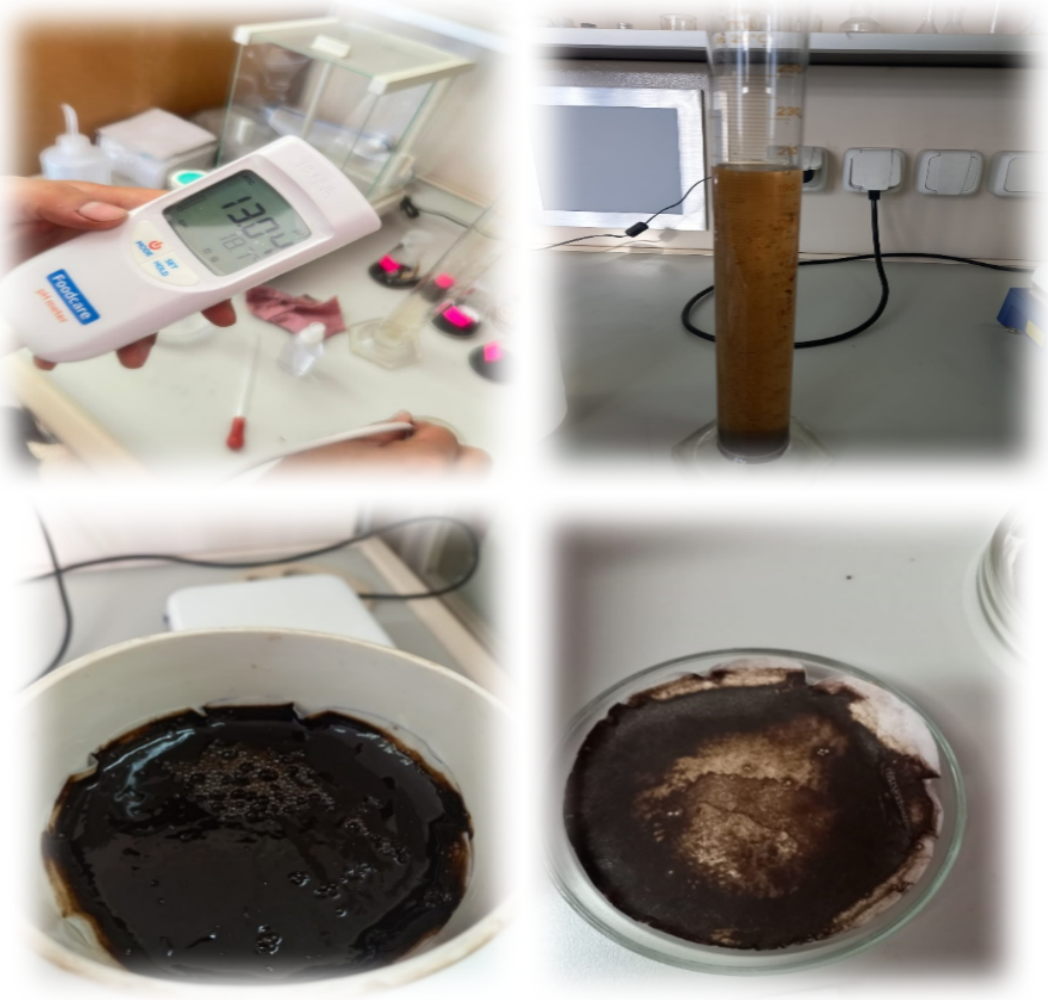


**Рис.6 - Подкисление и осаждение гуминовых кислот**

В рамках оптимизации технологии экстракции гуминовых кислот исследовались различные параметры процесса: концентрация щелочного раствора (1–4%), температура (20-80°C) и продолжительность реакции (30–120 минут). Экспериментально было установлено, что наиболее

полное разделение гуматов натрия происходит при использовании 4%-ного раствора щелочи при температуре 80°С и времени реакции 120 минут.

Высокая концентрация щелочи способствует более полному извлечению гуминовых кислот, однако повышение температуры обработки выше 80°С приводит к снижению выхода гуматов натрия (с 4% до 2%) и значительному изменению состава продуктов. Это связано с гидролизом и выщелачиванием карбоксильных и полисахаридных фрагментов, что увеличивает относительное содержание ароматических структур (до 44–45%). Продление времени реакции более 2 часов не оказывает значительного влияния на степень извлечения гуминовых кислот.

**Спектроскопическая оценка содержания гуминовых веществ и исследование структурных характеристик.** В результате проведенных экспериментов из образцов углей Кузнецкого месторождений были извлечены гуминовые кислоты методом щелочного гидролиза. Полученные образцы гуминовых кислот проанализированы методами ИК и ТГ/ДСК анализа (рис. 7, 8).

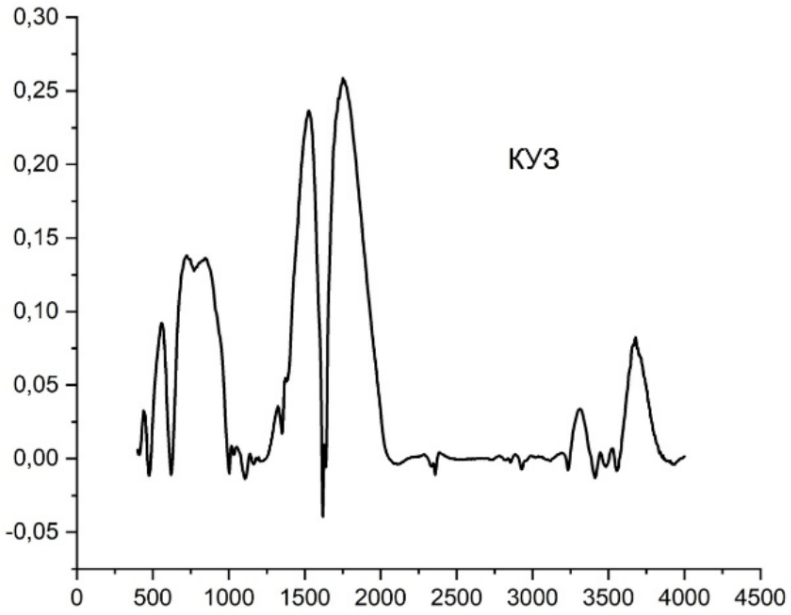



**Рис. 7 - ИК спектры полученных гуминовых кислот**

На рисунке 7 видно, что в диапазоне 3800–3550 $см^{-1}$ присутствует полоса поглощения, связанные с колебаниями О–Н групп. Эти полосы характерны для гидроксильных групп (как в свободной воде, так и в водородных связях), которые присутствуют в структуре гуминовых кислот. При 2100–1600 $см^{-1}$ наблюдаются полосы поглощения, принадлежащие к карбоксильным кислотам, альдегидам, кетонам и сложным эфирам. Диапазон 1600-1250$см^{-1}$ отвечает за колебания ароматических С=С связей, что характерно для гуминовых кислот, которые имеют в своей структуре ароматические кольца. Также здесь могут проявляться деформационные колебания С–О связей в карбоксильных и фенольных группах, что указывает на наличие сложных кислородсодержащих функциональных групп в гуминовых кислотах. При 1000-600$см^{-1}$ можно наблюдать полосы поглощения, связанные с деформационными колебаниями С–Н в ароматических кольцах, а также колебания С–О–С связей в сложных эфирах и эфирных группах. Низкочастотный диапазон 600-500-$см^{-1}$ связан с колебаниями вне плоскости С–Н в ароматических системах, а также колебаниями, связанными с деформациями С–С связей в углеродных цепях.

Термогравиметрический анализ гуминовых кислот проводился в инертной среде до температуры 1000°C.

Определение функциональных групп угля важно для понимания его реакционной способности, способности к сорбции, горению, коксованию и другим технологическим процессам. Исследование состава функциональных групп угля Кузнецкого месторождения позволяет оценить его потенциал как топлива и сырья для химической промышленности, а также выбрать оптимальные методы его переработки.

Методы, описанные выше, обеспечивают комплексный подход к исследованию угля и помогают лучше понять его химическую природу и потенциал использования в различных отраслях. Полученные данные представлены в рисунке 8.

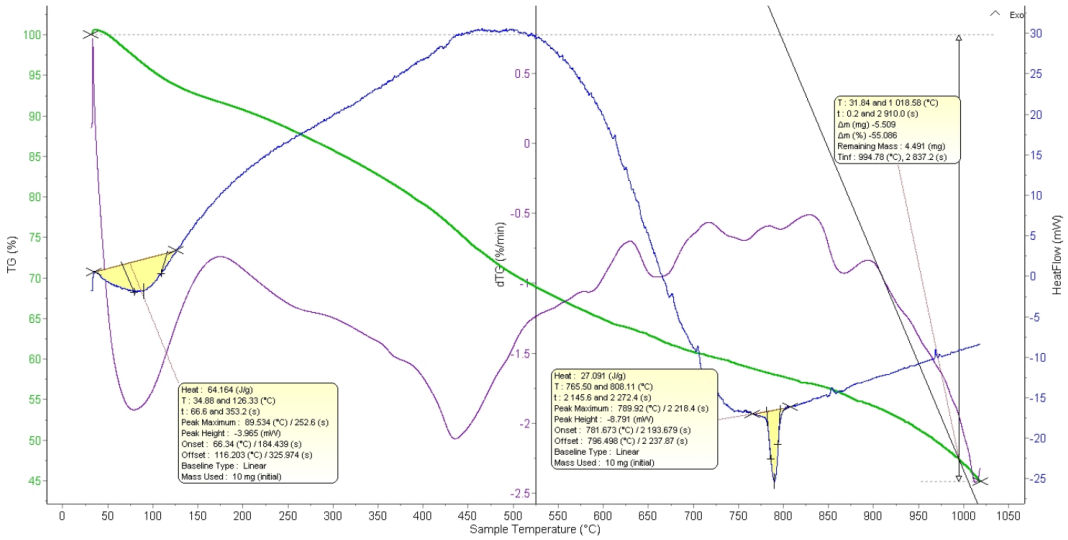



**Рис. 8 - Результаты ТГ/ДСК анализа образцов гуминовых кислот (KUZ)**

Как видно из кривых термогравиметрического анализа гуминовых кислот в диапазоне 30 ~ 175°C наблюдается незначительное изменение массы 7% вероятно связанное с остатками воды. Далее разложение образца происходит в две стадии. Первая стадия при 175-525°C с потерей массы 23% сопровождается разложением легколетучих веществ и функциональных групп, таких как карбоксильные, фенольные и метоксильные группы. Также разрушаются небольшие органические молекулы, связанные с ароматическими структурами, что приводит к существенной потере массы. Эта стадия характеризуется выделением воды, углекислого газа и других низкомолекулярных газов. Далее при температурах 550-1000°C происходит разрушение более стабильных ароматических структур и конденсированных полициклических систем. Что приводит к дальнейшей потере массы и образованию углеродных остатков (45% от общей массы). Основные процессы включают углерификацию (превращение органического вещества в углерод) и образование устойчивого остатка, напоминающего кокс. Эти стадии отражают последовательное термическое разложение гуминовых кислот, начиная от легких функциональных групп до стабильных углеродных структур.

На кривой ДСК гуминовых кислот наблюдается тепловой эффект при 35–126°C который связан с удалением влаги. Энтальпия 64 Дж/г указывает на относительно небольшие затраты тепла, характерные для процессов дегидратации. При 765–808°C присутствует небольшой эндотермический пик, который возможно связан с разложением остаточных устойчивых структур, например, ароматических фрагментов с высокой степенью конденсации. Низкая энтальпия (27 Дж/г) указывает на небольшие энергозатраты, что характерно для завершающих стадий раз-

ложения. Таким образом данные показывают, что термическое разложение гуминовых кислот происходит поэтапно, сначала с потерей влаги, затем с разрушением функциональных групп, аналогично процессам в углях, но с более низкими энергозатратами из-за меньшей степени ароматизации структуры.

**Определение химического состава гуминового продукта**. Далее с помощью элементного анализатора CHNS-O UNICUBE (Elementar Analysensysteme GmbH) были определены содержания углерода (C), водорода (H), азота (N), серы (S) и кислорода (O) в гуминовых кислотах (ГК), полученных из бурых углей месторождений Кузнецкого. Исследование проводилось для определения элементного состава этих кислот, что позволяет оценить их химические свойства и потенциальные области применения в сельском хозяйстве.

В таблице 3 приведены средние значения содержания химических элементов в процентах для гуминовых кислот, полученных с Кузнецкого месторождений.

**Таблица 3 – Средние значения содержания кислорода (O), углерода (C), водорода (H), азота (N) и серы (S) в гуминовых кислотах**

| Название | Углерод (C), % | Водород (H), % | Азот (N), % | Сера (S), % | Кислород (O), % |
|---|---|---|---|---|---|
| Гуминовая кислота (Кузнецкое) | 49.605 | 3.071 | 0.93 | 0.391 | 45.263 |

В гуминовой кислоте из Кузнецкого месторождения содержание углерода составляет 49.605%. Это может указывать на более высокую степень ароматичности или полимеризации органического материала в Кузнецких углях. В гуминовой кислоте из Кузнецкого месторождения содержание углерода составляет 49.605%. Это может указывать на более высокую степень ароматичности или полимеризации органического материала в Кузнецких углях. Содержание водорода в кислотах, полученных из Кузнецкого месторождения, составляет 3,071%. Концентрация азота в гуминовой кислоте данного месторождения равна 0,93%. Повышенное содержание азота может свидетельствовать о наличии значительного количества аминогрупп или белковых соединений в образце. В анализируемом образце содержание серы составляет 0,391%, что, вероятно, обусловлено присутствием сульфидных или органических серосодержащих соединений. Гуминовая кислота из Кузнецкого месторождения характеризуется повышенным содержанием кислорода (45,263%), что может свидетельствовать о наличии карбоксильных групп, способствующих увеличению кислотности и реакционной способности вещества.

Таким образом, гуминовая кислота из Кузнецкого месторождения, благодаря высокому содержанию углерода, низкому содержанию азота и серы, имеет более сбалансированный элементный состав, что делает её перспективной для использования в качестве компонента органоминеральных мелиорантов. Она способна эффективно улучшать физико-химические свойства почвы и обеспечивать растения необходимыми элементами питания.

**Выводы.** В ходе исследования гуминовых кислот, выделенных из бурого угля Кузнецкого месторождения, были получены данные о их составе, структуре и функциональных свойствах. Применение методов элементного анализа, инфракрасной (ИК) спектроскопии, термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) позволило охарактеризовать химический состав гуминовых кислот и определить наличие карбоксильных и фенольных групп.

Результаты исследования показали, что выход

гуминовых кислот из бурого угля Кузнецкого месторождения составляет 7%, что является сравнительно низким показателем. Несмотря на наличие функциональных групп, определяющих кислотность и способность к сорбции тяжелых металлов, такой низкий выход ограничивает их практическое применение в качестве самостоятельного источника гуминовых веществ. Таким образом, бурый уголь Кузнецкого месторождения нельзя рассматривать как перспективное сырье для промышленного получения гуминовых кислот. В дальнейшем целесообразно исследовать альтернативные методы увеличения выхода гуминовых веществ либо изучить возможность использования других углеродных материалов с более высокой эффективностью экстракции гуминовых соединений.

***Финансирование.*** *Данное исследование выполнено в рамках программы целевого финансирования по проекту ИРН BR24992961 «Разработка новых технологий переработки угольных отходов с использованием биосистем в органоминеральные удобрения для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур».*

## References

1. Tyanakh S., Baikenov M.I., Ma Feng Yun, Khamitova T. O., Balpanova N.Zh., Tulebayeva B., Kyzkenova A., Karimova A.B., Rakhimzhanova N.Zh., Kochegina E.V. Kinetic of oil sludge thermolysis process in presence of nickel, cobalt and iron-supported microsilicate // Polish Journal of Chemical Technology.- 2023.- Vol.23(3).- P.101-109. DOI 10.2478/pjct-2023-0030

2. Baikenov M.I., S. Tyanakh, Ma Feng-Yun, Gulmaliev A.M., Makasheva A.M., Khamitova T.O. & Malyshev V.P. Viscosity model for the middle fraction of Atasu-Alashankou oil sludge // Mendeleev Communications.- 2024.-Vol. 34(3).P.446 - 449. DOI 10.1016/j.mencom.2024.04.043

3. Tyanakh S., Baikenov M.I., Gulmaliev A.M., Ma, Feng-Yun, Musina G., Khamitova T.O., & Bolatbay A.N. Kinetics of Thermolysis of a Low-Temperature Tar in the Presence of a Catalyzer Agent with Deposited Metals // Bulletin of the University of Karaganda Chemistry.-2022.-№ 4(108). - P. 89-98. DOI 10.31489/2022Ch4/4-22-19

4. Margaret Suárez Muñoz, Clara Melián Rodríguez, Alina Gelen Rudnikas and other autors. Physicochemical characterization, elemental speciation and hydrogeochemical modeling of river and peloid sediments used for therapeutic uses // Applied Clay Science. - 2015.- Vol. 104.- P. 36-47. DOI 10.1016/j.clay.2014.11.029

5. Chen Y., Banin A., Schnitzer M. Use of the scanning electron microscope for structural studies on soil and soil components // Scanning electron microscopy. Part 3: Proceeding of the workshop on techniques for particulate matter studies on SEM.-1976.- P.425 - 432.

6. Kairbekov Zh.K. Pererabotka tverdyh gorjuchih iskopaemyh // Kniga, – Almaty: tipografija «BTS print».- 2014. -S. 260.[in Russian]

7. Kairbekov Zh.K., Suimbaeva S.M., Dzheldybaeva I.M., Kairbekov A.Zh., Abil' Mazhinova D.Z. Antioxidant Activity and Bioavailability of Humic Substances of Low-Mineralized Sulphide Mud // Engineered Science.- 2023.- № 25.- P. 941-948. DOI 10.30919/es941

8. Dzheldybaeva I.M., Kairbekov Z.K., Maloletnev A.S., Abil'mazhinova D.Z., Suimbaeva S.M. Physicochemical and Antioxidant Properties of Humic Substances from Coals of the Oy-Karagay and Kiyakty Deposits in the Republic of Kazakhstan // Solid Fuel Chemistry.- 2022.-Vol. 56.- P. 471-477. DOI 10.3103/S0361521921060033

9. Kairbekov Zh.K., Toktamysov M.T., Zhalgasuly N., Eshova Zh.T. Kompleksnaya pererabotka burykh uglei Tsentral'nogo Kazakhstana (Integrated Processing of Brown Coal from Central Kazakhstan) // Almaty:

Izd. KazNU. – 2014.

10. Arziev Zh.A. Ugli Kyrgyzstana kak osnova dlja poluchenija guminovyh udobrenij i stimuljatorov rosta rastenij // Sovremennye problemy nauki i tehniki: Sb. nauchn. tr. regional' noj nauchn. - teoret. konf. / Zhalalabatskij gos.tehn.in-t.- Zhalalabat.- 2002.- № 1.- S.34 - 38.[in Russian]

***Сведения об авторах***

Науанова А.П.-доктор биологических наук, профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет им. Сейфуллина, Астана, Казахстан, e-mail: nauanova@mail.ru;

Хамитова Т.О.- PhD, и.о. ассоцированного профессора, Казахский агротехнический исследовательский университет им. Сейфуллина, Астана, Казахстан, e-mail: khamitova.t@inbox.ru;

Парманбек Н.- PhD, инженер, Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан, e-mail: parmanbek.nursanat@gmail.com;

Тянах С.-Магистр, докторант, Карагандинский университет имени Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан, e-mail: saika_8989@mail.ru;

Касенов Р.З.- доцент, Карагандинский университет имени Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан, e-mail: r_z_kasenov@mail.ru;

Давренбеков С.Ж.- ассоцированный профессор, Карагандинский университет имени Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан, e-mail: sdavrenbekov@mail.ru;

Болатбай А.Н.-магистр, докторант, Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан, e-mail: abylai_bolatabai@mail.ru;

Тулеуов У. Б.-научный сотрудник, НИИ химических проблем, Караганда, Казахстан, e-mail: bekalols1@gmail.com

***Information about the authors***

Nauanova A. P. - doctor of Biological Sciences, Professor, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: nauanova@mail.ru;

Khamitova T.O.-PhD, acting associate professor, NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University», Astana, Kazakhstan, e-mail: khamitova.t@inbox.ru;

Parmanbek N.-PhD, engineer, The Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan, e-mail: parmanbek.nursanat@gmail.com;

Tyanakh S.- master, doctoral student, E.A. Buketov Karagandy University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: saika_8989@mail.ru;

Kasenov R.Z.- docent, E.A. Buketov Karagandy University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: r_z_kasenov@mail.ru;

Daurenbekov S.Z.-Associate Professor, E.A. Buketov Karagandy University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: sdavrenbekov@mail.ru;

Bolatbay A.N.-master, doctoral student, E.A. Buketov Karagandy University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: abylai_bolatabai@mail.ru;

Tuleuov U. B.- researcher, Research Institute of Chemical Problems, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: bekalols1@gmail.com

МРНТИ 52.47.27 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-682**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ ВНЕШНИМ ПОСТОЯННЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ МАЛОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

**[1]А.М. Мамед-заде, [2]Э.Ф. Ализаде, [1]Т.Г. Меликов, [3]К.С. Затыбеков, [3]М.К. Жантасов**

*[1]НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия» г.Баку, Азербайджан,*
*[2]Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан,*
*[3]Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан*

*Корреспондент-автор: a.k.zatybekovy@mail.ru*

Данная статья посвящена изучению процесса вытеснения нефти водой, обработанной внешним постоянным поперечным магнитным полем малой напряженности. На нефтяных промыслах создание таких высоких напряженностей магнитного поля сопряжено с определенными трудностями, поэтому было решено изучить влияние магнитного поля малой напряженности на конечный коэффициент извлечения нефти.

Для определения разности потенциалов в пористой среде предусматривалась вольфрамовая сетка, с одной стороны, плотно примыкающая к пористой среде, а с другой – к проницаемой для жидкостей, изолирующей фторопластовой прокладкой. Было обращено внимание на то, что при изменении напряженности магнитного поля происходило изменение разности потенциала на входе и выходе из пористой среды, которая измерялась потенциометром. При этом максимальное значение расхода соответствовало минимуму разности потенциала. Для получения высокой нефтеотдачи пластов необходимо правильно выбрать напряженность магнитного поля обработки вытесняющей воды. Экспериментально получено, что при обработке воды, внешним постоянным поперечным магнитном полем высокой напряженностью (H=51740 А/м и H=64476 А/м), наблюдается увеличение конечного коэффициента извлечения нефти из пористой среды на 37% и на 10% соответственно.

**Ключевые слова:** нефть, пористая среда, коэффициент извлечения нефти, магнитное поле, исследования, вытеснение нефти, моделирование процесса

# СУДЫ ТӨМЕН КЕРНЕУЛІ СЫРТҚЫ ТҰРАҚТЫ КӨЛДЕНЕҢ МАГНИТ ӨРІСІМЕН ӨҢДЕУ КЕЗІНДЕ СОҢҒЫ МҰНАЙ АЛУ КОЭФФИЦИЕНТІН АНЫҚТАУ

**[1]А.М. Мамед-заде, [2]Э.Ф. Ализаде, [1]Т.Г. Меликов, [3]К.С. Затыбеков, [3]М.К. Жантасов**

*[1] «Мұнай, газ және химияның геотехнологиялық мәселелері» ҒЗИ, Баку, Әзірбайжан*
*[2]Әзірбайжан мемлекеттік мұнай және өнеркәсіп университеті, Баку, Әзірбайжан*
*[3]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан*
*e-mail: a.k.zatybekovy@mail.ru*

Бұл мақала төмен кернеулі сыртқы тұрақты көлденең магнит өрісімен өңделген мұнайды сумен ығыстыру процесін зерттеуге арналған. Мұнай кәсіпшілігінде магнит өрісінің осындай жоғары кернеулерін құру белгілі бір қиындықтарды тудырады, сондықтан төмен кернеулі магнит өрісінің мұнайды алудың соңғы коэффициентіне әсерін зерттеу туралы шешім қабылданды. Кеуекті ортадағы потенциалдар айырмашылығын анықтау үшін вольфрам торы қарастырылды, бір жағынан кеуекті ортаға, екінші жағынан фторопластикалық тығыздағышпен оқшауланған сұйықтық өткізгіштікке жақын. Магнит өрісінің кернеулігі өзгерген кезде потенциометрмен өлшенетін кеуекті ортаның кірісі мен шығуындағы потенциал айырмашылығының өзгеруі байқалды. Бұл жағдайда ағынның максималды мәні потенциал айырмашылығының минимумына сәйкес келді. Жоғары кернеулі сыртқы тұрақты көлденең магнит өрісін (H=51740 А/м және H=64476 А/м) өңдеу кезінде кеуекті ортадан мұнай алудың соңғы коэффициентінің сәйкесінше 37% және 10%-ға артуы байқалды.

**Түйін сөздер**: мұнай, кеуекті орта, мұнай алу коэффициенті, магнит өрісі, зерттеулер, мұнайдың ығысуы, процесті модельдеу

# DETERMINATION OF THE FINAL OIL EXTRACTION COEFFICIENT WHEN TREATING WATER WHIT AN EXTERNAL CONSTANT TRANSVERSE MAGNETIC FIELD OF LOW STRENGTH

**[1]A.M. Mammad-zade, [2]E.F. Alizadeh, [1]T.G. Melikov, [3]K.S. Zatybekov✉, [3]M.K. Zhantasov**

*[1]Research Institute "Geotechnological Problems of oil, gas and chemistry" Baku, Azerbaijan*
*[2]Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Azerbaijan*
*[3]M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan*
*e-mail: a.k.zatybekovy@mail.ru*

This article is devoted to the study of the process of oil displacement by water treated with an external permanent transverse magnetic field of low intensity. In oil fields, the creation of such high magnetic field strengths is fraught with certain difficulties, so it was decided to study the effect of a low-intensity magnetic field on the final oil recovery coefficient. To determine the potential difference in a porous medium, a tungsten mesh was provided, on the one hand, tightly adjacent to the porous medium, and on the other, to a liquid–permeable, insulating fluoroplastic gasket. Attention was drawn to the fact that when the magnetic field strength changed, there was a change in the potential difference at the entrance and exit from the porous medium, which was measured by a potentiometer. At the same time, the maximum flow rate corresponded to the minimum potential difference. To obtain high reservoir recoil oil, it is necessary to choose the right magnetic field strength for the treatment of displacing water. It has been experimentally obtained that when water is treated with an external constant transverse magnetic field of high intensity (H=51740 A/m and H=64476 A/m), an increase in the final coefficient of oil extraction from a porous medium is observed by 37% and 10%, respectively.

**Keywords**: oil, porous medium, oil recovery coefficient, magnetic field, research, oil displacement, process modeling

**Введение.** Современное состояние разработки нефтяных месторождений характеризуется необходимостью извлечения трудноизвлекаемых запасов, особенно на поздних стадиях эксплуатации, где традиционные методы заводнения становятся недостаточно эффективными. Повышение коэффициента извлечения нефти (КИН) остается одной из приоритетных задач нефтедобывающей отрасли. Одним из альтернативных и энергосберегающих подходов к увеличению нефтеотдачи является использование физических методов воздействия на вытесняющие агенты, включая магнитную обработку воды.

Создание высоких напряженностей магнитного поля на промыслах сопряжено с техническими и энергетическими трудностями. Поэтому интерес представляет изучение влияния магнитного поля малой напряженности на процессы вытеснения нефти. Несмотря на наличие работ, посвященных магнитной обработке жидкости, влияние слабых полей на фильтрационные характеристики и поведение жидкостей в пористой среде недостаточно изучено и требует дополнительных исследований.

**Актуальность** данного исследования обусловлена: необходимостью повышения нефтеотдачи в условиях зрелых и малодебитных коллекторов; отсутствием однозначных данных по влиянию слабых магнитных полей на коэффициент извлечения нефти; потенциальной возможностью промышленного применения магнитной обработки воды как недорогого и экологически безопасного метода интенсификации добычи.

**Цель работы** - определить влияние малых напряженностей магнитного поля на коэффициент извлечения нефти при вытеснении её водой, предварительно обработанной магнитным полем.

**Задачи исследования:**

1. Провести физическое моделирование вытеснения нефти в лабораторных условиях.

2. Изучить влияние различных значений напряженности магнитного поля (H = 7980; 11970; 15960 А/м) на конечный коэффициент извлечения нефти.

3. Проанализировать механизм взаимодействия магнитного поля с системой "нефть–

пористая среда–вода", включая электрокинетические явления.

4. Сопоставить полученные результаты с данными из литературных источников и выявить наиболее эффективный диапазон значений магнитного воздействия.

5. Оценить возможность промышленного применения метода для различных типов коллекторов.

**Научная новизна.** Впервые экспериментально исследовано влияние слабого магнитного поля на коэффициент извлечения нефти в диапазоне H = 7980–15960 А/м.

Определены интервалы напряженности, оказывающие как положительное, так и отрицательное влияние на процесс вытеснения.

Раскрыт механизм изменения потенциала и поведения двойного электрического слоя под действием магнитного поля.

**Литературный обзор.** Повышение коэффициента извлечения нефти — одна из важнейших задач нефтяной отрасли. Среди множества методов всё большее внимание уделяется физическим воздействиям, включая акустическое, тепловое, виброволновое и магнитное. Магнитная обработка воды привлекает внимание исследователей как энергетически эффективный и технологически простой способ увеличения нефтеотдачи.

Согласно работе [1], магнитное воздействие может изменять физико-химические свойства воды: поверхностное натяжение, вязкость, способность к смачиванию. Это подтверждается экспериментами [2], где магнитно-обработанная вода способствовала повышению нефтеотдачи в условиях низкопроницаемых коллекторов. В работе [3] продемонстрировали значительное улучшение смачиваемости карбонатных пород при использовании воды, обработанной магнитным полем.

Авторы [4,5] исследовали влияние магнитного воздействия на межфазное натяжение и показали, что оптимальные значения напряженности магнитного поля позволяют достичь максимального эффекта за счет изменения свойств двойного электрического слоя.

В ряде случаев использование магнитной обработки воды дало отрицательный эффект, что обусловлено ошибками моделирования или неучетом особенностей взаимодействия физического поля с жидкой средой. Поэтому необходим критический подход и точная калибровка параметров.Автором [6,7] экспериментально получено, что при обработке воды, внешним постоянным поперечным магнитным полем высокой напряженностью H=51740 А/м и H=64476 А/м наблюдается увеличение конечного коэффициента извлечения нефти из пористой среды на 37% и на 10% соответственно.

В работе [6,8] показана зависимость расхода воды на выходе из пористой среды от напряженности внешнего постоянного магнитного поля. При этом, график Q – H состоит из трёх областей: 1- ниже оси OX (H), область малых напряженностей магнитного поля; 2- по оси OX, область отсутствия влияния магнитного поля; 3- выше оси OX (H), область высоких напряженностей магнитного поля, которая изучена в [8-11].

Ряд авторов [11,12] отмечают сложность повторяемости эффекта и наличие полиэкстремальных зависимостей между напряженностью поля и эффектом нефтеотдачи. Это подчеркивает важность экспериментальной проверки конкретных значений напряженности магнитного поля в разных горно-геологических условиях.

Возникла мысль: как зависит конечный коэффициент извлечения нефти из пористой среде при малых значениях напряженности магнитного поля, что рассмотрено далее в предложенной статье.

**Материалы и методы.** Исследования поставленного выше вопроса осуществлялось физическим моделированием процесса в лаборатории вытеснением нефти водой из пористой среды. При этом соблюдались параметры моделирования процесса с учетом критериев подобия, приведенных в [13-14].

Эксперименты проводились на лабораторной установке, схема которой рприведена на рис. 1, состоящей из: колонки высокого давления

(1), потенциометра с высоким входным сопротивлением URV-2M (2); электромагнита со специальным наконечником (3); реостата (4); выпрямителя типа УСА-4А (5); вольтамперметра (6); бомбы высокого давления типа PVT (7 и 12); образцовых манометров (8); бачка для жидкости (9), с помощью которой заполняется очередная порция пресса; измерительного пресса (10 и 13); термостата (11). В бомбах PVT (7 и 12) и колонке высокого давления (1) с помощью термостата (11) поддерживается постоянная температура которая была 313 К.

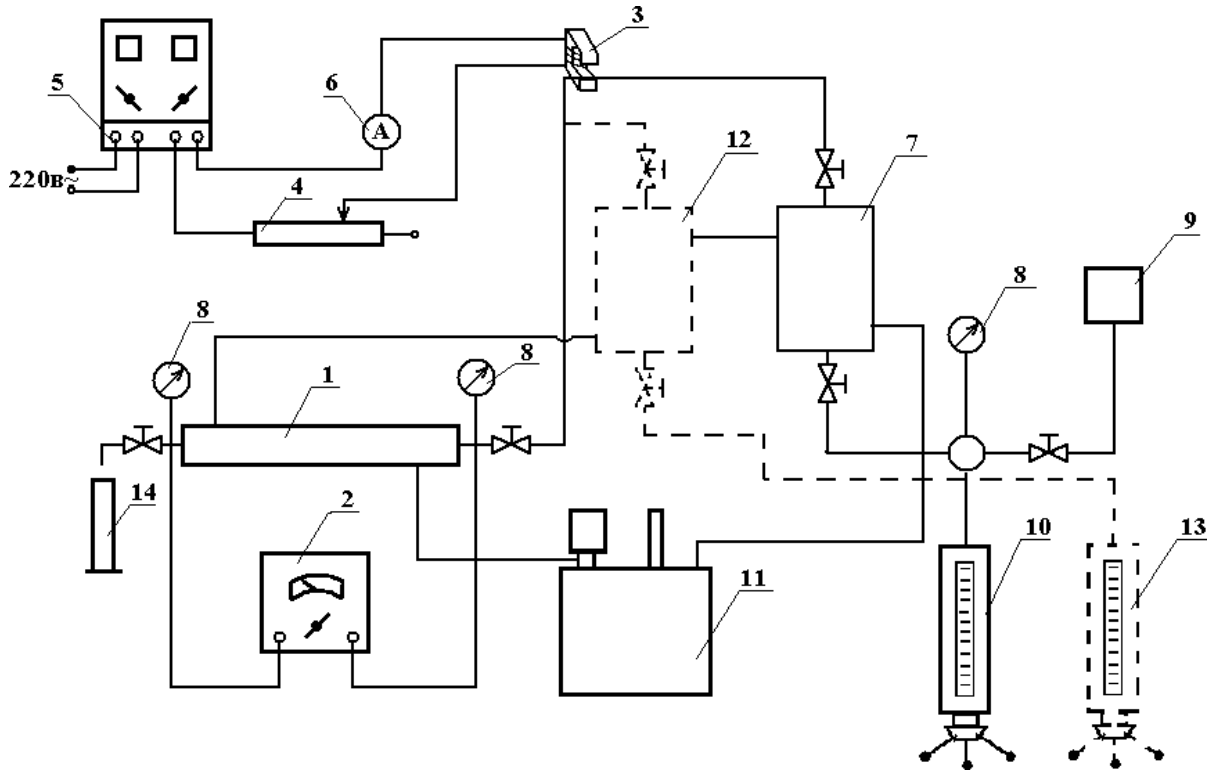



**Рис. 1 - Схема экспериментальной установки**

Колонка высокого давления представляет собой полный цилиндр с внутренним диаметром 31 мм и длиной рабочей части 1100 мм и уплотняется резиновыми кольцами с сальниковым уплотнением. Размеры получены с учетом критериев подобия, приведенных в работе [15-16].

Для определения разности потенциалов в пористой среде предусматривается вольфрамовая сетка, с одной стороны, плотно примыкающая к пористой среде, а с другой – к проницаемой для жидкостей, изолирующей фторопластовой прокладкой. Таким образом, осуществляется изоляция пористой среды с торцевых концов металлической колонки высокого давления (1). Изоляция потенциала протекания пористой среды (U) от корпуса колонки (1) осуществлялась эпоксидным клеем, наносимым на внутреннюю поверхность колонки, склеивающий слой песка с металлической поверхностью. Этим также предотвращается просачивание жидкости между пористой средой и корпусом колонки. В противном случае, пористая среда не насыщается (не заполняется) исследуемой жидкостью, остаётся сухой; в этом случае эксперимент нельзя проводить.

Вольфрамовая сетка с помощью изолированных проводов соединяется с потенциометром (2), которым осуществляется измерение разности потенциалов между торцами пористой среды. Эксперименты проводились следующим образом:

1. Колонку высокого давления (1) заполняли пористой средой вертикально вибрационной трамбовкой с дополнением каждый раз новой

порции пористой среды, после чего создавали горное давление ввинчиванием верхнего фланца колонки. Колонку заполняли до тех пор, пока вибрация и создаваемое горное давление не переставали влиять на степень уплотнения пористой среды. Таким образом, получали образец с постоянной проницаемостью, не зависящей от давления.

2. После уплотнения пористой среды в колонне высокого давления определяли воздухопроницаемостью породы. Воздухопроницаемость пористой среды определяли использованием известного метода [9,18]. Объем пор определялся как весовым способом, так и вычислялся по уравнению состояния газа [19-21].

3. Пористую среду с помощью бомбы PVT (7) насыщали исследуемой нефтью. Для этого пористую среду предварительно вакуумировали. Через пористую среду прокачали десять поровых объёмов исследуемой жидкости. При прокачке исследуемой жидкости в системе периодически повышали давление и резко выпускали жидкость для лучшей очистки пористой среды от газа: за счет частичного его растворения при повышении давления в колонке, а также за счет проскальзывания газа при больших перепадах давления в колонке за счет снижения давления на выходе из колонки.

4. Бомбу PVT (12) соединяют водой, которой будет осуществляться вытеснение нефти из модели пласта.

5. Бомбу PVT (12) соединяют с моделью пласта (1) и производят вытеснение нефти водой.

6. На выходе из модели пласта (1) с помощью мензурки (14) (периодически с помощью секундомера) замеряют количество вытесняемой нефти и рассчитывают коэффициент измерения нефти $-\eta_i$.

7. Вытеснение нефти из модели пласта (1) осуществляют до тех пор, пока на выходе из колонки будет выходить только вода.

8. После окончания эксперимента колонку модели пласта (1) освобождают от отработанной пористой среды и производят подготовку к следующему эксперименту.

9. После проведения подготовительной работы пункты 1-4, производят эксперимент 2, аналогично предыдущему.

10. Бомбу PVT(7) заполняют исследуемой нефтью.

11. Из бомбы PVT (7) нефть переводят в модель пласта (1), по выше приведенной методике (пункт 4).

12. Бомбу НТР (12) заполняют водой, которой будет осуществляется вытеснение нефти из модели пласта.

13. Бомбу PVT (12) соединяют с моделью пласта (1), при этом, медная трубочка, соединяющая бомбу PVT (12) с колонкой высокого давления (1), вставляется в зазор сердечника электромагнита (3) аналогично соединению бомбы Бомбу PVT (7) как показано на рис. 1.

14. Выпрямитель типа USA – 4A (5) включается в электрическую сеть переменного тока.

15. На выходе выпрямитель (5) получаем постоянный ток, который подается в электрическую цепь электромагнита (3).

16. С помощью реостата (4) и амперметра (6) в зазоре электромагнита (3) устанавливается определенная напряженность магнитного поля $H_i$.

17. При протекании воды в медной трубочке, происходит обработка её перпендикулярным поперечным магнитным полем.

18. Производят вытеснение нефти намагниченной водой.

19. На выходе из модели пласта (1) с помощью мензурки (14) (периодически с помощью секундомера) замеряют количество вытесняемой нефти $Q_i$и рассчитывают коэффициент конечного извлечения нефти - $\eta_i$.

20. Результаты пункта 7 и 20 заносятся в таблицы 1,2,3,4.

**Результаты и обсуждение.** В лабораторных условиях каждый эксперимент по вытеснению нефти из пористой среды, в лучшем случае осуществляется в течение одного месяца и более. Для получения ответа на поставленный в статье вопрос в кратчайшее время, чтобы

не дублировать опыты, приведенные в [1,3,5], было решено воспользоваться их результатами. Экспериментальная установка и методика проведения экспериментов была аналогичной [1,2]. В данной работе приведена зависимость расхода от напряженности магнитного поля, снятая длямагнит обработанной воды в карбонатной пористой среде при постоянном перепаде давлений 0,4 МПа. Приведенная на рис.2 зависимость наглядно показывает, что существуют интервалы напряженностей, когда следует ожидать отрицательного воздействия от магнитной обработки. В рассматриваемом случае что Н = 9950 – 19900 А/м. Было обращено внимание на то, что при изменении напряженности магнитного поля происходило изменение разности потенциала на входе и выходе из пористой среды, которая измерялась потенциометром (2). При этом максимальное значение расхода соответствовало минимуму разности потенциала. В работе [5] академика Фрумкина А.Н. указывается, что потенциал протекания зависит от состояния поверхности и его заряда, причем имеется максимум на зависимости расхода от заряда.

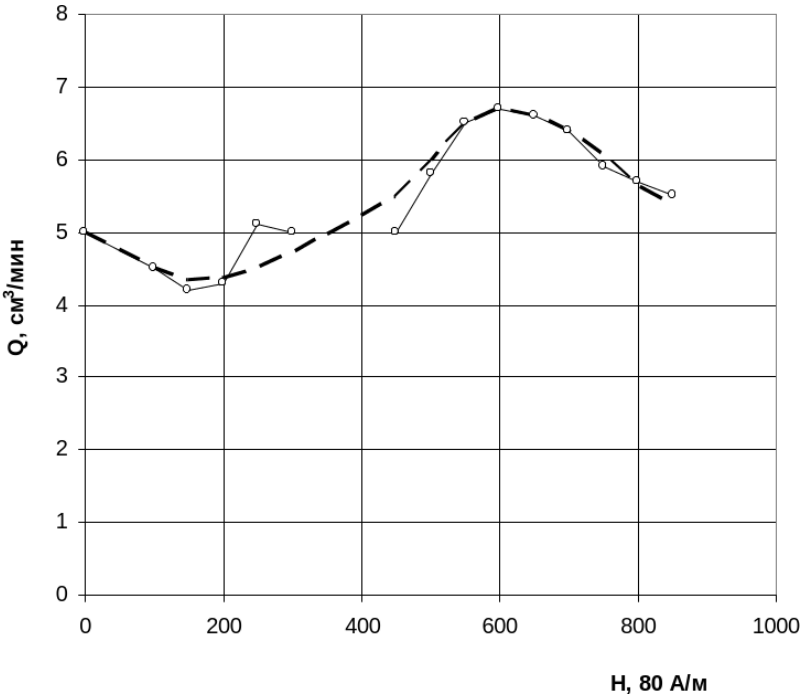



**Рис. 2 – Зависимость расхода Q от напряженности магнитного поля Н [1,2]**

Из рисунка 2 следует, что в нашем случае, область малых напряженностей магнитного поля находится в интервале 0÷19950 А/м. Исходя из этого, было решенопроводить вытеснение нефти из модели пласта водой и водой, обработанной магнитным полем:Н=7980; 11970; 15960 А/м.

В качестве модели пласта была взята смесь: кварцевого песка (50%) плюс (50%) карбоната, аналогичная пористой среде в работе [6, 12]. Результаты экспериментов приведены в таблице 1 – 4. Результаты вытеснения нефти водой приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Результаты вытеснения нефти водой**

| t,мин. | 0 | 32 | 56 | 96 | 120 | 136 | 176 | 256 | 312 | 440 | 540 | 768 | 768 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta$ | 0 | 6.3 | 11.8 | 20 | 24.7 | 26.3 | 31.4 | 33.3 | 35.3 | 39 | 41.2 | 41.2 | 49 |

**Таблица 2 - Результаты вытеснения нефти водой, обработанной магнитным полем напряженностью H=7980 А/м**

| t,мин. | 0 | 40 | 60 | 93 | 120 | 130 | 170 | 250 | 300 | 470 | 520 | 780 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta$ | 0 | 5.5 | 10.5 | 18 | 22 | 23.5 | 28 | 29.5 | 31 | 35 | 37 | 44 |

**Таблица 3 - Результаты вытеснения нефти водой, обработанной магнитным полем напряженностью H=11970 А/м**

| t,мин. | 0 | 31 | 55 | 95 | 120 | 130 | 174 | 230 | 280 | 400 | 490 | 700 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta$ | 0 | 5.3 | 10 | 16 | 20.5 | 22 | 26.5 | 28.5 | 30 | 34 | 37 | 41.5 |

**Таблица 4 - Результаты вытеснения нефти водой, обработанной магнитным полем напряженностью H=15960 А/м**

| t,мин. | 0 | 30 | 54 | 94 | 120 | 133 | 175 | 250 | 300 | 420 | 500 | 720 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\eta$ | 0 | 5.4 | 10.2 | 17 | 21 | 22.5 | 27 | 30 | 32 | 35 | 38 | 42 |

***Анализ полученных данных.*** Для оценки влияния магнитного поля на процесс вытеснения нефти из модели пласта произведем сопоставление результатов, полученных при вытеснении водой с результаттами, полученными при вытеснении намагниченной водой. Построим график используя таблицы: 1-2 (рис.3); 1-3 (рис.4); 1-4 (рис.5)

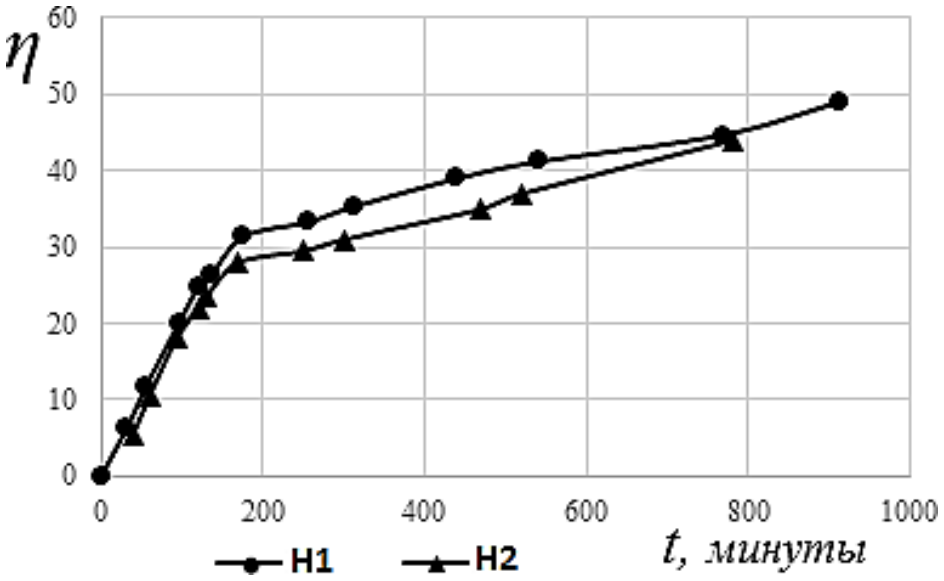



**Рис.3 - Сопоставление $\eta$ при вытеснении водой ($H_1$=0) и намагниченной водой ($H_2$=7980 А/м)**

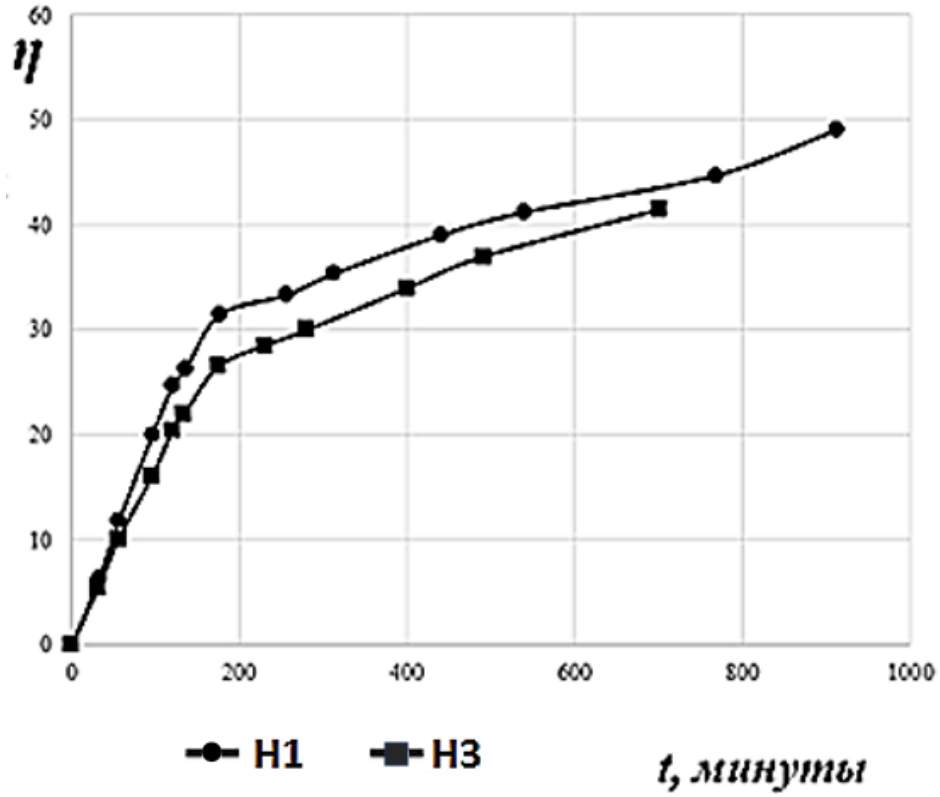



**Рис.4 - Сопоставление $\eta$ при вытеснении водой ($H_1$=0) и намагниченной водой ($H_3$=11970 А/м)**

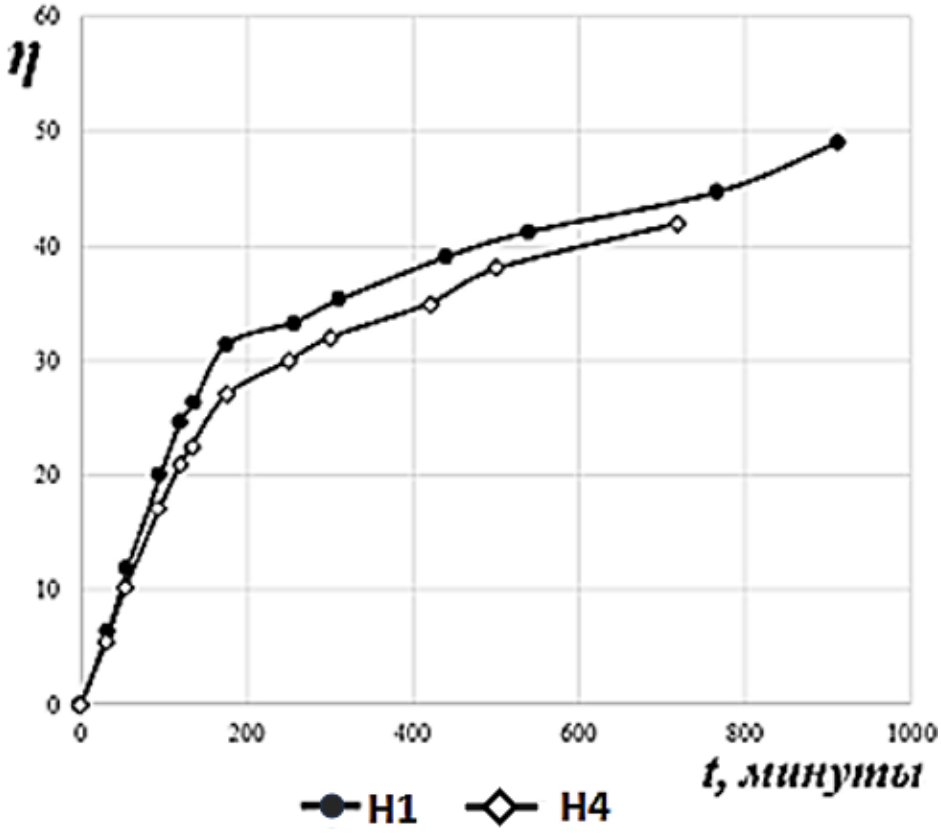



**Рис.5 - Сопоставление $\eta$ при вытеснении водой ($H_1$=0) и намагниченной водой А/м)**

Из рисунка 3 следует, что при вытеснении нефти водой, предварительно обработанной постоянным поперечным магнитным полем напряженностью 7980 А/м, происходит уменьшение коэффициента вытеснения нефти на 5% по сравнению с вытеснением такой же нефти такой же водой из аналогичной пористой среды.

Из рисунка 4 следует, что при вытеснении нефти водой, предварительно обработанной постоянным поперечным магнитным полем напряженностью 11970 А/м, происходит уменьшение коэффициента вытеснения нефти на 7,5% по сравнению с вытеснением такой же нефти такой же водой из аналогичной пористой среды.

Из рисунка 5 следует, что при вытеснении нефти водой, предварительно обработанной постоянным поперечным магнитным полем напряженностью 15960 А/м, происходит уменьшение коэффициента вытеснения нефти на 7% по сравнению с вытеснением такой же нефти такой же водой из аналогичной пористой среды.

Из курса «Физической химии» известно, что нефть на поверхности породы образует двойной электрический слой, толщину которого можно изменять различным видом воздействия, в том числе и магнитным полем. В нашем случае, при малых величинах напряженности магнитного поля его не достаточно для полной компенсации поля породы. Это приводит к снижению коэффициента вытеснения нефти по сравнению с вытеснением водой. В том случае, когда напряженность магнитного поля высокая (смотри стр.75 [1]), то происходит полная компенсация поля породы, тогда получаем максимальное увеличение коэффициента извлечения нефти.

**Выводы:** Для получения высокого коэффициента нефтеотдачи пластов необходимо правильно выбрать напряженность магнитного поля обработки вытесняющей воды. Для исследуемой пористой среды напряженность магнитного поля обработки вытесняющей воды H=51740А/м.

В процессе перфорации скважины глубокое внедрение буровой жидкости в пласт не желательно. В этом случае, буровой раствор обрабатывается магнитным полем напряженностью H=11970А/м.

Сравнение опытных результатов рисунков 3, 4, 5 и 25 стр.75 [1] по вытеснению нефти из глинизированной пористой среды с результатами рис.2 зависимости расхода нефти при фильтрации из аналогичной пористой среды показал, что в интервале напряженностей H = 9950 – 19900 А/м наблюдается отрицательное воздействие от магнитной обработки воды.

## Литература

1.Bahadori, A. Fundamentals of Enhanced Oil and Gas Recovery from Conventional and Unconventional Reservoirs. Elsevier.-2018.-522p. DOI 10.1016/C2016-0-04615-6

2.Zhang, Y., Wang, J., Liu, Z. et al. (2016). ”Experimental Investigation on Magnetic Water Flooding for Enhanced Oil Recovery.//Journal of Petroleum Science and Engineering.-Vol. 145.- 487 - 494. DOI 10.1016/j.petrol.2016.05.036

3.Nasralla, R. A., & Nasr-El-Din, H. A. (2015). ”Impact of Magnetic Field on the Properties of Injection Water and Enhanced Oil Recovery in Carbonate Reservoirs// SPE Journal.-Vol. 20(04).- 760 - 772. DOI 10.2118/169107-PA

4.Li, X., Liu, Y., Song, Y. et al. (2020). ”Magnetic Water Flooding: Effects on Oil Recovery and Reservoir Properties//Fuel.-Vol. 262:116580. DOI 10.1016/j.fuel.2019.116580

5.Tang, D., Zhang, M., Zhao, Y. et al. Mechanism Study of Magnetic Treatment on Water and Its Effects on the Interfacial Tension in Oil Recovery//Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering A.-spects.-2018.-Vol.538.-P. 765–773. DOI 10.1016/j.colsurfa.2017.11.051

6.Мамед-заде А.М. Нанотехнологии в нефтедобыче. Баку: Uniprint, 2010. 264 с.

7.T.A. Mammadova, M.M. Abbasov, I.A. Safarli, Kh.Sh. Teyubov, N.E. Asgarli, V.M.Abbasov. The influence of magnetic field on the activity of the adsorbents in the processes of dearomatisation of diesel fraction.// The reports of national academy of sciences of Azerbaijan. 2017.-Vol.73(1) - P. 48-51.

8.Эфрос Д.А. Исследование фильтрации неоднородных систем. Л. Гостоптехиздат, 1963, 351 с.

9.Михайлов Н.Н., Моторова К.А., Сечина Л.С. Смачиваемость нефтегазовых пластовых систем: Учебное пособие. – М.: Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2019. 360 с. ISBN 978-5-91961-313-8

10.Михайлов Н.Н., Мелехин С.В., Поличук В.И. Экспериментальное и модельное исследование влияния закачки слабоминерализованной воды на нефтеотдачу пластов / Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений М.: ВНИИОЭНГ.- 2016.- № 7. - С. 19-30.

11.Ахмедова У.Т. Новый способ разработки неоднородного пласта // Азербайджанское нефтяное хозяйство.- 2022.- № 8. - С.70-76. DOI 10.37474/0365-8554/2022-08-70-76

12.Мамед-заде А.М. Влияние электрокинетических процессов на фильтрацию жидкостей и газа в пористой среде. Азербайджанское нефтяное хозяйство.- 2021.-№2.-С.16 - 21. DOI 10.37474/0365-8554/2021-2-16-21

13.Дыбленко В.П., Камалов Р.Н., Шарифуллин Р.Я, Туфанов И.А. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия. М.: Недра, 2000. 381 с.

14.Ковалев А.А., Михайлов Н.Н., Сергеева Е.В. Физические основы извлечения углеводородов из продуктивного пласта с разной по свойствам нефтью/ Нефтепромысловое дело.- М.: ОАО «ВНИИОЭНГ».- 2017-. № 2.- С. 13-18.

15.Мелехин С.В., Михайлов Н.Н. Экспериментальное исследование мобилизации остаточной нефти при заводнении карбонатных коллекторов // Нефтяное хозяйство.- 2015. № 8.- С. 72-76.

16.Михайлов Н.Н., Полищук В.И., Хазигалеева З.Р. Моделирование распределения остаточной нефти в заводнённых неоднородных пластах // М.: Нефтяное хозяйство. -2014. № 8. -С. 36-39.

17.Abdullayev M.Q., Mahmudov Q.T., Qarayev R.Q. Hasilat quyularına su axının təcrid olunması üçün yeni tərkib və texnoloqiyaların işlənməsi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, Bakı. -2016. -№ 4. C. 34-38 [in Azer.]

18.Абасов М.Т., Стреков А.С., Эфендиев Г.М. Повышение эффективности ограничения водопритоков в нефтяных скважинах // Нафта пресса, Баку: 2009. 256 с.

19.Bahadori A. Fundamentals of Enhanced Oil and Gas Recovery from Conventional and Unconventional Reservoirs. Amsterdam//The Netherlands: Elsevier.- 2018. DOI 10.1016/C2016-0-04615-6

20.Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее (оптимизация добычи, максимизация КИН. Казань: Фэн" Академии наук РТ, 2014. 750 с. ISBN: 978-5-9690-0225-8

21.Рузин Л.М., Морозюк О.А. Методы повышения нефтеотдачи пластов (теория и практика). Ухта: УГТУ. 2014. 127 с. ISBN 978-5-88179-832-1

## References

1.Bahadori, A. (2018). Fundamentals of Enhanced Oil and Gas Recovery from Conventional and Unconventional Reservoirs. Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2016-0-04615-6

2.Zhang, Y., Wang, J., Liu, Z. et al. (2016). "Experimental Investigation on Magnetic Water Flooding for Enhanced Oil Recovery." Journal of Petroleum Science and Engineering, 145, 487–494. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2016.05.036

3.Nasralla, R. A., & Nasr-El-Din, H. A. (2015). ”Impact of Magnetic Field on the Properties of Injection Water and Enhanced Oil Recovery in Carbonate Reservoirs.” SPE Journal, 20(04), 760–772. https://doi.org/10.2118/169107-PA

4.Li, X., Liu, Y., Song, Y. et al. (2020). ”Magnetic Water Flooding: Effects on Oil Recovery and Reservoir Properties.” Fuel, 262, 116580. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116580

5.Tang, D., Zhang, M., Zhao, Y. et al. (2018). ”Mechanism Study of Magnetic Treatment on Water and Its Effects on the Interfacial Tension in Oil Recovery.” Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 538, 765–773. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2017.11.051

6.Mamed-zade A.M. Nanotehnologii v neftedobyche. Baku: Uniprint, 2010.- 268 c. ISBN 978-9952-440-34-9. [in Russian]

7.T.A. Mammadova, M.M. Abbasov, I.A. Safarli, Kh.Sh. Teyubov, N.E. Asgarli, V.M.Abbasov. The influence of magnetic field on the activity of the adsorbents in the processes of dearomatisation of diesel fraction.// The reports of national academy of sciences of Azerbaijan.- 2017.-Vol.73(1) - P. 48-51.

8.Jefros D.A. Issledovanie fil’ tracii neodnorodnyh sistem. L. Gostoptehizdat, 1963, 351 s. [in Russian]

9.Mihajlov N.N., Motorova K.A., Sechina L.S. Smachivaemost’https://doi.org/https://orcid.org/0009-0003-2944-3796 neftegazovyh plastovyh sistem:Uchebnoe posobie. – M.: Rossijskij gosudarstvennyj universitet nefti i gaza (NIU) imeni I.M.Gubkina, 2019.- 360 s. ISBN 978-5-91961-313-8. [in Russian]

10.Mihajlov N.N., Melehin S.V., Polichuk V.I. Jeksperimental’ noe i model’ noe issledovanie vlijanija zakachki slabomineralizovannoj vody na nefteotdachu plastov / Geologija, geofizika i razrabotka neftjanyh i gazovyh mestorozhdenij -M.: VNIIOJeNG.- 2016.- № 7.- S. 19-30. [in Russian] Ahmedova U.T. Novyj sposob razrabotki neodnorodnogo plasta // Azerbajdzhanskoe neftjanoe

11.hozjajstvo. – 2022.- № 8. - c.70-76. DOI 10.37474/0365-8554/2022-08-70-76. [in Russian]

12.Mamed-zade A.M. Vlijanie jelektrokineticheskih processov na fil’ traciju zhidkostej i gaza v poristoj srede. Azerbajdzhanskoe neftjanoe hozjajstvo.-2021.- № 2. - S. 16 – 21. DOI 10.37474/0365-8554/2021-2-16-21. [in Russian]

13.Dyblenko V.P., Kamalov R.N., Sharifullin R.Ja, Tufanov I.A. Povyshenie produktivnosti i reanimacija skvazhin s primeneniem vibrovolnovogo vozdejstvija. M.: Nedra, 2000. - 381 s. [in Russian]

14.Kovalev A.A., Mihajlov N.N., Sergeeva E.V. Fizicheskie osnovy izvlechenija uglevodorodov iz produktivnogo plasta s raznoj po svojstvam neft’ ju/ Neftepromyslovoe delo.- M.: OAO «VNIIOJeNG». -2017.- № 2.- S. 13-18. [in Russian]

15.С.В. Мелехин, Н.Н. Михайлов. Экспериментальное исследование мобилизации остаточной нефти при заводнении карбонатных коллекторов. Нефтяное хозяйство, 2015.-№ 8. - с. 72-76. [на русском языке]

16.Михайлов Н.Н., Полищук В.И., Хазигалеева З.Р. Моделирование распределения остаточной нефти в заводнённых неоднородных пластах // Нефтяное хозяйство, 2014.-№ 8. - с. 36-39. [на русском языке]

17.Abdullayev M.G., Mahmudov Q.T., Garayev R.G. Development of new compositions and technologies for isolating water flow in production wells // Azerbaijan Oil Industry, - Baku.- 2016. -№ 4. - p. 34-38 [in Azer.].

18.М.Т. Абасов, А.С. Стреков, Г.М. Эфендиев. Повышение эффективности ограничения водопритоков в нефтяных скважинах // Нафта пресс, - Baku: 2009. с. 320. [in Russian]

19.Bahadori A. Fundamentals of Enhanced Oil and Gas Recovery from Conventional and Unconventional Reservoirs. Amsterdam//The Netherlands: Elsevier.-2018. DOI 10.1016/C2016-0-04615-6

20.Muslimov R.H. Nefteotdacha: proshloe, nastojashhee, budushhee (optimizacija dobychi, maksimizacija KIN. Kazan': Fjen" Akademii nauk RT, - 2014.- 750 s. ISBN: 978-5-9690-0225-8. [in Russian]

21.Ruzin L.M., Morozjuk O.A. Metody povyshenija nefteotdachi plastov (teorija i praktika). Uhta :UGTU. - 2014.- 127 s. ISBN 978-5-88179-832-1. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Мамед-заде А.М. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия» при Азербайджанском Государственном университете нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, e-mail: a.mammadzade45@gmail.com;

Ализаде Э.Ф.- аспирант Азербайджанского Государственного университета нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, e-mail: e.alizade.99@gmail.com;

Меликов Т.Г.- младший научный сотрудник НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия» при Азербайджанском Государственном университете нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, e-mail:t.melikov@gpogc.az;

Затыбеков К.С.- PhD докторант, Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: a.k.zatybekovy@mail.ru;

Жантасов М.К.- к.т.н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: manapjan_80@mail.ru

***Information about the authors***

A.M.Mammad-zade – Doctor of Technical Science, Professor, Chief Researcher of the Research Institute «Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry» at the Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Azerbaijan, e-mail: a.mammadzade45@gmail.com;

E.F.Alizadeh - Postgraduate student, Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Azerbaijan, e-mail: e.alizade.99@gmail.com;

T.G.Melikov - Junior Researcher at the Research Institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry" at the Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Azerbaijan e-mail:t.melikov@gpogc.az;

Zatybekov K.S. – PhD doctoral, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, e-mail: a.k.zatybekovy@mail.ru;

Zhantasov M.K. - Candidate of Technical Sciences, Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, e-mail: manapjan_80@mail.ru;

ҒТАМР 06.35.31 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-552**

# МЕМЛЕКЕТТІК АКТИВТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МАЗМҰНЫ

**[1]Д.Х. Беделова, [2]С.Б. Мақыш, [1]А.Б. Алибекова**

*[1]Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Esil University, Астана, Қазақстан,*
*Корреспондент-автор: everest-astana@mail.ru*

Активтер кәсіпорынның бизнес процесінде пайдаланылатын экономикалық ресурстардың әртүрлі түрлерін білдіреді. Бұл ресурстар белгілі бір мақсаттарға жетуге бағытталған ұйымның миссиясы мен экономикалық даму стратегиясына сәйкес қалыптасады. Өзінің мәні бойынша активтер кәсіпорынның экономикалық әлеуетінің негізін құрайды, мүліктік құндылықтар жиынтығы түрінде көрінеді. Экономикалық ресурстардың мақсатты түрде қалыптасқан тобы ретінде активтер оның стратегиялық міндеттерін іске асыруды және тұрақты дамуды қамтамасыз ететін кәсіпорынның шаруашылық қызметінің функционалдық бағыты мен ерекшеліктеріне сәйкес келуі керек.

Демек, экономикалық сипаттамаларға ие активтер кез келген микроэкономикалық жүйеде экономиканы басқарудың негізгі объектілеріне айналады. Олар осы жүйенің тиімді жұмыс істеуі мен тұрақты дамуын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

Мақалада мемлекет активтерінің экономикалық мәні, мазмұны және оларды басқару тәсілдері қарастырылады. Мақаланың маңыздылығы – экономикалық тұрақтылық пен дамудың негізі ретіндегі мемлекеттік активтердің маңыздылығы туралы терең түсінік беру. Мемлекеттік активтерді басқарудың әртүрлі аспектілерін талдай отырып, мақалада олардың тиімділігі мен тұрақтылығын арттыру бойынша ұсыныстар берілген. Мұның экономикалық саясатты қалыптастыруға және жүзеге асыруға жауапты мемлекеттік органдар үшін, сондай-ақ экономикалық ресурстарды басқару мәселелерін зерттейтін ғалымдар мен практиктер үшін тікелей практикалық маңызы бар.

**Түйін сөздер:** активтер,қаржылық активтер, мүлік, мемлекеттік активтер, мемлекеттік басқару, мемлекеттік қаражаттар

# ГОСУДАРСТВЕННЫЕ АКТИВЫ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

**[1]Д.Х. Беделова, [2]С.Б. Мақыш, [1]А.Б. Алибекова**

*[1]Евразийский Национальный Университет имени Л.Н.Гумилев, Астана, Казахстан,*
*[2] EsilUniversity, г.Астана, Казахстан,*
*e-mail: everest-astana@mail.ru*

Активы представляют собой различные виды экономических ресурсов, используемых в бизнес-процессе предприятия. Эти ресурсы формируются согласно миссии организации и стратегии экономического развития, направленной на достижение определенных целей. По своей сути активы составляют основу экономического потенциала предприятия и выступают в виде совокупности имущественных ценностей. Как целенаправленно сформированная группа экономических ресурсов активы должны соответствовать функциональному направлению и особенностям экономической деятельности предприятия, что обеспечивает реализацию его стратегических целей и устойчивое развитие.

Поэтому активы, обладающие экономическими характеристиками, становятся основными объектами экономического управления в любой микроэкономической системе. Они играют важную роль в обеспечении эффективного функционирования и устойчивого развития этой системы. В статье рассматривается экономическое значение, содержание и способы управления государственными активами. Важность статьи заключается в том, чтобы дать более глубокое понимание значения государственных активов как основы экономической стабильности и развития. Анализируя различные аспекты управления государственными активами, в статье даются рекомендации по повышению их

эффективности и устойчивости. Это имеет прямое практическое значение для государственных органов, ответственных за формирование и реализацию экономической политики, а также для ученых и практиков, изучающих вопросы управления экономическими ресурсами.

**Ключевые слова:** активы, финансовые активы, имущество, государственные активы, государственное управление, государственные фонды.

## STATE ASSETS AND THE ECONOMIC CONTENT OF THEIR MANAGEMENT

**[1]D.H. Bedelova✉, [2]S.B. Makysh, [1]A.B. Alibekova**

*[1]L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[2]Esil University, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: everest-astana@mail.ru*

Assets are various types of economic resources used in the business process of an enterprise. These resources are formed according to the mission of the organization and the strategy of economic development aimed at achieving certain goals. In essence, assets form the basis of the economic potential of an enterprise and act as a set of property values. As a purposefully formed group of economic resources, assets must correspond to the functional direction and features of the economic activity of the enterprise, which ensures the implementation of its strategic goals and sustainable development. Therefore, assets with economic characteristics become the main objects of economic management in any microeconomic system. They play an important role in ensuring the effective functioning and sustainable development of this system. The article considers the economic significance, content and methods of managing state assets. The importance of the article lies in giving a deeper understanding of the significance of state assets as the basis for economic stability and development. Analyzing various aspects of state asset management, the article provides recommendations for increasing their efficiency and sustainability. This is of direct practical importance for government agencies responsible for the formation and implementation of economic policy, as well as for scientists and practitioners studying the management of economic resources.

**Keywords:** assets, financial assets, property, state assets, public administration, public funds.

**Кіріспе.** Мемлекеттік активтерді экономикалық қамтамасыз ету және басқару ұлттық экономиканың қызмет етуінің орталық элементі болып табылады. Мемлекеттік активтерге жер, ғимараттар, инфрақұрылым, табиғи ресурстар және мемлекеттік кәсіпорындар сияқты әртүрлі ресурстар кіреді. Бұл активтерді тиімді басқару тұрақты экономикалық өсімге қол жеткізу, халықтың әл-ауқатын арттыру және азаматтардың өмір сүру сапасын жақсарту үшін маңызды. Бұл басқару ресурстарды пайдалануды оңтайландыруды, оларды жаңғыртуды және ұтымды бөлуді қамтиды, бұл экономикалық тұрақтылықты нығайтуға және мемлекеттің дамуына ықпал етеді.

Жаһандану, өзгермелі экономикалық жағдайлар мен жылдам технологиялық прогресстен туындайтын заманауи сын-қатерлер мемлекеттік активтерді басқарудың дәстүрлі тәсілдерін түбегейлі қайта қарауды талап етеді. Негізгі міндет – ұлттық байлықты сақтап, көбейту ғана емес, оны еліміздің стратегиялық даму мақсаттарына жету үшін ұтымды пайдалану. Бұл мақалада мемлекеттік активтерді басқарудың терең теориялық және практикалық аспектілері қарастырылады. Оларды бағалау және оңтайландыру үшін қолданылатын заманауи әдістер мен құралдарға жан-жақты талдау жүргізіледі. Мемлекеттік ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған жекешелендіру, мемлекеттік-жекешелік әріптестік және инвестициялық саясат мәселелеріне ерекше назар аударылады. Бұл аспектілер олардың тұрақты экономикалық өсуді қамтамасыз етудегі және әлеуметтік әл-ауқатты жақсартудағы рөлі контекстінде қарастырылады.

Бұл зерттеудің мақсаты – мемлекеттік активтерді басқару жүйесін олардың мемлекеттік басқаруда практикалық қолдану мүмкіндігіне баса назар аудара отырып, кешенді талдау. Зерт-

теу жетістіктің негізгі факторлары мен реформалардың әлеуетті бағыттарын анықтау үшін халықаралық тәжірибе мен озық тәжірибеге сүйенеді.

Зерттеудің өзектілігі мемлекеттік басқару тәжірибесін жаңа экономикалық жағдайларға бейімдеу қажеттілігімен және мемлекеттік ресурстарды пайдаланудағы ашықтық пен тиімділік стандарттарының жоғарылауымен байланысты. Ол мемлекеттік активтерді басқаруды оңтайландыру арқылы елдің экономикалық тұрақтылығы мен дамуын жақсарту үшін ғылыми негізделген шешімдер мен нақты ұсыныстар әзірлеуге бағытталған.

Зерттеудің гипотезасы. Заманауи басқару әдістері мен экономикалық бағалауды қолдану негізінде мемлекеттік активтерді тиімді басқару олардың құнын арттыруға, ұтымды пайдалануға және экономиканың тұрақты дамуына ықпал етеді. Бақылау, талдау және есепке алу тетіктерін жетілдіру арқылы мемлекет активтерін басқаруды оңтайландыру олардың мемлекет мүддесі үшін тиімдірек пайдаланылуын қамтамасыз етеді, экономикалық өсуге және қоғамның әл-ауқатын арттыруға ықпал етеді.

Мемлекеттік активтерді басқаруды жетілдіру бойынша ұсыныстарды зерттеу және енгізу шығындарды азайтуға, активтердің табыстылығын арттыруға және оларды пайдалануды оңтайландыруға мүмкіндік береді деп күтілуде. Бұл мемлекеттік ресурстарды неғұрлым ұтымды бөлуді және оларды пайдаланудың жалпы экономикалық тиімділігін арттыруды қамтамасыз етеді.

**Материалдар мен әдістер.** Экономикалық қауіпсіздік пен мемлекеттік активтерді тиімді басқару ұлттық экономиканың тұрақты дамуының негізі болып табылады. Мемлекеттік активтер материалдық ресурстарды ғана емес, сонымен бірге елдің әлеуметтік-экономикалық құрылымының негізін, оның ішінде жерді, ғимараттарды, инфрақұрылымды, табиғи ресурстарды және кәсіпорындарды білдіреді. Бұл активтерді тиімді басқару экономикалық өсу үшін қолайлы жағдайлар жасау, азаматтардың өмір сүру деңгейін жақсарту және ұзақ мерзімді тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Бұл мақалада мемлекеттік активтерді басқарудың теориялық және практикалық аспектілерінің терең талдауы, оның ішінде осы активтерді бағалау мен оңтайландырудың заманауи әдістері мен құралдарын егжей-тегжейлі зерделеу қарастырылған. Жекешелендіру, мемлекеттік-жекеменшік әріптестікті дамыту және мемлекеттік ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған инвестициялық саясатты қалыптастыру мәселелеріне ерекше назар аударылады.

Осы зерттеу үшін келесі әдістер қолданылды: статистика саласындағы уәкілетті мемлекеттік органмен ұсынылған мәліметтерді талдау, салыстыру, зерттеу мемлекет активтерінің динамикасын зерттеуге мүмкіндік берді.

Қорытындыларды негіздеу үшін мақалада эмпирикалық зерттеу әдістері қолданылады. Бақылау, оның ішінде қаржылық есеп беру және статистика арқылы мемлекеттік активтерінің ағымдағы жағдайын талдау қолданылды.

Қазіргі жағдайларда мемлекеттік басқару тәжірибесін тез өзгеретін экономикалық шындыққа және ашықтық пен басқару тиімділігіне қойылатын талаптардың артуына бейімдеу ерекше маңызды. «Актив» термині қаржылық құралдарды, инфрақұрылымды, ғимараттарды, жабдықтарды, негізгі құралдарды, машиналарды және экономикалық құндылығы бар және табыс немесе пайда әкелуге қабілетті басқа да материалдық активтерді қамтуы мүмкін мүлік пен ресурстардың алуан түрлерін сипаттау үшін қолданылады [1]. Осылайша, активтерді басқару ресурстарды тиімді басқаруды ғана емес, сонымен қатар ұйымның экономикалық өнімділігін және бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етудегі олардың рөлін терең түсінуді талап етеді.

*Әдебиетке шолу.* Активтер күрделі салымдар арқылы жасалған жинақталған мүліктік құндылықтарды білдіреді. Бұл капиталды жаңа бизнесті құрудың басында да, ұйымдық активтерді қалыптастыра отырып, оның кейінгі дамуына да салуға болады. Капитал мен активтер арасындағы байланыс қарапайым қаржылық байланысқа қарағанда тереңірек: активтер инвестицияны жай ғана қабылдап қоймайды, олар экономикалық қызмет барысында табыс пен пайда түрінде ка-

питалды қайтарудың негізіне айналады. Капитал мұнда тек қаржылық ресурс ретінде ғана емес, сонымен қатар өндіріс орындары мен технологиялар сияқты нақты активтерге инвестициялау арқылы ұйымды нығайту мен өсіруге бағытталған стратегиялық құрал ретінде де әрекет етеді.

Активтер – ұйымның экономикалық мәніне қарай бағаланатын құнды мүліктік ресурстары. Олардың құнын анықтау жасау шығындары, пайдалану ұзақтығы, бизнес мақсаттары және нарықтық жағдайлар сияқты бірқатар факторларды қамтиды. Бұл аспектілер активтің жалпы құнын қосады [2]. Әртүрлі зерттеушілер мен ғалымдар ұсынған активтер түсінігін терең түсіну үшін сөздік анықтамалары көбінесе активтердің мәнін жеңілдететінін, олардың жасалу мақсаттарына, қоғамда міндетті түрде пайдаланылуына әрдайым назар аудармайтынын ескеру қажет. кәсіпорынның шаруашылық қызметі, сондай-ақ олардың қаржылық есеп берудегі көрінісі.

«Активтер» ұғымына қатысты әртүрлі көздерден алынған анықтамалар 1-кестеде көрсетілген.

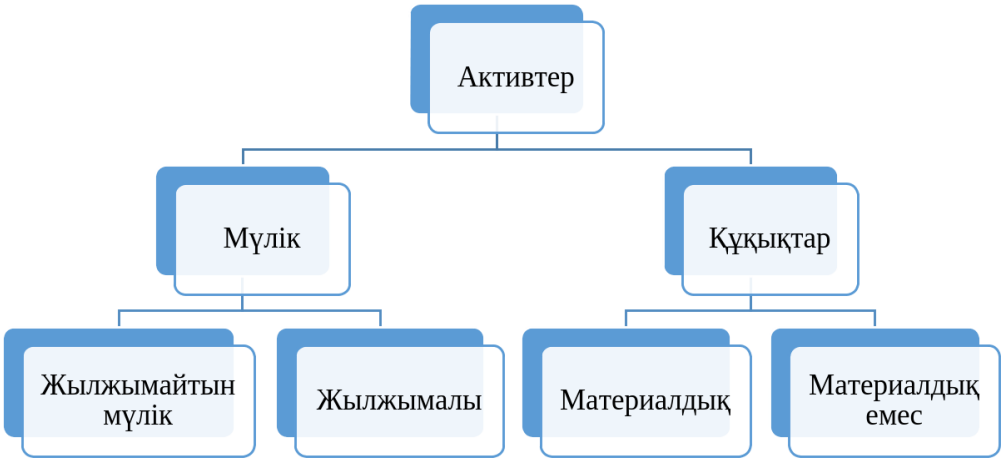
**1 - кесте. Активтер» ұғымына қатысты әртүрлі көздерден алынған анықтамалар**

| Дереккөз | Определение активов |
|---|---|
| Андросов, А. М. | «Материалдық, қаржылық және материалдық емес активтерден тұратын мүлік» [3]. |
| Акатьева, М. Д.,Бирюков, В. А. | «Жеке немесе заңды тұлғаға тиесілі мүліктік, мүліктік және мүліктік емес құқықтардың (мүліктік) жиынтығы» [4]. |
| Экономикалық-математикалық сөздік | «Активтер табыс (пайда) немесе басқа да пайда әкелуге қабілеті» [5]. |
| Р.М. Нуриев | «Өз иесіне тікелей төлемдер (пайда, дивидендтер, рента және т.б.) түрінде де, кәсіпорынның, жылжымайтын мүліктің, акциялардың және т.б. құнын арттыру үшін жасырын төлемдер түрінде де ақша қаражаттарының қозғалысын қамтамасыз ететін қорлар» [6]. |
| «Бухгалтерлік есеп және қаржылық есептілік туралы» Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 28 ақпандағы № 234-III Заңы | Активтер – болашақ экономикалық пайдалар күтілетін өткен оқиғалардың нәтижесінде жеке тұлға немесе ұйым бақылайтын ресурстар. |
| Ескерту: дереккөздер негізінде авторлармен құрастырылған | |

Р.М.Нуриев өз анықтамасында активтерден туындайтын ақша ағындарының маңыздылығын атап көрсетеді, бірақ осы категорияға енуі мүмкін ресурстардың нақты түрлерін көрсетпейді және осы активтердің ерекшеліктерін немесе бірегей сипаттамаларын ашпайды [6]. Е.С. Денисенко мен Ю.Н. Воробьев активтерге ұқсас және барынша толық анықтамалар береді [7].

Активтер ұйымның қаржылық жағдайын нығайтуға көмектесетін қарыздық міндеттемелерді өтеу үшін төлем құралы ретінде қызмет ете алады. «Активтер» түсінігін тереңірек түсіну үшін Халықаралық қаржылық есептілік стандарттарына және Мемлекеттік секторға арналған халықаралық қаржылық есептілік стандарттарына (ХҚЕС) сілтеме жасау ұсынылады, мұнда бұл тұжырымдама қаржылық есептілік контекстінде жүйеленген және ашылған. Біздің түсінігіміз бойынша активтер ұйымның шаруашылық қызметін жүзеге асыру процесінде қолданылатын әртүрлі экономикалық ресурстарды білдіреді. Соңғы жылдары Қазақстанда мемлекет меншік

құқығын нығайту және жеке сектормен қарым-қатынасын реформалау бойынша белсенді жұмыс жүргізуде. Бұл әсіресе мұнай, газ, кен сияқты пайдалы қазбаларды өндіру арқылы ел экономикасында шешуші рөл атқаратын шикізат секторында байқалады. Бұл күш-жігер жалпы экономиканың дамуына ықпал ете отырып, ұлттық ресурстарды пайдаланудың басқару мен экономикалық тиімділігін арттыруға бағытталған. Бүгінгі таңда Қазақстандағы ұлттық компаниялар өздерінің заңды өкілеттіктерін нақтылау және кеңейту қажеттілігімен бетпе-бет келіп отыр. Негізінен мұнай-газ секторының нақты талаптарына бағытталған негізгі заңнамалық база ұлттық компаниялардың экономиканың басқа салаларындағы мүмкіндіктерін шектейді. Ұлттық компаниялардың өкілеттіктерін және олардың ұйымдастырушылық өзгерістерін нақтылау үшін нормативтік актілер үнемі жаңартылып отырады. Сондай-ақ экономика салаларының стратегиялық дамуындағы ұлттық компаниялардың рөлі мен функцияларын анықтауға және олардың индустриялық дамудың негізгі мәселелерін шешуге ықпалын шектеуге басты назар аударылады. Терең талдау негізінде біз активтерді жіктеуге келесі тәсілді ұсынамыз (1-сурет).




**1 - сурет. Активтердің түрлері бойынша жіктелуі**

*Ескертпе - Дереккөздер негізінде құрастырған автор [8]*

Мемлекеттік активтер – бұл мемлекеттік субъектінің толық бақылауындағы экономикалық ресурстар. Бұл бақылау ұйымның пайдаланылған экономикалық ресурстарға немесе белгілі бір жағдайларда заңға сәйкес меншік құқығына ие болуын білдіреді, мысалы, қаржылық лизингті пайдалану кезінде.

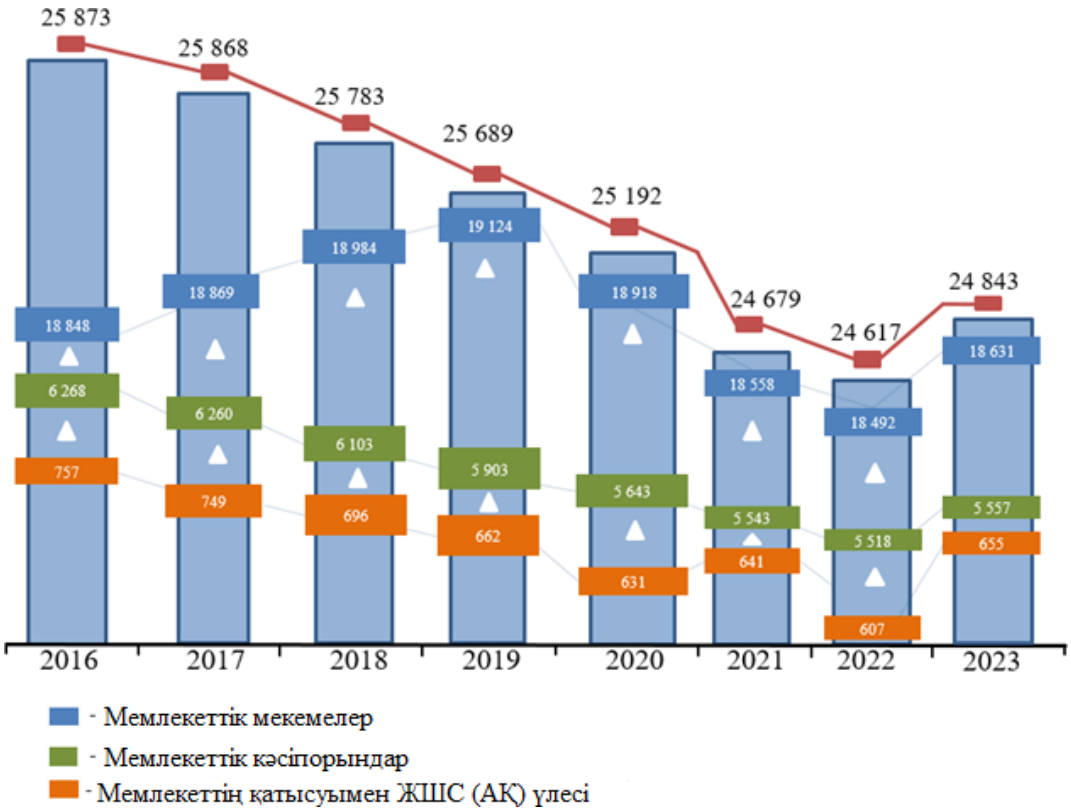
Мемлекеттік органдар әлеуметтік-экономикалық мақсаттарға жету және өз функцияларын орындау үшін әртүрлі мемлекеттік қаржылық және басқа ресурстарды пайдаланады. Бұл ресурстар әдебиетте қоғамдық қорлар немесе қауымдастық ресурстары ретінде де сипатталады. Мемлекет активтерінің құрылымы мен құрамы әртүрлі ғылыми-практикалық зерттеулерде жан-жақты зерттеледі. Мемлекеттік активтерге мемлекет өз мақсаттарына жету және өз функцияларын орындау үшін пайдаланатын әр түрлі ресурстар жатады. Бұл активтерді бірнеше негізгі санаттарға бөлуге болады. Бірінші санатқа алтын-валюта резервтері, мемлекеттік бағалы қағаздар және әртүрлі қаржылық механизмдер, соның ішінде салық және кедендік құралдар сияқты физикалық және қаржылық активтер кіреді. Бұған әртүрлі деңгейдегі бюджеттік жүйелерді біріктіретін мемлекеттік қорлар да кіреді. Екінші категорияға шаруашылық жүргізуші субъектілер мен басқа шаруашылық жүргізуші субъектілердің меншігіндегі әртүрлі меншік нысандарын білдіретін экономикалық қорлар жатады.

Мемлекеттік активтерді басқаруда мемлекет қаражатын пайдалану тиімділігін бағалау мем-

лекеттік аудиттегі ең күрделі міндеттердің бірі болып табылады. Әлеуметтік дамуды бақылауда әлеуметтік көрсеткіштер сияқты сандық көрсеткіштер шешуші рөл атқарады. Олар қоғамның қазіргі жағдайын бағалауға ғана емес, сонымен бірге оның қайта құруларын қадағалауға, тенденцияларды, дағдарыс құбылыстарын анықтауға және қабылданған басқару шешімдерінің сапасын бағалауға мүмкіндік береді.

Мемлекеттік аудит бұл ақпаратты жинау мен талдауда, оны қоғамдық пайдалану үшін қолжетімді етуде және үкіметтің жауапкершілігін күшейтуде маңызды рөл атқарады. Сыртқы мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау органдарының сараптамалық-талдау қызметін жүргізуін реттейтін 903 процедуралық стандарттың маңызы ерекше ға ие. Осы стандарт тексерілетін ұйымдардың жағдайын бағалауға, дағдарыстық жағдайлардың себептерін анықтауға және мемлекеттік органдар мен кәсіпорындардың жұмысына әсер ететін факторларды талдауға бағытталған әртүрлі аналитикалық процедураларды қолдануды қарастырады.

**Нәтижелер мен талқылау.** Мемлекет активтерінің бұл құрамдас бөліктері мемлекеттің экономикалық және әлеуметтік саясатында негізгі рөл атқарады, экономикалық ресурстарды тұрақты басқаруды және стратегиялық даму мақсаттарын жүзеге асыруды қамтамасыз етеді. Мемлекеттік активтерге мемлекеттің функцияларын орындауға және оның стратегиялық мақсаттарына қол жеткізуге қажетті әртүрлі ресурстар жатады. Бұл активтерді бірнеше негізгі санаттарға бөлуге болады. Мемлекеттік активтердің осы түрлі құрамдас бөліктері экономиканы басқаруда және ұлттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады, тұрақты дамуға және мемлекеттің әлеуметтік-экономикалық мақсаттарына қол жеткізуге ықпал етеді.




**2 - сурет. Мемлекет қатысатын ұйымдар санының динамикасы**

*Ескертпе - Дереккөздер негізінде құрастырған автор [9]*

Ұйым пайдаланатын, бірақ бақыламайтын мемлекеттік активтерді оның жеке активтері ретінде тануға болмайды. Бұл, ең алдымен, еңбек ресурстарына, сондай-ақ ұйым уақытша тегін пайдалануға жалға алатын немесе алатын мүлікке қатысты. Өз кезегінде, мемлекеттік актив деп мемлекеттік қатысатын ұйымдар жатады. Мемлекет қатысатын ұйымдар санының динамикасы 2 суретте көрсетілген.

Ұйымдастырушылық-құқықтық нысандары бойынша: мемлекеттік мекемелер - 18631, қазыналық кәсіпорындар - 5557, мемлекет қатысатын АҚ (ЖШС) (шетел қатысуынсыз) - 655 (2-кесте).

**2 - кесте. Мемлекет қатысатын ұйымдар санының динамикасы, бірлік**

| Ұйымдастырушылық-құқықтық нысаны | Мемлекеттік меншік | | |
|---|---|---|---|
| | 2022 жылғы 1 қаңтардағы жағдай бойынша | 2023 жылғы 1 қаңтардағы жағдай бойынша | Ауытқу, % |
| Мемлекеттік мекемелер, барлығы | 18 492 | 18 631 | 0,75 |
| оның ішінде: | | | |
| республикалық | 2 595 | 2 763 | 6,47 |
| коммуналдық | 15 897 | 15 868 | -0,18 |
| Мемлекеттік кәсіпорындар, барлығы | 5 518 | 5 557 | 0,71 |
| республикалық | 204 | 210 | 2,94 |
| коммуналдық | 5 314 | 5 347 | 0,62 |
| АҚ (ЖШС) мемлекеттің қатысуымен (шетелдік тұлғалардың қатысуынсыз) | 607 | 655 | 7,91 |
| БАРЛЫҒЫ: | 24 617 | 24 843 | 0,92 |
| Ескерту: дереккөздер негізінде авторлармен құрастырылған [9] | | | |

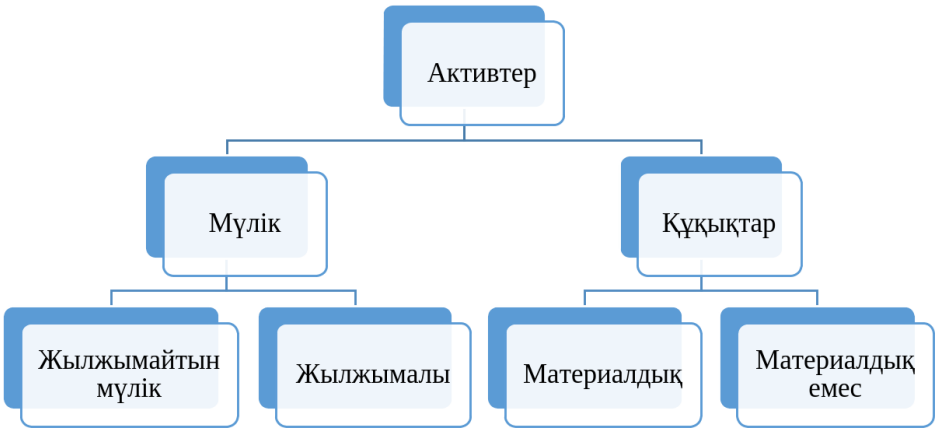
**3 - кесте. Мемлекеттік меншіктен түсетін кірістер, млн теңге**

| Көрсеткіштер | 2020 ж. | 2021 ж. | 2022 ж. |
|---|---|---|---|
| Мемлекеттік кәсіпорындардың таза табысының бір бөлігін алу | 2525,4 | 3 952,0 | 4 640,2 |
| Мемлекетке тиесілі акциялардың мемлекеттік пакеттері бойынша дивидендтер | 138875,1 | 140827 | 116350 |
| Мемлекет меншігіндегі заңды тұлғаларға қатысу үлестерінен түсетін кірістер | 4489,0 | 4696 | 4871 |
| Ескерту: дереккөздер негізінде авторлармен құрастырылған [9] | | | |

2021 жылмен салыстырғанда есепті жылы мемлекет қатысатын ұйымдар саны 226-ға өсті, оның ішінде: мемлекеттік мекемелер - 139, мемлекеттік кәсіпорындар - 39 және мемлекеттің қатысуымен (шетел қатысуынсыз) АҚ (ЖШС) - 48. Мемлекеттік меншіктен түсетін кірістер 3 кестеде көрсетілген.

Мемлекеттік кәсіпорындардың таза пайдасынан түскен кіріс 2020 жылы 2525,4 млн теңгеден 2022 жылы 4640,2 млн теңгеге дейін өсті, оң динамика көрсетті. Заңды тұлғалардағы қатысу үлестерінен түскен кірістер де 4 489 миллион теңгеден 4 871 миллион теңгеге дейін өсті. Алайда, мемлекеттік акциялар бойынша дивидендтер 2021 жылы 140 827 миллион теңгеден 2022 жылы 116 350 миллион теңгеге дейін (-17,4%) азайып, жалпы кірістің 2021 жылғы 149 475 миллион теңгеден 125 862 миллион теңгеге дейін (125 862 миллион теңгеге) төмендеуіне әкелді15. Бұл дивидендтік саясатты және акционерлік активтерді басқаруды оңтайландыру қажеттілігін көрсетеді. Активтердің табыстылығын, пайдалануын және тозуын үздіксіз талдау проблемалық аймақтарды анықтауға және олардың өнімділігін арттыру шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

Демек, ұйымның билігіндегі мүлік мемлекет меншігінде қалады. Бұл мүліктер республикалық, коммуналдық және басқалар сияқты мемлекеттік меншіктің әртүрлі нысандарында болуы мүмкін. Нәтижесінде ұйым осы активтердің иесі емес, уақытша пайдаланушы немесе басқарушы ретінде әрекет етеді. Ұйымның мүлкіне қаржыландыру көздеріне қарамастан оның бүкіл мүлкі кіреді. Бұл өз қаражаты да, несие арқылы алынған ресурстар да, солардың көмегімен сатып алынған мүлік те болуы мүмкін. Республикалық мүлікке мемлекеттік қазына, сондай-ақ Қазақстан Республикасы Азаматтық кодексінің 192-бабының 2-тармағының 1-бөлігінде көрсетілгендей, заңнамалық актілерге сәйкес мемлекеттік республикалық заңды тұлғаларға бекітілген мүлік жатады. Мемлекеттік активтерді түрлері бойынша жіктелуі 3 суретте көрсетілген.




**3 - сурет. Мемлекеттік активтерді түрлері бойынша жіктелуі**

*Ескертпе - Дереккөздер негізінде құрастырған автор [10-11]*

Осылайша, мемлекеттік республикалық заңды тұлғаларға бекітіліп берілмеген кез келген мүлік Қазақстан Республикасының мемлекеттік қазынасын құрайды.

Коммуналдық меншікке жергілікті қазына мен заңға сәйкес коммуналдық заңды тұлғаларға берілген мүлік жатады. Жергілікті бюджет қаражаты және мемлекеттік заңды тұлғаларға бекітіліп берілмеген өзге де коммуналдық мүлік Қазақстан Республикасы Азаматтық кодексінің 192-бабының 3-тармағында көрсетілгендей жергілікті қазынаны құрайды. Коммуналдық меншік жергілікті мемлекеттік басқару деңгейіне қарай облыстық (республикалық маңызы бар қалалар мен астана үшін) және аудандық (облыстық маңызы бар қалалар үшін) болып жіктеледі [12].

Сонымен бірге, мемлекеттік активтер материалдық (жылжымайтын мүлік, инфрақұрылым), материалдық емес (зияткерлік меншік), табиғи ресурстар (мұнай, газ, ормандар) және қаржылық (қорлар, қорлар) болып жіктеледі.

Мемлекеттік активтер – бұл табыс әкеліп қана қоймай, сонымен бірге экономикалық дамуға әсер ететін экономикалық ресурстар. Бұл активтерді басқаруда операциялық немесе инвестициялық қызмет арқылы кіріс алу мүмкіндігі маңызды рөл атқарады. Олар әлеуетті кіріс көздері ғана емес, экономиканың белсенді өндірістік элементтері болып табылады. Дегенмен, олардың табыс алу қабілеті толығымен олардың қаншалықты тиімді пайдаланылғанына және басқарылатынына байланысты.

Экономикалық қызметке тартылған мемлекеттік активтер үнемі айналымда болады, бұл осы активтердің барлық түрлеріне және олардың кешеніне ортақ.

Айналым процесі кезінде активтер түрленеді – мысалы, тауарлы-материалдық қорлар дайын өнімге, кейіннен дебиторлық берешекке немесе ақша қаражатына айналуы мүмкін. Бұл динамикалық процесс активтердің әртүрлі нысандары арасындағы күрделі өзара әрекеттесулер мен ауысуларды қамтиды, олардың экономикалық жүйедегі өзгермелілігі мен жан-жақтылығын көрсетеді.

Жұмыс күшінің және басқа ресурстардың құнының өсуіне байланысты дайын өнім қорлары сияқты мемлекеттік активтер құнының өзгеруі айналыс процесінде жиі кездесетін құбылыс болып табылады. Сонымен қатар, негізгі құралдар мен амортизацияланатын материалдық емес активтер сияқты басқа активтердің құны тозуға немесе ескіруге байланысты төмендеуі мүмкін.

Мемлекет активтерінің айналымы үш негізгі кезеңді қамтиды: экономикалық, өндірістік процестерде активтер пайдаланылған кезде; операциялық, олар белсенді пайдаланылған кезде; және активтер болашақта пайдалану үшін жаңартылатын немесе ауыстырылатын инвестиция [13].

Мемлекеттік активтерді экономикалық пайдалану мемлекеттік ұйымдардың оларды пайдалануында шешуші рөл атқаратын тәуекел деңгейімен ажырамас байланысты. Бұл тәуекел деңгейі активтерден түсетін болжамды кіріске тікелей байланысты.

Мемлекеттік меншікке кіретін мемлекеттік активтер жоғары өтімділікке ие, бұл оларды ағымдағы нарықтық құн бойынша қолма-қол ақшаға тез айналдыруға мүмкіндік береді. Мемлекеттік активтердің бұл ерекшелігі оларды тиімді пайдалануды қамтамасыз ету үшін экономикалық тұрақсыздық немесе басқа да қолайсыз сценарийлер жағдайында оларды жылдам бейімдеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Мемлекеттік активтерді басқару нысандарына тікелей мемлекеттік басқару, мемлекеттік кәсіпорындар арқылы өкілдік беру, мемлекеттік-жекешелік әріптестік (МЖӘ) және жекешелендіру жатады. Басқару нысанын таңдау активтің стратегиялық маңыздылығына және оның экономикалық әлеуетіне байланысты [14].

Экономикалық активтерді басқару олардың құнын бағалауды, табыстылықты бақылауды, пайдалануды оңтайландыруды, шығындарды азайтуды және ашықтықты қамтамасыз етуді қамтиды. Бұл шаралар активтердің тиімділігін және олардың экономикаға қосқан үлесін арттыруға бағытталған. Басқарудың негізгі тетіктеріне құқықтық реттеу, институционалдық құрылымдарды құру, бухгалтерлік есепті цифрландыру, қаржылық ынталандыруды пайдалану және инвестиция тарту жатады.

Активтерді басқаруды жақсарту үшін ұлттық стратегияны әзірлеу, бірыңғай активтер тізілімін құру, инфрақұрылымды жаңғырту бағдарламаларын іске асыру, МЖӘ дамыту және ашықтықты арттыру ұсынылады. Бұл тұрақты экономикалық дамуға септігін тигізе отырып, активтерді тиімді пайдалануды, кірістерді арттыруды және шығындарды азайтуды қамтамасыз етеді.

Мемлекеттік активтерді басқаруды оңтайландыру арқылы экономикалық тұрақтылықты арттыру үшін ашық есепке алу мен бақылау үшін активтердің бірыңғай тізілімін құру, кірісі төмен немесе артық активтерді анықтау мақсатында

активтерді қайта бағалау, сондай-ақ ұлғайту мақсатында стратегиялық маңызды активтерді жаңғырту ұсынылады. олардың тиімділігі. Мемлекеттік-жеке ынтымақтастығы арқылы жеке сектормен серіктестікті дамыту активтерді басқаруға қосымша инвестицияларды тартуға мүмкіндік береді, ал есеп пен мониторинг процестерін автоматтандыру деректердің дұрыстығын қамтамасыз етеді және әкімшілік шығындарды азайтады. Энергия тиімді технологияларды енгізу және мүлікті басқаруды оңтайландыру арқылы операциялық шығындарды азайтуға ерекше назар аудару қажет. Бұл шаралар активтер қайтарымдылығын арттыруға, бюджетке түсетін жүктемені азайтуға және экономикалық тұрақтылықты нығайтуға бағытталған.

Жоғарыда аталған сипаттамаларға сүйене отырып, мемлекеттік активтер көп өлшемді экономикалық категория екендігі айқын болады. Көрсетілген сипаттамалардың әрқайсысы мемлекет активтерінің бірегей сипаттамаларын әртүрлі қырынан көрсетеді. Бұл сипаттамалардың өзара байланысы мемлекеттік активтердің экономикадағы күрделілігі мен маңыздылығын көрсетеді, бұл оларды талдау мен бағалауға терең және жан-жақты көзқарасты талап етеді [15].

**Қорытынды.** Қорыта келгенде, мемлекеттік активтер – бұл белгілі бір құнға, өндірістік қуатқа және табыс әкелетін потенциалға ие экономикалық ресурстар. Оларды экономикада одан әрі пайдалану уақытша аспектілер мен күрделі салымдарға байланысты, оларды мемлекет меншік жүйесі арқылы басқарады. Бұл активтер де өтімділік пен тәуекел деңгейлерінің әртүрлі дәрежесіне ие, бұл оларды басқаруды күрделі етеді және кешенді тәсілді қажет етеді.

Мемлекеттік активтерді басқару – мемлекет меншігіндегі материалдық, материалдық емес, табиғи және қаржылық ресурстарды тиімді пайдалануға, сақтауға және құнын арттыруға бағытталған іс-шаралар кешені. Бұл тұрақты экономикалық даму мен әлеуметтік тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған мемлекеттік саясаттың маңызды элементі.

Басқарудың мақсаты – қоғам алдында есеп беретін және жеке сектормен және азаматтық қоғаммен тиімді өзара әрекеттесуге қабілетті тиімді және жауапты мемлекеттік басқаруды қамтамасыз ету. Активтерді тиімді басқару осы мақсаттарға жетуде шешуші рөл атқарады.

Мемлекеттік активтерді басқару жүйесін енгізу және пайдаланумен байланысты әлеуетті перспективалар мен қиындықтарды нақты анықтау қажет.

Мемлекеттік активтерді басқарудың негізгі мақсаты – тұрақты дамуды қамтамасыз ету, азаматтардың өмір сүру сапасын арттыру, әлеуметтік әділеттілікті қамтамасыз ету, ресурстарды пайдалануда ашықтықты, жариялылық пен жауапкершілікті қамтамасыз ету. Жалпы алғанда, мемлекеттік активтерді басқару қоғамның әл-ауқаты мен мемлекеттің тұрақты дамуына ықпал ететін экономикалық, әлеуметтік және экологиялық міндеттердің үйлесімді үйлесіміне қол жеткізуге бағытталған.

Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік активтерді басқару жөніндегі ұсынымдар келесіні қамтуы керек:

- мемлекеттік активтердің бірыңғай тізілімін құру және ұдайы жаңартып отыру;

- мақсаттары мен KPI көрсеткіштерді қосатын активтерді басқарудың ұлттық стратегиясын әзірлеу қажет;

- инвестицияларды және МЖӘ тарту арқылы инфрақұрылымды жаңғырту;

- мемлекеттік кәсіпорындарға бақылауды күшейту және оларды қайта құрылымдау;

- иемлекеттік-жекеменшік әріптестікті дамыту;

- активтерді нарықтық қайта бағалауды және оларды оңтайландыруды жүргізу;

- активтерді есепке алу және мониторингілеудің автоматтандырылған жүйелерін енгізу;

- мәліметтерді жариялау және қоғамдық бақылау арқылы ашықтықты арттыру;

- салық саясатын оңтайландыру арқылы инвесторларды ынталандыру;

- активтерді басқару саласындағы мамандардың біліктілігін арттыру.

Бұл шаралар активтерді басқару тиімділігін күшейтіп, олардың Қазақстан экономикасына қосатын үлесін арттырады.

***Қаржыландыру.*** *Бұл ғылыми зерттеу өзін-өзі қаржыландыру шеңберінде жүзеге асырылды.*

## Әдебиеттер

1. Андросов, А. М. Бухгалтерский учет и отчетность в России / А.М. Андросов. -Москва: Менатеп-информ, 1994. - 575 с. ISBN 5-1821133

2. Estrin S., Pelletier A**.** Privatization in Developing Countries: What Are the Lessons of Recent Experience? // World Bank Research Observer.- 2018. -Vol. 33(1) - P. 65–102. DOI 10.1093/wbro/lkx007

3. Акатьева М.Д., Бирюков В.А. Бухгалтерский учет и анализ: учебник / М.Д. Акатьева, В.А. Бирюков. - Москва: ИНФРА-М, 2019. -274 с. ISBN 978-5-16-015826-6

4. Артеменко В.Г. Экономический анализ: учебник / В.Г. Артеменко. — Москва: КНОРУС, 2016. - 288 с. ISBN 978-5-406-00930-7

5. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. Словарь современной экономической науки. - М.: Дело, 2003. - 520 с. ISBN 5-7749-0275-7

6. Нуреев Р. М. Курс микроэкономики : учебник для вузов / Р. М. Нуреев; М-во общего и профессионального образования РФ. - 2-е изд. изм. - М.: НОРМА, 2003. - 572 с. ISBN 5-89123-470-X

7. Денисенко Е.С. Экономическая сущность понятия «Активы» и их классификация/ Е.С. Денисенко // Актуальные вопросы экономических наук. -2015. -№ 44. - С. 105-111.

8. Сапарова Б.С. Финансовый менеджмент: учебник /Б.С. Сапарова (переработанный и дополненный). - Алматы: Экономика, 2015.- 462 с. ISBN 978-601-225-787-8

9. Статистикалық жинақ. Қазақстан Республикасындағы көлік статистикасы 2011-2023. –Астана, 2024. URL: //https://stat.gov.kz/ru/ - Жүгінген күні: 11.12.2024.

10. Willer H., Schlatter B., Trávníček J., Kemper L. The World of Organic Agriculture 2020 [Электронды ресурс]. URL: http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2020.html Жүгінген күні: 20.04.2024.

11. Клишевич Н.Б. Финансы организаций: менеджмент и анализ: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям ”Финансы и кредит”, ”Бухгалтерский учет, анализ и аудит”. - Москва: КНОРУС, 2016. - 303 с. ISBN 978-5-406-04851-1

12. Қазақстан Республикасының Бюджет кодексі 04.12.2008 [Электронды ресурс] - URL: https://kodeksy-kz.com - Жүгінген күні: 21.06.2024.

13. Қазақстан Республикасының Азаматтық Кодексі 27.12.1994- [Электронды ресурс] – URL: https://online.zakon.kz - Жүгінген күні: 21.06.2024.

14. Сембиева Л.М. Введение в финансы: учебное пособие / Л.М. Сембиева, С.Б. Макыш, А.О. Жагыпарова. - Алматы: Эпиграф, 2020. ISBN 978-601-342-204-6

15. Maschner C., Moritz, B. Schmitz M. Modern Asset Management. -2021. DOI 10.2139/ssrn.3848673

## References

1. Androsov, A. M. Buhgalterskij uchet i otchetnost’ v Rossii / A.M. Androsov. -Moskva: Menatep-inform, 1994. - 575 s. ISBN 5-1821133 [in Russian]

2. Estrin S., Pelletier A. Privatization in Developing Countries: What Are the Lessons of Recent Experience ? // World Bank Research Observer.- 2018. -Vol. 33(1) - P. 65–102. DOI 10.1093/wbro/lkx007. [in Russian]

3. Akat' eva M.D., Birjukov V.A. Buhgalterskij uchet i analiz: uchebnik / M.D. Akat' eva, V.A. Birjukov. - Moskva: INFRA-M, 2019. -274 s. ISBN 978-5-16-015826-6. [in Russian]

4. Artemenko V.G. Jekonomicheskij analiz: uchebnik / V.G. Artemenko. - Moskva: KNORUS, 2016. - 288 s. ISBN 978-5-406-00930-7. [in Russian]

5. Lopatnikov L.I. Jekonomiko-matematicheskij slovar'. Slovar' sovremennoj jekonomicheskoj nauki. - M.: Delo, 2003. - 520 s. ISBN 5-7749-0275-7. [in Russian]

6. Nureev R. M. Kurs mikrojekonomiki : uchebnik dlja vuzov / R. M. Nureev; M-vo obshhego i professional' nogo obrazovanija RF. - 2-e izd. izm. - M.: NORMA, 2003. - 572 s. ISBN 5-89123-470-H. [in Russian]

7. Denisenko E.S. Jekonomicheskaja sushhnost' ponjatija «Aktivy» i ih klassifikacija/ E.C. Denisenko // Aktual' nye voprosy jekonomicheskih nauk. -2015. -№ 44. - S. 105-111. [in Russian]

8. Saparova B.S. Finansovyj menedzhment: uchebnik /B.S. Saparova (pererabotannyj i dopolnennyj). - Almaty: Jekonomika, 2015.- 462 s. ISBN 978-601-225-787-8. [in Russian]

9. Statistikalyқ zhinaқ. Қazaқstan Respublikasyndaғy kөlik statistikasy 2011-2023. –Astana, 2024. URL: //https://stat.gov.kz/ru/ - Zhүgingen kүni: 11.12.2024. [in Russian]

10. Willer H., Schlatter B., Trávníček J., Kemper L. The World of Organic Agriculture 2020 [Электронды ресурс]. URL: http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2020.html Жүгінген күні: 20. 04.2024.

11. Klishevich N.B. Finansy organizacij: menedzhment i analiz: uchebnoe posobie dlja studentov, obuchajushhihsja po special' nostjam "Finansy i kredit", "Buhgalterskij uchet, analiz i audit". - Moskva: KNORUS, 2016. - 303 s. ISBN 978-5-406-04851-1

12. Қazaқstan Respublikasynyң Bjudzhet kodeksi 04.12.2008 [Jelektrondy resurs] - URL: https://kodeksy-kz.com/ka/dictionary/b/byudzhetnye_sredstva - Zhүgingen kүni: 21.06.2024. [in Kazakh]

13. Қazaқstan Respublikasynyң Azamattyқ Kodeksi 27.12.1994- [Jelektrondy resurs] – URL: https://online.zakon.kz - Zhүgingen kүni: 21.06.2024. [in Kazakh]

14. Sembieva L.M. Vvedenie v finansy: uchebnoe posobie / L.M. Sembieva, S.B. Makysh, A.O. Zhagyparova. - Almaty: Jepigraf, 2020. ISBN 978-601-342-204-6.[in Russian]

15. Maschner C., Moritz, B. Schmitz M. Modern Asset Management. -2021. DOI 10.2139/ssrn.3848673

***Авторлар туралы мәліметтер***

Беделова Д.Х. - «Мемлекеттік аудит» кафедрасының докторанты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: everest-astana@mail.ru;

Мақыш С.Б. - бірінші проректор – академиялық мәселелер жөніндегі проректор, экономика ғылымдарының докторы, профессор, Esil University, Астана, Қазақстан, e-mail: mtbb1986@gmail.com;

Алибекова А.Б. - «Мемлекеттік аудит» кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: gos.audit2023@gmail.com.

***Information about the authors***

Bedelova D. H. - doctoral student of the "State Audit" department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana. Kazakhstan, e-mail: everest-astana@mail.ru;

Makysh S.B. - first vice-rector - vice-rector for academic affairs, doctor of economic sciences, professor, Esil University, Astana, Kazakhstan, e-mail: mtbb1986@gmail.com;

Alibekova A.B. - Senior lecturer of the "State Audit" department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: gos.audit2023@gmail.com.

IRSTI 06.00.01 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-561**

# FORMATION OF THE BUSINESS ENVIRONMENT IN KAZAKHSTAN: THE ROLE OF GOVERNMENT SUPPORT FOR ENTREPRENEURSHIP

**M. Zhumazhanova, R. Zhappasova, A. Oryntaeva, M. Bolsynbek**
*Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,*
*Corresponding author: maral2804@mail.ru*

The development of entrepreneurship in Kazakhstan has a noticeable impact on the country's economy, bringing significant changes to its structure and dynamics. Entrepreneurial activity contributes to GDP growth by creating new jobs and reducing unemployment levels. The emergence of new businesses and the expansion of existing companies lead to increased production volumes and an expanded economic base, which is especially important for diversifying an economy traditionally dependent on oil and gas.

One of the key aspects is improving the business climate. Government programs such as the "Business Roadmap-2025" are aimed at simplifying company registration procedures, enhancing the tax system, and supporting startups. These measures create favorable conditions for entrepreneurs and attract foreign investors, thereby increasing investments in the economy.

The development of entrepreneurship also enhances market competitiveness, leading to improvements in the quality of goods and services, innovations, and lower prices. This, in turn, positively affects consumers and stimulates further business development. Additionally, entrepreneurial activity contributes to improving social infrastructure and integrating local communities, creating new opportunities for social initiatives and raising living standards.

However, entrepreneurship in Kazakhstan faces certain challenges such as bureaucracy, lack of funding, and issues with law enforcement. Addressing these problems is crucial for the sustainable and long-term development of entrepreneurial activities in the country. Overall, the development of entrepreneurship in Kazakhstan has a multifaceted impact on the economy, contributing to its growth, diversification, and improvement in the quality of life for its population.

**Keywords:** entrepreneurship, business, PPP, lending; support; economic growth.

# ҚАЗАҚСТАНДАБИЗНЕС-ОРТАНЫҚАЛЫПТАСТЫРУ: КӘСІПКЕРЛІКТІ МЕМЛЕКЕТТІК ҚОЛДАУДЫҢ РӨЛІ

**М.Т. Жұмажанова, Р.Е. Жаппасова, А.Е. Орынтаева, М.К. Болсынбек**
*Қ.Құлажанов атындағыҚазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*e-mail: maral2804@mail.ru*

Қазақстанда кәсіпкерліктің дамуының құрылымымен динамикасына елеулі өзгерістер енгізе отырып, ел экономикасына елеулі әсеретеді. Кәсіпкерлік белсенділік жаңа жұмыс орындарын құру және жұмыссыздық деңгейін төмендету арқылы жалпы ішкі өнімнің (ЖІӨ) өсуіне ықпал етеді.

Жаңа бизнестің пайда болуы және қолданыстағы компаниялардың кеңеюі өндіріс көлемінің ұлғаюына және экономикалық базаның кеңеюіне әкеледі, бұл дәстүрлі түрде мұнай мен газға тәуелді экономиканы әртараптандыру үшін өте маңызды.

Негізгі аспектілердің бірі-бизнес климатын жақсарту. "Бизнестің жолкартасы-2025" сияқты мемлекеттік бағдарламалар компанияларды тіркеу рәсімдерін жеңілдетуге, салық жүйесін жетілдіруге және стартаптарды қолдауға бағытталған.

Бұл шаралар кәсіпкерлер үшін қолайлы жағдай туғызады және экономикаға инвестициялардың ұлғаюына ықпал ете отырып, шетелдік инвесторларды тартады.

Кәсіпкерлікті дамыту сонымен қатар нарықта бәсекеге қабілеттілікті арттыруға ықпал етеді, бұл тауарлармен қызметтердің сапасын жақсартуға, инновацияларға және бағаның төмендеуіне әкеледі.

Бұл өз кезегінде тұтынушыларға оң әсер етеді және бизнестің одан әрі дамуын ынталандырады. Сонымен қатар, кәсіпкерлік белсенділік әлеуметтік бастамалармен өмір сүру деңгейін жақсарту үшін жаңа мүмкіндіктер жасай отырып, әлеуметтік инфрақұрылымды жақсартуға және жергілікті қауымдастықтардың интеграциясына ықпал етеді.

Алайда, Қазақстандағы кәсіпкерлік бюрократия, қаржыландырудың жетіспеушілігі және құқық қолдану проблемалары сияқты белгілі бір қиындықтарға тап болады.

Бұл проблемаларды шешу елдегі кәсіпкерлік қызметтің тұрақты және ұзақ мерзімді дамуы үшін маңызды шарт болып табылады. Жалпы, Қазақстанда кәсіпкерлікті дамыту экономикаға оның өсуіне, әртараптандырылуына және халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға ықпал ете отырып, көп қырлы әсер етеді.

**Түйін сөздер:** Кәсіпкерлік; бизнес; МЖС; несиелеу; қолдау; экономикалық өсу.

## ФОРМИРОВАНИЕ БИЗНЕС-СРЕДЫ В КАЗАХСТАНЕ: РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

**М.Т. Жумажанова✉, Р.Е. Жаппасова, А.Е. Орынтаева, М.К. Болсынбек**

*Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, Астана, Казахстан*
*e-mail: maral2804@mail.ru*

Развитие предпринимательства в Казахстане оказывает заметное влияние на экономику страны, внося значительные изменения в её структуру и динамику. Предпринимательская активность способствует росту валового внутреннего продукта (ВВП), создавая новые рабочие места и снижая уровень безработицы. Появление новых бизнесов и расширение существующих компаний приводит к увеличению объемов производства и расширению экономической базы, что особенно важно для диверсификации экономики, традиционно зависимой от нефти и газа.

Одним из ключевых аспектов является улучшение бизнес-климата. Государственные программы, такие как «Дорожная карта бизнеса-2025», направлены на упрощение процедур регистрации компаний, совершенствование налоговой системы и поддержку стартапов. Эти меры создают благоприятные условия для предпринимателей и привлекают иностранных инвесторов, способствуя увеличению инвестиций в экономику.

Развитие предпринимательства также способствует повышению конкурентоспособности на рынке, что ведет к улучшению качества товаров и услуг, инновациям и снижению цен. Это, в свою очередь, положительно сказывается на потребителях и стимулирует дальнейшее развитие бизнеса. Кроме того, предпринимательская активность способствует улучшению социальной инфраструктуры и интеграции местных сообществ, создавая новые возможности для социальных инициатив и повышения уровня жизни.

Однако предпринимательство в Казахстане сталкивается с определенными вызовами, такими как бюрократия, нехватка финансирования и проблемы с правоприменением. Решение этих проблем является важным условием для устойчивого и долгосрочного развития предпринимательской деятельности в стране. В целом, развитие предпринимательства в Казахстане оказывает многогранное влияние на экономику, способствуя её росту, диверсификации и улучшению качества жизни населения.

**Ключевые слова:** предпринимательство; бизнес; ГЧП; кредитование; поддержка; экономический рост.

**Introduction.** The development of entrepreneurship in Kazakhstan contributes to economic growth, economic development, innovation, improved infrastructure, stimulation of competition, attraction

of investment and global integration, which together strengthen the economic and social sustainability of the country.

**Materials and methods.** The methods such as: content analysis, quantitative analysis, SWOT analysis, PEST analysis, system analysis were used in writing the article.

The purpose of the study is to identify and analyse the role of the state in supporting entrepreneurship.

The hypothesis of the study is that effective government programmes aimed at supporting business contribute to the improvement of the business climate in the country, which in turn can affect the development and increase the number of enterprises, increase competitiveness.

The novelty of this topic lies in a comprehensive analysis of the impact of government support and policy in the country on the development of entrepreneurship. The study reviewed existing forms of state support, including tax incentives, educational programmes and entrepreneurship credit programmes.

Entrepreneurship in Kazakhstan is an important component of the country' s economy. In recent years, the government of Kazakhstan has actively supported the development of entrepreneurship by introducing various measures and initiatives to stimulate business and attract investment.

We consider a few key aspects of the entrepreneurial environment in Kazakhstan:

1. Legal framework and regulation: Kazakhstan has legislation that regulates various aspects of business activities, including business registration, taxation, intellectual property protection and other aspects.

The legislative framework is constantly being improved to improve the investment climate.

1. Support for SMEs: The government actively supports the development of SMEs through various financing, consulting, training and other programmes. This includes access to financing through banks and financial institutions, as well as state concessional lending programmes.

2. Infrastructure and market access: Kazakhstan has a well-developed infrastructure, which facilitates doing business. The country is also a member of various international organisations and economic unions, which provides access to various markets and partners.

3. Technological innovation and digitalisation: In recent years, Kazakhstan has been actively developing the digital economy and supporting technological innovation, which has helped create new opportunities for entrepreneurs in IT, e-commerce and other high-tech industries.

4. International co-operation and investment: Kazakhstan actively attracts foreign investment, which contributes to the development of the economy and the creation of new jobs. The country also participates in various international projects and initiatives, which contributes to the expansion of business opportunities.

The development of entrepreneurial activity plays a key role not only in the economic growth of a country, but also in social and innovative development. Entrepreneurship contributes to job creation, stimulates innovation and technological progress, promotes regional development and reduces social inequalities. It also contributes to globalisation, international cooperation and sustainable development.

Thus, the development of entrepreneurial activity remains relevant and important for the country, contributing to sustainable economic growth, innovation and improving the quality of life of the population.

The history of entrepreneurship development is associated with risk. The French economist Richard Contillon is considered to be the founder of this direction. In his opinion: 'an entrepreneur must anticipate future opportunities and realise his existing opportunities in order to generate income.Taking into account the ratio of supply and demand, the entrepreneur buys goods at a lower price and sells them at a higher price [1].

All prerequisites for the development of entrepreneurial activity are being intensively created in the Republic of Kazakhstan, in particular, a great deal of work has been done on privatisation of property, thanks to which a solid economic basis is being created for the development of entrepreneurship, hence society as a whole. The country thrives thanks to entrepreneurs, and entrepreneurs - thanks to the support of the state.

According to the Entrepreneurial Code of the Republic of Kazakhstan, entrepreneurship is an independent, initiative activity aimed at generating net income through the use of property, production, sale of goods, performance of work and provision of services [2].

In his message to the people of Kazakhstan, the Head of State K. Tokayev noted that effective small and medium-sized business is a solid foundation for the development of the city and village, which plays an important role in the socio-economic and political life of the country. The President pays special attention to the support of small and medium-sized businesses, the development of which has been changed since 2020 [3].

Along with this, the Address of the Head of State of 2 September 2019 provides for income tax exemption for a period of three years only for taxpayers who apply special tax regimes and are recognised as micro or small businesses. Income tax is corporate income tax, individual income tax, unified land tax for peasants and farmers, as well as social tax for taxpayers working under a simplified declaration. All other taxes and payments will be paid when obligations arise [4].

According to official statistics, in the first nine months of 2020, the share of small and medium enterprises (SMEs) in the Gross Domestic Product (GDP) was 29.5 per cent, up 0.6 per cent compared to the same period in 2019 (28.9 per cent in January-September 2019). In addition, the volume of products produced by SMEs totalled K12,662.7 billion in January-June 2020, an increase of 10.8 per cent compared to the same period in 2019 (K10,638 billion). The number of registered SMEs reached 1.6 million units on 1 December 2020, up 3.1% from the same date in 2019. The number of operating entities increased by 7.8 per cent to 1.3 million units [5].

To solve the above problems, Kazakhstan is actively implementing a state programme of business support and development called 'Business Roadmap 2025'. This programme is aimed at implementing the goals of the messages of the President of the Republic of Kazakhstan to the people: 'Strategy "Kazakhstan-2050": a new political course of the established state' dated 14 December 2012 and 'Kazakhstan Way-2050: Common Goal, Common Interests, Common Future' dated 17 January 2014.

Entrepreneurship in modern Kazakhstan, despite the existing difficulties, has already established itself as an important element of the economy. It is protected by legislation and will continue todevelop.

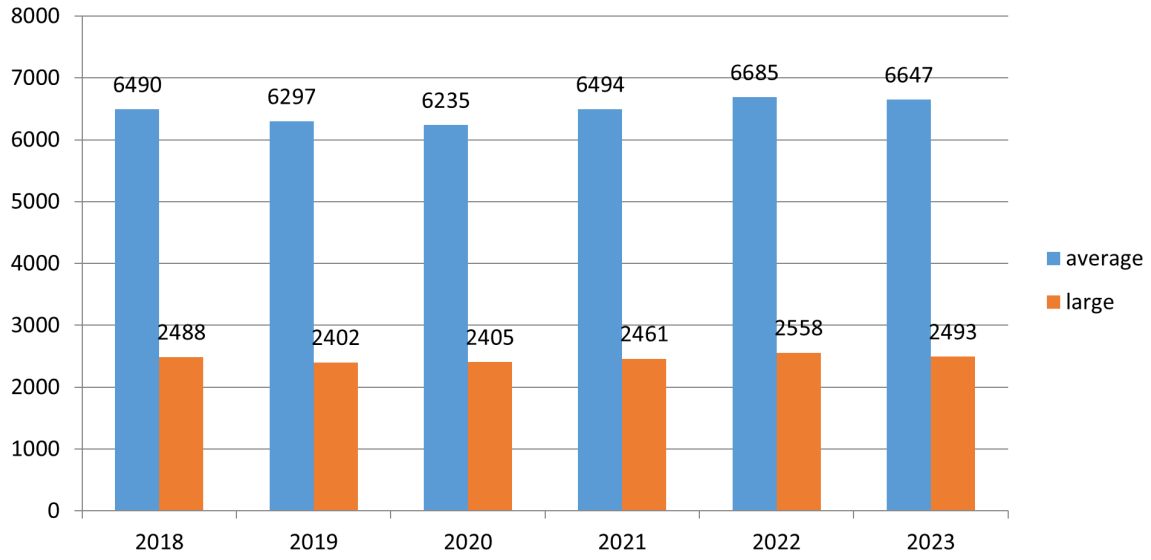



**Fig. 1 - The dynamics of growth of registered medium and large enterprises in the Republic of Kazakhstan for 2018-2023.**

*Note: Compiled by the author based on data from https://stat.gov.kz/ [6]*

According to the chart below, we can see the annual growth in the number of registered, operating medium and large enterprises in Kazakhstan over the last 6 years by an average of 5%. From 433,774 enterprises in 2018, the number of legal entities of the state increased to 510,797 enterprises in 2023. The number of registered enterprises is higher by 77,023 units or 85%. The data can be seen in figure 1.

According to government statistics, at the end of 2023, there are 510,797 large legal entities registered in Kazakhstan, of which 410,744 are active enterprises. The number of individual entrepreneurs 1,652,564, of which 1,550,617 IE are active and registered 2,097,519 small and medium-sized enterprises, 1,904,656 are active enterprises.

If we analyse the dynamics of growth in the number of registered and operating entrepreneurs by types of economic activity, it can be noted that domestic entrepreneurs willingly choose the sphere of wholesale and retail trade, repair of cars and motorbikes 27.9%, construction 13.4%, provision of other types of services 9.9%.The number of registered entrepreneurs is shown in Table 1.

**Table 1 - Legal entities registered by type of activity and activity as of 31 December 2023**

| Type of activity of legal entities | Number of enterprises |
|---|---|
| Total by Kazakhstan | 510 797 |
| Wholesale and retail trade; repair of cars and motorbikes | 142 632 |
| Construction | 68 470 |
| Provision of other services | 50 659 |
| Professional, scientific and technical activities | 34121 |
| Education | 28 496 |
| Manufacturing industry | 25789 |
| Administrative and support services activities | 24 456 |
| Transactions with immovable property | 23649 |
| Transport and storage | 20643 |
| Agriculture, forestry and fishery | 20392 |
| Information and communication | 16554 |
| Health care and social services | 10223 |
| Provision of accommodation and catering services | 9781 |
| Public administration and defence; compulsory social security | 9582 |
| Financial and insurance activities | 7991 |
| Arts, entertainment and recreation | 7599 |
| Mining and quarry development | 5118 |
| Water supply; waste collection, treatment and disposal, pollution elimination activities | 2763 |
| Supply of electricity, gas, steam, hot water and conditioned air | 1878 |
| *Note: Compiled by the author based on data from https://stat.gov.kz/ [6]* | |

Despite the recent pandemic period, the change in the economic situation due to military actions in neighbouring countries, domestic entrepreneurship continues to grow and develop. The volume of entrepreneurship increases from year to year.

Analysis of official statistical data for 2023 in the field of entrepreneurship shows that the largest number of registered legal entities is concentrated in the cities of Almaty (142,271 or 27.9 per cent) and Astana (95,697 or 18.7 per cent), as well as in the Karaganda region (28,530 or 5.6 per cent).

The smallest number of registered legal entities is observed in Ұlytau (2,936 or 0.6 per cent), Abay (8,113 or 1.6 per cent) and Zhetisu (8,002 or 1.6 per cent) oblasts.The data can be seen in table 2

**Table 2 - Registered and operating SMEs by regions of the Republic of Kazakhstan**

| Regions | The registered | Current |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Republic of Kazakhstan | 2 097 519 | 1 904 656 |
| Abay | 56 918 | 52 144 |
| Akmola region | 61 185 | 56 473 |
| Aktobe region | 93 028 | 85 694 |
| Almaty region | 131 785 | 122 867 |
| Atyrau region | 71 309 | 65 396 |
| West-Kazakhstan region | 60 644 | 55 488 |
| Zhambyl region | 111 205 | 98 266 |
| Jetisu | 61 353 | 55 844 |
| Karaganda region | 106 880 | 96 316 |
| Kostanay region | 66 626 | 62 870 |
| Kyzylorda region | 73 686 | 69 503 |
| Mangistau region | 84 918 | 78 999 |
| Pavlodar region | 59 591 | 53 117 |
| North Kazakhstan region | 36 923 | 33 895 |
| Turkestan region | 199 393 | 196 031 |
| Ulytau | 19 432 | 18 224 |
| East Kazakhstan region | 69 814 | 63 144 |
| Astana | 239 311 | 212 402 |
| Almaty | 364 139 | 309 947 |
| Shymkent | 129 379 | 118 036 |
| *Note: Compiled by the author based on data from https://stat.gov.kz/ [6]* | | |

In recent years, Kazakhstan has been successfully implementing the 'National Entrepreneurship Development Project for 2021-2025'. The main commitment and direction of the project is the financing of this industry. Financial support for entrepreneurship under this project includes subsidising, guaranteeing, preferential micro-credit, provision of missing infrastructure and government grants.

Subsidisation here means reduction of interest rates on loans issued by second-tier banks for business development. Collateral - partial guarantee as collateral for bank loans.

This project with all related legislative and normative acts has been developed by the Ministry of National Economy with the integration of all previously developed state programmes. Among the ministries responsible for implementation, along with the developer, are the Ministries of Trade and Integration, Labour and Social Protection, Culture and Sports, Industry and Infrastructure Development, Interior, Finance, Energy and Foreign Affairs.

The purpose of the national project is to ensure qualitative changes in the structure of entrepreneurship, development of small business to increase employment, reliance on medium-sized businesses as a driving force for the diversification of economic sectors, comprehensive development of competition with the creation of equal conditions

for businesses.

The 'National project for the development of entrepreneurship for 2021-2025' approved by Government Decision No. 728 of 12 October 2021 provides for 8,455,329,919 thousand tenge. Including from the republican budget - 1 030 884427 thousand, from local budgets - 124 695 492 thousand, extrabudgetary - 7 299 750 000 thousand tenge. Information concerning the giant resolution by years can be seen in the table below. The data can be seen in table 2.

**Table 3 - Financing of the 'National Project on Entrepreneurship Development for 2021-2025' thousand tg.**

| 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1272207923,3 | 1370367038,7 | 1620056904,0 | 1963862120,0 | 2228835933,0 |
| *Compiled by the author on the basis of data: https://damu.kz/programmi [7]* | | | | |

As of the end of 2023, 11,913 projects have been subsidised under the 'National Entrepreneurship Development Project for 2021-2025' for a total loan amount of KZT 435.36 billion, with a subsidy amount of KZT 86.6 billion. The state pledged 11,813 projects for a total loan amount of KZT 207.5 billion, with a guarantee amount of KZT 111.1 billion

For young entrepreneurs from the national budget allocated a state grant of 307.17 million tenge for 91 projects. To attract the missing infrastructure in 2022 spent 22.1 billion tenge, which was enough to finance 48 projects, in 2023 25 billion tenge and in 2024 it is planned to allocate 30 billion tenge.Figure 2 shows the ways and amount of business financing.

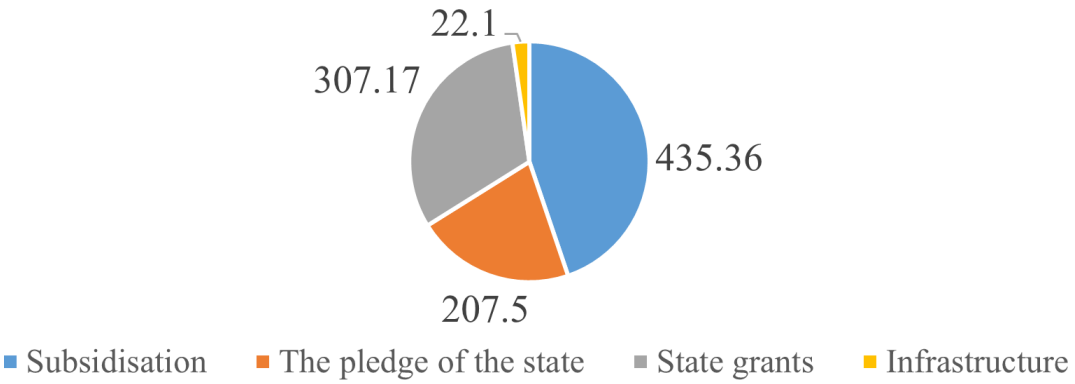



**Fig. 2 - Methods and volume of entrepreneurship financing under the 'National Entrepreneurship Development Project for 2021-2025'**

*Note: Compiled by the author based on https://kapital.kz [8]*

Economic efficiency of the project for five years aims to bring the share of small and medium-sized enterprises in the gross domestic product up to 35%. The growth of tourism in GDP should reach 8.4 trillion tenge. It is planned to reduce the share of the state in the economy to 14%. According to the results of the national document, the state plans to create 995.3 thousand jobs for the population. Of them permanent - 335.1 thousand, temporary - 660.2 thousand jobs.

The expected social effect of the project is as follows: 1.7 million people will be employed on a permanent basis, 3.5 million people will be covered by active measures to promote employment, and the

share of the rural population with incomes below the subsistence minimum is expected to decrease by 6.5 per cent.

The project also integrates the state programme for business support and development 'Business Roadmap 2025' and the programme 'Economy of Simple Things'.

According to the list of goods for priority projects subject to lending, favourable lending and loan guarantees are provided to entrepreneurs. For 2023, 125 projects were subsidised for a total loan amount of 194.58 billion tenge.

During the project implementation period, SMEs created more than 106 thousand new jobs, produced products and services worth 36 trillion tenge, and paid taxes to the budget totalling 2.3 trillion tenge.

**Results of the discussion.**The following objectives are envisaged in the state regulation of entrepreneurial activity:

- development of entrepreneurship in the interests of the state and society;

- protecting the legitimate interests and rights of entrepreneurs;

- ensuring the equality of all business entities before the law.

As for non-financial support for entrepreneurs under the National Entrepreneurship Development Project for 2021-2025, it includes a set of projects to provide training and advisory support to potential and aspiring entrepreneurs on how to run a business. Entrepreneur Service Centres are functioning in regional and district centres, single-industry towns and small towns. They will provide assistance under the Business Roadmap 2025 programme, the Simple Things Economy programme, and the Enbek programme on a free-of-charge basis, offline and online. In addition, entrepreneurs are provided with service support in running their existing business in the form of accounting and tax accounting, statistical reporting, internet marketing, legal services, information technology coverage, public procurement, and assistance to domestic producers in selling their products.

Also within the framework of the 'National Project on Entrepreneurship Development for 2021-2025' it is envisaged to provide microcredits at 6% interest rates. For mono and small towns and rural communities, these loans are provided without sectoral restrictions, for investment purposes in an amount not exceeding 20 million tenge, and for replenishment of working capital on an unsecured basis at 5% up to 5 million tenge.

In addition, the implementation of lending mechanisms for priority projects, such as subsidising part of the interest rate and private loan guarantees, is ongoing.

Youth is the most important link in the entrepreneurial environment. Youth today, youth entrepreneurship in 10 years will determine the face of our country. Economic growth and the pace of development of the country of tomorrow depend on the development of youth business today.

Currently, youth entrepreneurship has become one of the key areas of small business development in Kazakhstan. The creation of favourable conditions to encourage young people to engage in entrepreneurial activities is considered in various programmes at the national and regional levels.

However, many regions of Kazakhstan lack platforms that would allow young people to gain relevant knowledge and skills, share information, develop ideas and receive expert advice. As a result, innovative ideas are either not realised or remain within universities and research laboratories without reaching the market.

According to statistics, approximately 300 million young people between the ages of 18 and 30 worldwide are either unemployed or not working at all. About 20% of them have the ability to start their own business, but only 5% of them can realise this potential for various reasons.

The singling out of youth entrepreneurship as a separate category is due to its unique characteristics, strengths and weaknesses compared to other types of entrepreneurship:

Strengths of youth entrepreneurship:

- High innovative activity and creativity.

- Flexibility, speed of action and ability to develop

new markets.

- The ability to systematically update knowledge and skills in line with market changes.

- Potential to withstand high labour and nervous loads, especially at the initial stage.

- risk appetite.

Weaknesses of youth entrepreneurship:

- Lack of social experience.

- lack of business reputation.

- weak practical skills in applying economic principles.

- problems with the formation of start-up capital.

- Lack of personal connections in business and power structures.

- vulnerability to bureaucratic obstacles and criminal influence.

These characteristics highlight key challenges in supporting youth entrepreneurship, including developing strengths and overcoming weaknesses.

To date, several problems affecting the willingness of young people to create their own business projects remain unresolved:

- social mood. Entrepreneurial spirit, willingness to take risks and create something new, is not yet so pronounced among young people who prefer careers in big business or public service.

- Public perception of entrepreneurs. Entrepreneurial activity is perceived as a way of overcoming difficulties rather than as an endeavour to achieve success.

- Educational content. Traditional educational institutions provide basic economic knowledge, but do not develop the incentives and competences necessary for successful business.

- start-up conditions. Small business support measures for young people have not yet yielded noticeable results, and administrative, legal and financial barriers are still significant.

- Young people' s lack of awareness of state organisations supporting small businesses.

Young people are the most active part of society, able to react quickly to changes and take advantage of them. Therefore, it can be argued that young people have a significant potential for entrepreneurship. Support of youth entrepreneurship requires special attention from the state authorities. Properly organised and targeted support will help to develop small business in the region, leading to economic growth and increasing its attractiveness.

However, young people face great difficulties on the way to creating this entrepreneurship. These challenges are related to both the financial difficulties in setting up a business and the lack of education of young people. They include high rates of interest and taxes on credit, lack of start-up capital in the hands of young people, limited or no economic and productive linkages due to the short-term nature of their activities and lack of experience. These and other problems require mandatory solutions through government support for youth entrepreneurship. Due to the lack of awareness of young people about the existing methods of support for youth entrepreneurship, there is a need for various campaigns, competitions, creation of information bases in educational institutions. All these measures will help to stop young people' s perception of entrepreneurship and business as an inaccessible sphere of activity [9].

The growth of production output and increase in revenues from sales in small businesses contribute to the increase in tax revenues to the budget. In particular, there is a positive trend in the corporate income tax (CIT) expenditures of small businesses.

- Over the last five years, small business expenditures on KPN have increased more than 5 times, reaching 6,381.6 billion tenge in 2023.

- The share of small business expenditures on KPN in the total volume of all enterprises increased from 26.2 per cent to 53.4 per cent.

Despite the positive analysis, there are still problems that hinder the development of the industry:

Today, a large number of small businesses operate in low-productivity sectors, with trade remaining the dominant activity, with about 35 per cent of all small businesses in the country.

Trade is an important sector of the economy; at the same time, it is necessary to ensure growth in the number of small and medium-sized enterprises, especially in the manufacturing sector.

The contribution of medium-sized companies to GDP will remain at the 2019 level, which is about 6 per cent. At the same time, about 30% of medium-sized companies show losses in the first half of 2023.

Instruments to facilitate business growth and expansion for effective implementation should be strengthened. Further work is needed to improve the business climate in the country.

Domestic Entrepreneurship Challenges:

Lack of engineering industrial infrastructure, difficulties in business planning due to price controls and export bans.

The number of active SMEs over the last 5 years is 46.5%. And the number of medium-sized enterprises is only 11.6%. SMEs account for only 0.2% of medium-sized industries, and 99.8% of small enterprises are fertilised.

Over the last five years, the number of operating SMEs has increased by 46.5%. The main contribution to this growth was a one and a half times increase in the number of individual entrepreneurs. At the same time, the number of medium-sized businesses has increased by only 11.6 per cent. Currently, only 0.2 per cent of operating SMEs belong to medium-sized businesses, while 99.8 per cent are small enterprises.

It is necessary to revise the system and mechanisms of state support for entrepreneurship. Despite the long-term operation of a number of programmes for the development of domestic business, their effectiveness is subject to criticism.

Firstly, there is limited coverage of the commercial establishment with recommended support measures, such as cash injections, from the budget.

The purpose of the national programme is an important issue, but compliance with these objectives is another entrepreneurial problem. An example is the Economics of Simple Things programme.

An example is the Economy of Simple Things programme, which was created to saturate the domestic market with goods and services from domestic producers. However, 35 per cent of the activities (53 out of 150) eligible for concessional financing did not meet the stated objective. This trend reduces the effectiveness of state support measures and is observed in the framework of the National Project for the Development of Entrepreneurship. Grant support for business is particularly problematic.

Firstly, there are problems with monitoring the targeted use of grant support funds. Today, monitoring is carried out only selectively and covers a very narrow range of projects. For example, in 2022 only 27 out of 264 projects approved in Almaty were checked, i.e. only one in ten. A similar situation occurs in other regions. All grant financing projects should be covered by control over the targeted use of funds and achievement of final results.

Secondly, grant support is most often aimed at small projects with funding of 5 million tenge, which leads to the dispersion of budgetary funds. No account is taken of promising directions and orientation towards final results.

Thirdly, there are legal gaps, such as the lack of a clear definition of 'novelty of a business idea', which leads to different interpretations of this concept by both entrepreneurs and members of competition commissions. There is also no requirement to confirm the 'novelty', which is a key condition for receiving a grant.

The criteria for determining the priority sectors of the economy for which state support measures are provided also remain unclear. There are plans to include in the list of priority sectors such areas as food retailing (e.g., 'convenience stores'), property rental, building maintenance, and passenger car leasing.

Government support should help to increase domestic production, develop the manufacturing industry and target sectors specialising in the production of finished goods.

The business community continues to rely on government assistance, as bank lending conditions remain unacceptable. Despite the growth in lending to SMEs, the share of such loans in the total loan portfolio decreased from 33% in 2019 to 26%.(Figure 3)

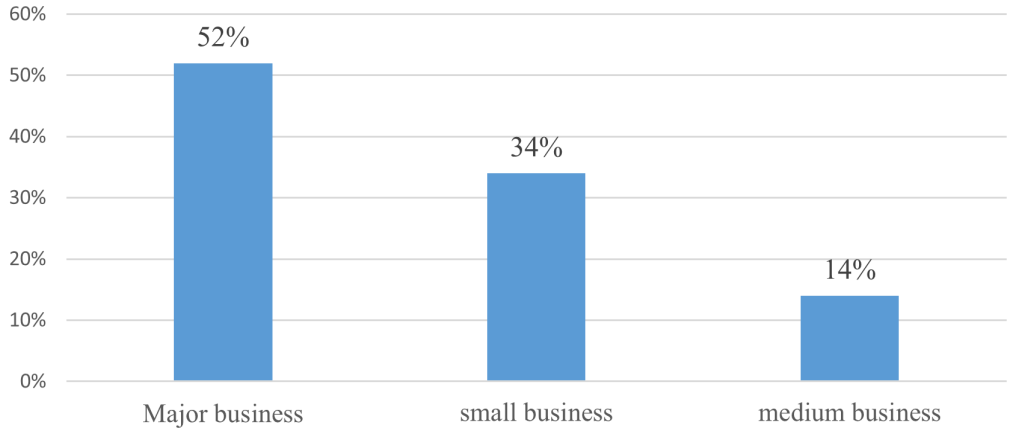



**Fig. 3 - Dynamics of business lending in the RK**

*Note: Compiled by the author on the basis of data from the CIS Internet portal / https://e-cis.info/news [10]*

According to the National Bank, last year 52 per cent of the total volume of loans granted by banks to businesses went to large entrepreneurs, 34 per cent to small businesses and only 14 per cent to medium-sized enterprises. Industrial and trading companies continue to lend more actively than others. The largest share of loans (51 per cent) went to the trade sector, with large entrepreneurs receiving more than half (54 per cent) of these funds. Industry accounts for 42.1 per cent of the portfolio. The third place with a big lag is occupied by the transport sector with a share of 6.9%.

Trade also dominates the receipt of government support through the Damu fund. More than one-third of the subsidised (37%) and guaranteed (39%) projects are trade-related. This points to the need for a fundamental review of approaches and mechanisms of state support.

There are serious problems with tax policy in relation to small and medium-sized enterprises. The business community expresses dissatisfaction, especially with the proposal to increase the value added tax (VAT) rate from 12 per cent to 16 per cent. This issue requires detailed discussion with domestic entrepreneurs. It is also necessary to address the problems of VAT refunds and the high tax and social burden on employers, which reaches 39 per cent.

Fiscal measures should be aimed at stimulating the growth of small businesses and their consolidation.

In rail transport, business faces serious problems, including deteriorated infrastructure and corruption risks in the provision of freight wagons. An example of business dissatisfaction is the lack of equality in freight tariffs, where the national carrier emphasises transit traffic as its tariffs are 2.5 times higher.

According to Atameken, the government has imposed export restrictions on 15 types of agricultural products over the past two years. These measures, which are aimed at stabilising prices in the domestic market, lead to negative consequences for business, such as the disruption of contracts, spoilage of products, stoppage of production and loss of foreign markets.

In addition, there have been more than 50 changes to industry subsidy rules over the past five years. Constant changes disorient farmers and investors, preventing them from building long-term development plans.

According to the results of the SWOT analysis of the work, we have achieved the following:

| Strengths | Weaknesses |
|---|---|
| 1. Government support: Availability of programmes and initiatives aimed at supporting small and medium-sized businesses.<br>2. Strategic location: Kazakhstan is at the crossroads of the most important trade routes, which favours the development of logistics and trade.<br>3. Resources: Rich natural resources that can be used to create various businesses (energy, mining). | 1. Corruption: Corruption problems can impede access to government support and licensing.<br>2. Lack of skilled labour: High levels of migration and low levels of specialist training in some sectors.<br>3. Uneven regional development: Different levels of development of the business environment in urban and rural areas.<br>4. Bureaucracy: Complex and slow administrative procedures can discourage entrepreneurs. |
| **Opportunities** | **Threats** |
| 1. Increased digitalisation: Increased adoption of digital technologies in business processes opens up new opportunities for start-ups.<br>2 Investment in innovation: Support for innovative projects and technologies, especially in the IT and environmental sectors. 3.<br>3. Cooperation with international organisations: Opportunities to attract foreign investment and technology through international programmes.<br>4. Agro-industrial development: Increased interest in agriculture and eco-products can lead to growth of new businesses. | 1. Economic instability: The impact of external factors such as oil price fluctuations and economic crises.<br>2. Competition with neighbouring countries: Increased competition from neighbouring countries that are also developing business environment.<br>3. Threat of climate change: Impact of environmental issues on resources and agribusiness. |

This type of analysis can help to understand the current state and prospects of business in Kazakhstan, taking into account government support. SWOT analysis serves as a basis for long-term planning and prioritisation of business development.

In order to identify important social and technological trends, a PEST analysis was conducted, which can help to develop new products or services.

According to the results of PEST-analysis we have achieved the following:

| Politicalfactors | Economicfactors |
|---|---|
| 1. State support for SMEs: Availability of programmes aimed at business development.<br>2. Regulation and regulatory framework: Legislative changes aimed at improving the business climate and simplifying administrative procedures.<br>3. Political stability: The level of stability in the country, which affects the confidence of investors and entrepreneurs.<br>4. International agreements: Participation in various international economic and trade agreements, which opens new markets for business. | 1. GDP growth: Sustained economic growth in recent years, creating opportunities for new investment.<br>2. Inflation and exchange rate: Exchange rate fluctuations and inflation can affect the cost of imports and export opportunities.<br>3. Unemployment rate: Reduced unemployment contributes to consumer demand and welfare.<br>4. Investment climate: An assessment of Kazakhstan's attractiveness to foreign investment and the level of government support. |
| **Social factors** | **Technological factors** |

| | |
|---|---|
| 1. Entrepreneurial culture: The prevailing culture and attitudes towards entrepreneurship that may favour or hinder its development.<br>2. Education and Skills: The level of education and skills of the labour force that affects the ability of entrepreneurs to compete.<br>3. Demographic Change: Changes in the population, including the growth of young people, can create new consumer trends.<br>4. Demand for innovation: Increased interest in innovative products and services among the population. | 1. Digitalisation of business: Increased adoption of digital technologies in various sectors of the economy.<br>2. Innovative startups: Increase in the number of technology startups supported by the government and private investors.<br>3. Infrastructure development: Investments in the development of digital and transport infrastructure, which improves access to technology. |

Kazakhstan demonstrates a more stable business environment compared to neighbouring countries such as Uzbekistan, Kyrgyzstan, Tajikistan and Russia, although it faces bureaucracy and corruption. Uzbekistan is implementing reforms to improve the business environment, but still has problems with respect for property rights. Kyrgyzstan is known for high levels of corruption but offers more liberal approaches, while Tajikistan faces strong state influence and limited access to finance. Russia offers diverse financial opportunities but has a difficult business environment and high risks. Overall, Kazakhstan has potential for growth, but it needs to improve access to finance and technology adoption to improve its international competitiveness.

**Conclusions.** In Kazakhstan, entrepreneurship plays an increasingly important role in the economy. It is designed to address key challenges such as:

- Production of consumer goods and services using local sources of raw materials without significant capital investment.

- Creating conditions for the employment of labour force released from large enterprises.

- Acceleration of scientific and technological progress in the country.

- Creation of a positive alternative to criminal business.

As already mentioned, the state is implementing many projects to improve and revive domestic entrepreneurship. The future of Kazakhstan depends on entrepreneurial activity and the ability to develop an effective concept. Therefore, a professional approach to entrepreneurial activity and fulfilment of entrepreneurial functions is required.

## References

1.Lapusta, M.G. Predprinimatel' stvo: Uchebnik / M.G. Lapusta - M:INFRA-M, 2009. - 608 s.[in Russian] ISBN 978-5-16-003252-8 [in Russian]

2.Predprinimatel' skij kodeks Respubliki Kazahstanot 29 oktjabrja 2015 goda № 375 – V ZRK (s izmenenijami i dopolnenijami po sostojaniju na 16.01.2021 g.). -Data obrashhenmija: 12.06.2024. [in Russian]

3.Poslanie Glavygosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana: «Kazahstan v novojreal' nosti: vremjadejstvij» ot 1 sentjabrja 2020 g. -Data obrashhenmija: 12.06.2024. [in Russian]

4.Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana: «Konstruktivnyj obshhestvennyj dialog – osnova stabil' nosti i procvetanija Kazahstana» ot 2 sentjabrja 2019 goda.-Data obrashhenmija: 12.06.2024. [in Russian]

5.Oficial' nyj informacionnyj resurs Prem' erMinistra RK / Moratorij na proverki i osvobozhdenie ot nalogov - kak budet razvivat' sja biznes v RK v blizhajshie 3 goda. URL: https://primeminister.kz - Data

obrashhenmija: 21.06.2024. [in Russian]

6.Oficial’ nye dannye agentstva po strategicheskomu planirovaniju i reformam RK / Osnovnye pokazateli kolichestvasub#ektov v Respublike Kazahstan. URL: https://stat.gov.kz.-Data obrashhenmija: 21.06.2024. [in Russian]

7. Oficial’ nye dannye AO «Fond razvitija predprinimatel’ stva «Damu» /Nacional’ nyj proekt po razvitiju predprinimatel’ stva na 2021-2025 gody.URL: https://damu.kz/programmi .- Data obrashhenmija: 21.06.2024. [in Russian]

8.Kapital – centrdelovojinformacii / V Kazahstaneopredelili 10 zadachporazvitijupredprinimatel’ stva. URL: https://kapital.kz - Data obrashhenmija: 21.06.2024. [in Russian]

9.Oficial’ nyedannyeNacional’ nojpalatypredprinimatelej RK «Atameken» / Problemy, meshajushhieuspeshnomurazvitijumolodezhnogopredprinimatel’ stva. URL: https://atameken.kz. Data obrashhenmija: 21.06.2024.[in Russian]

10.Internet portal SNG / Razvitiemalogoisrednegobiznesa v Kazahstane: problemireshenija. URL: https://e-cis.info/news. - Data obrashhenmija: 21.06.2024.[in Russian]

***Information about the authors***

Zhumazhanova M. -Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulzhanov, Senior Lecturer, Master’s Degree, Astana, Kazakhstan, e-mail: maral2804@mail.ru;

Zhappasova R. -Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulzhanov, Ph.D in Economics, ass.Professor, Astana, Kazakhstan, e-mail:zhappasova_77@mail.ru;

Oryntayeva A.Y. - Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulzhanov, lecturer Master’s Degree Astana, Kazakhstan, e-mail: oryntayeva.a13@gmail.com

Bolsynbek M. - Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulzhanov, lecturer Master’s Degree Astana, Kazakhstan, e-mail: mbolsynbek@bk.ru

***Сведения об авторах***

Жумажанова М.Т. - Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, старший преподаватель, магистр, Астана, Казахстан, e-mail: maral2804@mail.ru;

Жаппасова Р.Е. - Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, к.э.н., асс.профессор.

Астана, Казахстан, e-mail: zhappasova_77@mail.ru

Орынтаева А.Е. -Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, преподаватель, магистр,

Астана, Казахстан, e-mail: oryntayeva.a13@gmail.com

Болсынбек М.К. -Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова, преподаватель, магистр,

Астана, Казахстан, e-mail: mbolsynbek@bk.ru

IRSTI 82.33.13 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-638**

# IMPROVING THE ECONOMIC MECHANISM OF INVESTMENT ACTIVITY IN THE REGION

**[1]A. Tursyn, [1]A.S. Tulemetova, [2]G.S. Berdibekova, [1]A.A. Alzhanova, [3]E.K. Toimbetov**

*[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,*
*[2]Peoples' Friendship University named after Academician A.Kuatbekov, Shymkent, Kazakhstan,*
*[3]Narxoz University, Almaty, Kazakhstan,*

Corresponding author: asilxan.janadilov@mail.ru

Enhancing the economic and organizational framework of the region' s investment activity is essential to guaranteeing long-term economic expansion and raising the competitiveness of Kazakhstani regions. A key component of a region' s successful growth in the face of global competition and shifting global markets is its capacity to draw in and use investments. With its abundant natural resources, Kazakhstan is working to create a new economic model that emphasizes enhancing the investment climate and expanding the contribution of private capital to regional economies.

The theoretical underpinnings and real-world strategies for enhancing the economic and organizational mechanisms of investment activity are covered in the essay. In order to draw investment to the areas, the current institutional and legislative frameworks as well as financial incentives were examined and analyzed. An evaluation of the state' s present business-state engagement mechanisms and assistance programs is conducted. The main issues impeding the successful execution of investment projects have been identified, and these include inadequate funding, a lack of cooperation between businesses and government organizations, and the digitization of investment management.

Particular emphasis is placed on global experience, as demonstrated by the cases of South Korea and Finland, where the implementation of creative investment management techniques has sped up regional economic expansion. Using the study as a basis, methodological suggestions are made to enhance the economic and organizational mechanism of investment activities. This would boost investment inflow and guarantee the sustained development of Kazakhstan areas.

**Keywords:** investment activity, organizational and economic mechanism, government support, regional policy, financial incentives, digitalization, investment climate, sustainable development.

# АЙМАҚТАҒЫ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МЕХАНИЗМІН ЖЕТІЛДІРУ

**[1]А.Р. Тұрсын, [1]А.С. Тулеметова, [2]Г.С. Бердибекова, [1]А.А. Альжанова, [3]Е.К. Тоимбетов**

*[1]Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,*
*[2]Университет дружбы народов им академика А. Куатбекова, Шымкент, Казахстан,*
*[3]Университет Нархоз, Алматы, Казахстан,*
*e-mail asilxan.janadilov@mail.ru*

Өңірдің инвестициялық қызметінің ұйымдастырушылық-экономикалық тетігін жетілдіру тұрақты экономикалық өсуді қамтамасыз ету және Қазақстандағы өңірлердің бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін негізгі фактор болып табылады. Жаһандық бәсекелестік пен әлемдік нарықтардағы өзгерістер жағдайында өңірлердің инвестицияларды тиімді тарту және пайдалану қабілеті олардың табысты дамуының айқындаушы элементіне айналады. Қазақстан бай табиғи әлеуетке ие бола отырып, инвестициялық ахуалды жақсартуға және өңірлердің экономикасындағы жеке капиталдың рөлін арттыруға негізделген экономиканың жаңа моделін дамытуға ұмтылады.

Мақалада инвестициялық қызметтің ұйымдастырушылық-экономикалық механизмін жетілдірудің теориялық негіздері мен практикалық тәсілдері қарастырылады. Өңірлерге инвестициялар тартуға ықпал ететін қолданыстағы құқықтық және институционалдық жағдайларды, сондай-ақ қаржылық

ынталандыруларды зерделеу және талдау жүргізілді. Қолданыстағы мемлекеттік қолдау бағдарламалары мен мемлекет пен бизнестің өзара іс-қимыл тетіктеріне шолу жасалды. Қаржыландырудың жеткіліксіздігін, мемлекеттік органдар мен бизнес арасындағы үйлестірудің әлсіздігін, сондай-ақ инвестицияларды басқаруды цифрландыруды қоса алғанда, инвестициялық жобаларды тиімді іске асыруға кедергі келтіретін түйінді проблемалар анықталды.

Инвестицияларды басқарудың инновациялық тетіктерін енгізу өңірлердің экономикалық өсуін жеделдетуге алып келген Финляндия мен Оңтүстік Кореяның мысалдары сияқты халықаралық тәжірибеге ерекше назар аударылды. Жүргізілген талдау негізінде инвестициялық қызметтің ұйымдастырушылық - экономикалық тетігін жетілдіру бойынша әдіснамалық ұсынымдар ұсынылды, бұл инвестициялар ағынын ұлғайтуға және Қазақстан өңірлерінің тұрақты дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** инвестициялық қызмет, ұйымдастыру-экономикалық тетік, мемлекеттік қолдау, өңірлік саясат, қаржылық ынталандыру, цифрландыру, инвестициялық ахуал, орнықты даму.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕГИОНЕ

**[1]А.Р. Турсын✉, [1]А.С. Тулеметова, [2]Г.С. Бердибекова, [1]А.А. Альжанова, [3]Е.К. Тоимбетов**

*[1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан,*
*[2]Академик Ә.Құатбеков атындағы Халықтың достығы университеті, Шымкент, Қазақстан,*
*[3]Нархоз университеті, Алматы, Казахстан,*
*e-mail asilxan.janadilov@mail.ru*

Совершенствование организационно-экономического механизма инвестиционной деятельности региона является ключевым фактором для обеспечения устойчивого экономического роста и повышения конкурентоспособности регионов в Казахстане. В условиях глобальной конкуренции и изменений на мировых рынках, способность регионов эффективно привлекать и использовать инвестиции становится определяющим элементом их успешного развития. Казахстан, обладая богатым природным потенциалом, стремится к развитию новой модели экономики, основанной на улучшении инвестиционного климата и повышении роли частного капитала в экономике регионов.

В статье рассматриваются теоретические основы и практические подходы к совершенствованию организационно-экономического механизма инвестиционной деятельности. Проведено изучение и анализ существующих правовых, и институциональных условий, а также финансовых стимулов, способствующих привлечению инвестиций в регионы. Проведен обзор действующих программ государственной поддержки и механизмов взаимодействия государства и бизнеса. Выявлены ключевые проблемы, препятствующие эффективной реализации инвестиционных проектов, включая недостаточное финансирование, слабую координацию между государственными органами и бизнесом, а также цифровизацию управления инвестициями.

Особое внимание уделено международному опыту, такому как примеры Финляндии и Южной Кореи, где внедрение инновационных механизмов управления инвестициями привело к ускорению экономического роста регионов. На основе проведенного анализа предложены методологические рекомендации по совершенствованию организационно-экономического механизма инвестиционной деятельности, что позволит увеличить приток инвестиций и обеспечить устойчивое развитие регионов Казахстана.

**Ключевые слова:** инвестиционная деятельность; организационно-экономический механизм; государственная поддержка; региональная политика; финансовые стимулы; цифровизация; инвестиционный климат; устойчивое развитие.

**Introduction.** Enhancing the organizational and economic mechanisms of investment activity in the region is becoming a pressing problem in light of the world economy' s volatility and fast globalization. [1] Investments are essential for maintaining steady economic growth, generating employment, and raising people' s standard of living. An integrated strategy that considers both the theoretical and practical facets of investment activity is necessary for effective investment recruitment.

The success of present plans may be evaluated, flaws can be found, and new ways to boost investment activity can be developed by analyzing the regional level' s current investment management systems. The effects of digitization on economic and organizational systems should get particular attention as they provide new opportunities for improving the efficiency and transparency of investment processes [2].

In order to determine the main elements influencing the growth in the amount of investments and their efficient use, this research aims to assess and analyze the current organizational and economic processes of investment activity in the regions.

A survey of earlier research indicates that long-term economic growth requires efficient investment processes. However, many locations still confront significant challenges in spite of government assistance and efforts to enhance the business climate. These include inadequate financial resources, excessive investor risks, and a lack of cooperation between the private sector and various governmental levels.

The study looks at the theoretical underpinnings of investment activity and evaluates how investment management is being practiced in various Kazakhstani areas. The operations of specialist organizations, investment assistance initiatives, and communications with global financial institutions are given particular consideration. An empirical study will be carried out using the gathered statistical data on unemployment, economic growth, and investment attractiveness. Based on surveys and interviews with government and industry leaders, the issues and obstacles faced by investors are also examined. Consequently, suggestions for enhancing the economic and organizational mechanism of investment activities will be developed, along with ideas for the growth of international collaboration to boost the competitiveness of Kazakhstan' s regions [3].

**Materials and methods.** In the current world, attaining sustained economic growth in the regions depends heavily on efficient investment management. The organizational and financial systems that support investment process optimization are covered in this article. With a focus on introducing innovations and utilizing global expertise, the research examines the theoretical and practical elements of improving these systems.

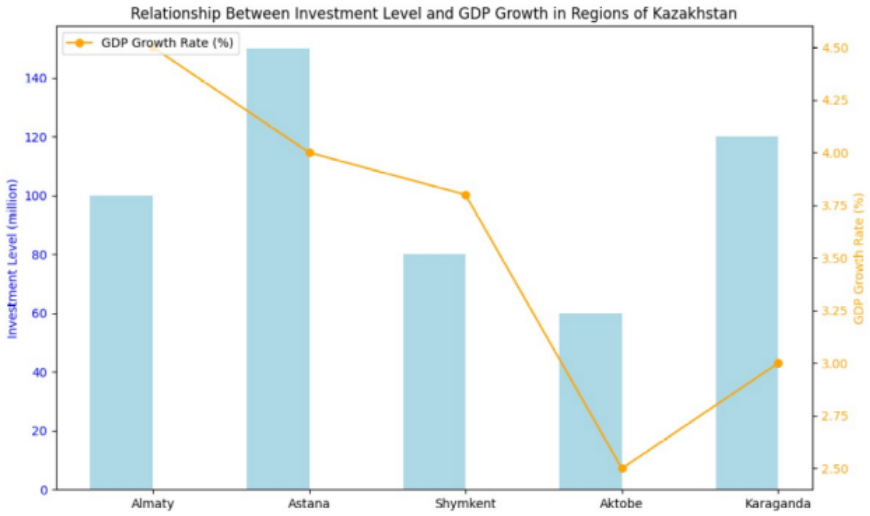



**Fig. 1 - Correlation between Investment Level and GDP Growth Rates in Regions of Kazakhstan**

The study employs a comparative methodology in addition to statistical and economic analysis. Data from official sources, including the Agency for Statistics and the Ministry of National Economy, were examined in order to evaluate the current level of investment activity in Kazakhstan. Indicators pertaining to the amount of funding allocated to research and development (R&D) and the proportion of innovative businesses across different areas were the primary emphasis. Statistics posted on the Statistics Agency' s official website corroborate the good trend in Kazakhstan' s GDP growth rate [1].

A data visualization was made to show the correlation between the amount of money invested in creative ventures and the GDP growth rate in different parts of Kazakhstan. On the figure 1 graph:

1. The amount of investments in millions is shown in the blue bar graph.

2. The GDP growth rate is displayed as a percentage in the orange line graph.

The association between investment activity and economic development in various places may be readily shown thanks to this representation (Fig. 1).

The GDP growth rates and investment levels in Kazakhstan' s five major regions are shown in Table 1. These statistics enable a more thorough comprehension of the influence of investments on regional economic development and validate the association seen in the graph.

**Table 1 - GDP growth rates and investment levels by Kazakhstan's regions**

| Region | Investment level (million) | GDP growth rate (%) |
|---|---|---|
| Almaty | 100 | 4.5 |
| Astana | 150 | 4.0 |
| Shymkent | 80 | 3.8 |
| Aktobe | 60 | 2.5 |
| Karaganda | 120 | 3.0 |

The study' s examination of government assistance initiatives for innovative endeavors was a significant component. The Business Roadmap 2025 initiative, which offers funding for small and medium-sized businesses, including creative firms, is specifically under consideration. Information on the program' s outcomes was gathered from publications on investment project outcomes and Ministry of National Economy papers [2]. The high efficiency of public financing of innovative ventures was supported by a study of worldwide experience, including instances from Finland and South Korea. This was also examined in previous scholarly studies [3].

The study employed a range of sources to guarantee the validity and applicability of the findings. These include information on the intricacies of constructing these mechanisms and scholarly studies that outline functional models of the organizational and economic mechanism of investment management. Significant significance is placed on statistical data released by the Statistics Agency that show the dynamics of investments and how they affect economic indicators [4].

The study' s examination of government assistance initiatives for innovative endeavors was a significant component. The Business Roadmap 2025 initiative, which offers funding for small and medium-sized businesses, including creative firms, is specifically under consideration. Information on the program' s outcomes was gathered from publications on investment project outcomes and Ministry of National Economy reports. The high effectiveness of public financing of innovative ventures was validated by a review of worldwide experience, including instances from Finland and South Korea. This was also examined through existing scholarly studies [5].

Throughout the study, a significant data

visualization was produced that showed the relationship between the amount of money invested in creative enterprises and the GDP growth rate in different Kazakhstani areas. Visual graphs enabled the analysis' s findings to be visually represented and conclusions on the connection between economic development and investment activity to be drawn [6].

This study' s methodology highlights the necessity of enhancing investment management' s organizational and economic mechanisms through an integrated strategy that incorporates both theoretical and practical elements. This will help the government regulate and improve the investment climate in Kazakhstan' s regions more effectively [7].

**Results and discussions.** The study' s findings supported the crucial role that innovation plays in the economic growth of Kazakhstan' s various regions, highlighting both notable achievements and important obstacles that the nation must overcome in order to create an inventive economy. According to the data, areas with a high concentration of creative ventures have faster rates of sustainability and economic growth.

A detailed overview of Almaty' s innovation activities over the past three years shows significant and steady progress in both economic growth and investment dynamics. In 2021, the gross regional product (GRP) of Almaty grew by 3.8%, which was a marked improvement due to the constant influx of investments aimed at innovation. This trend continued in 2022, when GDP growth rose to 4.2%, further boosted by increased financial allocations for innovation-oriented initiatives. By 2023, the region' s GRP grew by 4.5%, which indicates the effectiveness of the strategic investment policy and the development of the innovation ecosystem [8].

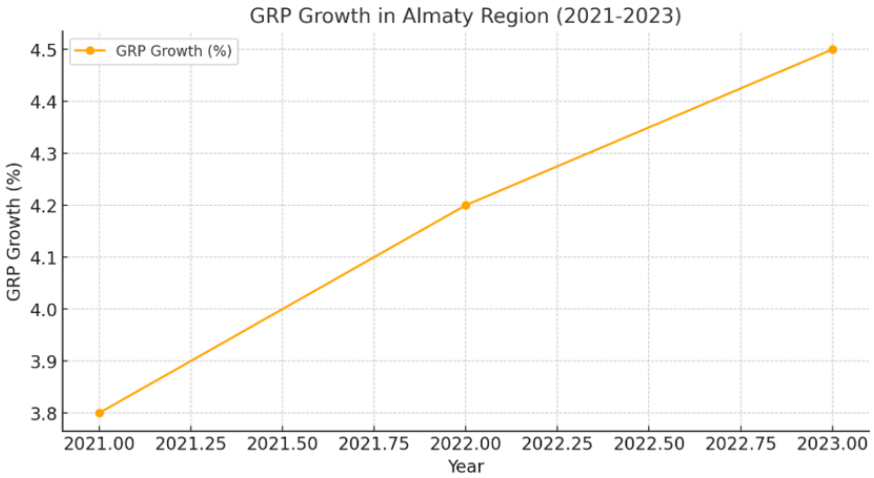



**Fig.2 - GRP Growth in Almaty Region (2021-2023)**

The dynamics of investment in innovation once again confirms this thesis about growth. In 2021, the volume of investments in innovation amounted to $85 million, increasing to 92 million in 2022. By 2023, these investments will reach 100 million, which indicates steady annual growth due to targeted government policies and a favorable business climate. This progress highlights the key role of financial support mechanisms and the growing confidence of private and public stakeholders in Almaty' s innovative potential.

These changes indicate a change in the economic landscape of Almaty, where innovation is a key factor in sustainable development. The region' s ability to attract and effectively allocate resources for innovative projects not only improves its economic performance, but also serves as a reference point for other regions of Kazakhstan. Using technological and infrastructural advantages, Almaty demonstrates how strategic investments can contribute to the development of a sustainable and competitive regional economy [9].

Visualization of these tables clearly demonstrates the relationship between investment activity and economic growth. The linear graph illustrating the growth of GRP from 2021 to 2023 highlights the steady upward trend in economic indicators (Fig 2).

Similarly, the histogram comparing investments in innovation over the same period shows a gradual increase in financial investments, which confirms the region' s commitment to stimulating innovation (Fig. 3).

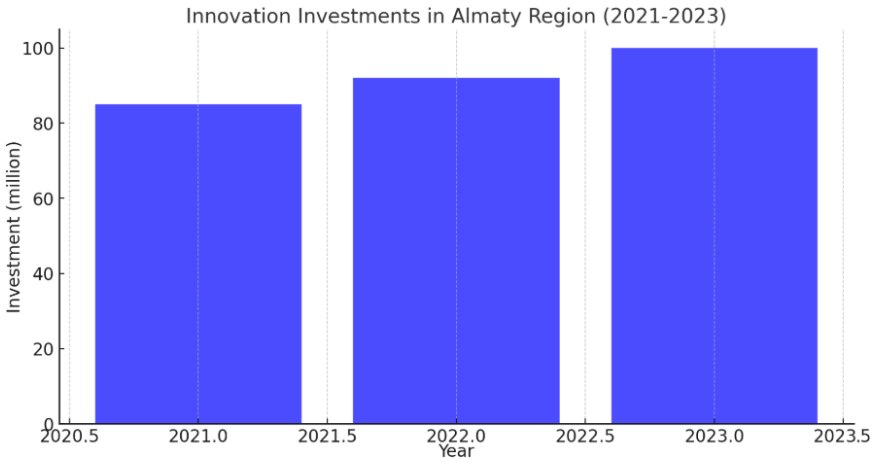



**Fig.3 - Innovation Investments in Almaty Region (2021-2023)**

This analysis confirms the need for continuous investment in innovation as the cornerstone of regional development. It highlights the importance of aligning financial resources, policy frameworks, and infrastructure support to maximize the economic potential of innovation. The experience of Almaty provides a compelling example of the wider application of these strategies throughout Kazakhstan, offering valuable insights into the mechanisms that drive regional economic transformation.

For instance, Almaty, a pioneer in innovative activity, had a 4.5% growth in its gross regional product (GRP) in 2023, which is much greater than Kazakhstan' s average growth rate of 3.3% [10]. These findings demonstrate how effective innovation investments are as a means of promoting regional development. The existence of scientific and technical parks in the area is significant here as it fosters an environment that is conducive to startups and innovative businesses.

International experience also supports this tendency. GDP growth often surpasses 2% per year in Finland, where government support for innovation is a key component of economic strategy. This is linked to active expenditures in R&D and tight collaboration between industry and science [11]. By using this experience, Kazakhstan may lessen interregional gaps and promote a more equitable distribution of economic advantages among regions. The relationship between academic institutions and the private sector is given particular consideration in order to successfully commercialize scientific advancements.

Nonetheless, the study identified important obstacles that restrict Kazakhstan' s capacity for creative growth. The lack of funding is still one of the primary issues; even though investments have increased, they are still insufficient by global standards. Only 0.13% of GDP was allocated to research and development in 2023, which is much less than what is done in OECD nations [12]. This restricts the potential for the introduction of innovations in industry and the development of new technologies.

Effective execution of new initiatives is hampered not just by a lack of finance but also by a lack of collaboration between scientific institutions and industry. Just 12% of governmental scientific initiatives in Kazakhstan are carried out

in collaboration with industry [13]. However, the proportion of marketable scientific advancements in the US is far greater, highlighting the significance of collaboration between industry and science for the effective application of breakthroughs. The State has to pay more attention to this issue and provide incentives for these kinds of exchanges. A SWOT analysis (Table. 2), which summarizes the main conclusions of this study, was carried out in order to gain a better understanding of Kazakhstan' s innovation environment and future prospects.

**Table. 2 - SWOT analysis result**

| **Strengths** | **Weaknesses** |
|---|---|
| 1. Robust expansion in areas with a high concentration of creative businesses (e.g., Almaty's GRP growth).<br>2. The presence of technical and scientific parks that support startup settings.<br>3. Shown relationship between GDP growth and government funding for innovation in global settings (e.g., Finland, South Korea). | 1. 0.13% of GDP is spent on R&D, which is far less than the OECD average.<br>2. Only 12% of government programs include industry and research organizations working together.<br>3. Too little money and resources for new projects. |
| **Opportunities** | **Threats** |
| 1. Possibility of improving regional development by increasing R&D spending (aiming for at least 1% of GDP).<br>2. Growth of technology parks and incubators, particularly in developing regions.<br>3. Financial assistance and tax breaks for the commercial sector can spark innovation. | 1. Low investment levels might impede technological advancement and innovation.<br>2. Increased interregional inequalities might result from inadequate assistance for less developed areas.<br>3. Competition from other countries that have more active financing and policies for innovation. |

In light of the completed study, the following recommendations may be made for the development of Kazakhstan' s creative economy.

The effective growth of an innovative economy requires an integrated approach that includes infrastructure development, government backing, and private sector stimulation, according to an examination of global experience. For instance, Kazakhstan can benefit from studying South Korea' s experience, where substantial economic development has resulted from aggressive government backing for innovation. South Korea has become one of the world leaders in terms of innovative activity because of the specific attention given to the development of research parks and the training of competent individuals [14].

In order for innovations to be successfully implemented in Kazakhstan, the present science and technology policy must be reviewed with an eye toward successful foreign practices. This entails raising the proportion of funds allocated to research and development, creating a nationwide network of technology parks and incubators, and enhancing collaboration between industry and academia.

The following suggestions for the advancement of Kazakhstan' s creative economy may be made in light of the study that has been done:

1. A rise in R&D spending to at least 1% of GDP, which would greatly enhance the number of chances for new technology research and development.

2. One important step to guarantee an equitable distribution of innovation activity, particularly in

less developed areas, will be to expand the number of technology parks and incubators around the nation.

3. The percentage of private investment in R&D will rise with the implementation of tax breaks and other forms of financial assistance for businesses that make innovative investments.

4. Scientific advancements will be commercialized and introduced into industry more quickly if platforms and programs for interaction between universities and businesses are established.

By putting these policies into place, Kazakhstan will be able to lessen regional inequalities, boost its competitiveness in the international market, and hasten the growth of an innovative economy.

Applying the finest worldwide techniques that have been modified for local circumstances can guarantee the regions' efficient growth, enhance the investment climate, and raise the nation' s competitiveness abroad.

**Conclusions.** This study' s goals were to examine how innovation affects the economic development of Kazakhstan' s various regions and to research strategies for fostering innovation through infrastructure and government programs. Throughout the project, techniques for evaluating the contribution of investment activity to regional development, examining the experiences of other nations, and analyzing economic indicators were applied.

The study verified that the economic growth of Kazakhstan' s regions is significantly influenced by innovative activity. Higher rates of sustainability and economic development are found in areas that aggressively adopt cutting-edge technology. There is a clear correlation between the degree of innovation and economic advancement, as evidenced by the greater growth rates of gross regional product (GRP) in areas with high rates of investment activity in creative initiatives. This result reaffirms that in order to guarantee sustained growth, new projects at the regional level require a methodical approach.

The study' s findings also demonstrate that creative approaches must be incorporated into comprehensive socioeconomic development plans for areas to flourish successfully. Innovations should be included into each region' s long-term development plan rather than being a local endeavor. In addition to encouraging the growth of innovative businesses, infrastructure development, the establishment of technology parks and business incubators, and startup assistance would help improve economic indices like employment and GRP growth.

Specialized infrastructure, such as science and technology parks, incubators, and accelerators, is required for the successful application of creative ideas. These arrangements have the capacity to draw in private capital for creative projects, which will advance the business climate and quicken regional economic expansion. Experience from other countries, such as the US and Israel, shows that assisting new businesses with these kinds of arrangements speeds up the development and commercialization of scientific discoveries. Similar initiatives should be put in place in Kazakhstan to help creative projects at every level of their growth.

According to an examination of global experience, nations like the US and Israel have had considerable success promoting innovation by building the necessary infrastructure and offering government assistance. It is wise to implement strategies including establishing specialized technology parks, accelerators, and enhancing collaboration between academic institutions, corporations, and governmental organizations in Kazakhstan. This will make it possible to employ resources more effectively in order to promote scientific research and technology commercialization.

Kazakhstan is particularly affected by the necessity to establish regional competence centers that would focus on cutting-edge ideas and technology. These facilities will aid in the concentration of resources and knowledge, facilitating more efficient research and development of new technologies. Experience from other countries, such as Switzerland, demonstrates that the establishment of such centers helps to boost the regions' standing internationally and promote the growth of important economic sectors. These

centers can be set up in areas of Kazakhstan that have a lot of promise for the growth of cutting-edge sectors including biotechnology, IT, and green technologies.

International scientific conferences and the growth of scientific tourism may both be useful instruments for raising a region' s standing internationally. The organization of significant scientific and technological events promotes information sharing, the development of global relationships, and the promotion of innovation. China serves as an example of how well-run international scientific conferences draw top specialists from around the globe and aid in the creation of cutting-edge technology.

Bureaucracy and administrative obstacles can seriously impede corporate growth and innovation. Experience from other countries, including New Zealand, demonstrates that streamlining business registration processes and using electronic services help to foster a positive business environment and draw capital to creative enterprises. In order to lower administrative obstacles for creative businesses and hasten the adoption of new technology, Kazakhstan should pursue changes in this area.

The following actions might be suggested for the advancement of Kazakhstan' s innovative economy in light of the data collected:

- There will be more chances for research and development of new technologies if R&D spending is increased to at least 1% of GDP.

- The creation of a nationwide network of technology parks and incubators to guarantee that innovation activity is distributed fairly, particularly in underdeveloped areas.

- Increasing the proportion of private investment in R&D by offering tax breaks and other forms of financial assistance to businesses making innovative investments.

- Establishment of forums and initiatives to facilitate communication between academic institutions and businesses, which will hasten the process of commercializing scientific discoveries and integrating them into the marketplace.

Therefore, a thorough application of global knowledge that is tailored to Kazakhstan' s unique circumstances can greatly boost regional innovation activity and support economic expansion. By taking these steps, the nation' s competitiveness in the international market will be bolstered, the investment climate will be improved, and the existing resources will be used more efficiently.

## References

1. Agentstvo Respubliki Kazahstan po statistike, Investicionnaya statistika - dinamicheskie ryadi. URL: https://stat.gov.kz [in Russian]

2. Petrova, I. A., & Krasnova, N. A. (2015). Organizatsionno ekonomicheskiy mehanizm upravleniya investitsionnoy deyatelnostyu diversifitsirovannogo agropredpriyatiya regiona. URL: https://cyberleninka.ru [in Russian]

3. Tokarev, A. A. (2016). Organizacionno_ekonomicheskii mehanizm regionalnogo razvitiya. Institut menedjmenta_ marketinga i finansov. DOI 10.17308/meps.2016.11/1526 [in Russian]

4. Yandarbaeva, L. A., & Sherkhova, M. H. Osobennosti-postroeniya-organizatsionno-ekonomicheskogo-mehanizma-upravleniya-investitsionnoy-deyatelnostyu// Estestvenno-gumanitarnye issledovanija - 2020.- №28(2)- C.290-294. DOI 10.24411/2309-4788-2020 [in Russian]

5. Nasrutdinov, M., Gadzhiev, M., & Zaborovskaya, O. (2021). FOREIGN EXPERIENCE OF THE USE OF THE TOOLS OF THE REGIONAL POLICY OF MANAGEMENT OF INVESTMENT ACTIVITY OF THE TERRITORIES. Zarubezhnyj opyt ispol' zovaniya instrumentov regional' noj politiki upravleniya investicionnoj aktivnost' yu territorij. Fundamentalnie issledovaniya (3), 120–127. DOI /10.17513/fr.42991 [in Russian]

6. Kosovskikh E.A., & Trifonov Yu.V. Funktsionalnaya model organizatsionno ekonomicheskogo mehanizma upravleniya regionalnoy investitsionnoy deyatelnostyu// Jekonomika i finansy. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im.N.I.Lobachevskogoju-2022.-№3.-S.183-185 URL: https://cyberleninka.ru [in Russian]

7. Lapaeva M.G., Bajtljuv S.A.Organizacionno-jekonomicheskij mehanizm upravlenija investicionnym processov v regione./Vestnik OGU.-2006ju-T.1(2).-S.91-98.[in Russian] https://cyberleninka.ru

8. Ekonomika torgovli. Dannie za 1990_2023 godi | Prognoz na 2024_2026 godi Dannie za 1990_2023 godi | Prognoz na 2024_2026 godi. URL: https://ru.tradingeconomics.com. (date of request 12.12.2024) [in Russian]

9. Investicionnaya statistika. URL: https://stat.gov.kz (date of request 12.12.2024) [in Russian]

10. Korotkov G.E. Razrabotka organizacionno-jekonomicheskogo mehanizma povyshenija investicionnoj privlekatel" nosti regiona.// Rossijskij zhurnal menedzhmenta.-2023.-T.11(1).-S.251-260.[in Russian]

DOI 10.29039/2409-6024-2023-11-1-251-260

11. Dinamicheskie tablici po investiciyam. URL: https://stat.gov.kz (date of request 12.12.2024) [in Russian]

12. Ministerstvo po investiciyam i razvitiyu Respubliki Kazahstan. (2023). KGIR-2023: Investitsii v ustoychivyy regionalnyy rost. URL: https://invest.gov.kz (date of request 12.12.2024) [in Russian]

13. Ministerstvo po investiciyam i razvitiyu Respubliki Kazahstan. (2023). KGIR-2023: Investitsii v ustoychivyy regionalnyy rost. URL: https://invest.gov.kz . (date of request 12.12.2024) [in Russian]

14. Ministerstvo nacionalnoi publikacii po statistike investicii. (2024). URL: https://stat.gov.kz (date of request 12.12.2024) [in Russian]

***Information about the authors***

Tursyn A. R.-PhD student, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: asilxan.janadilov@mail.ru;

Tulemetova A. S.-Candidate of Economic Sciences, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: aygul.tul.76@mail.ru;

Alzhanova A. A. - Candidate of economic sciences, docent of the department "Economics" M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: aigolek@mail.ru;

Berdibekova G. S. – Candidate of Economic Sciences, senior-lecturer, Peoples' Friendship University named after Academician A.Kuatbekov, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: Gulua240165@gmail.com;

Toimbetov Ye. - Graduate student, Narxoz University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: yerbolvt@gmail.com

***Информация об авторах***

Тұрсын А. Р.- PhD Докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г.Шымкент.Казахстан, e-mail: asilxan.janadilov@mail.ru;

Тулеметова А.С.-Кандидат экономических наук, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г.Шымкент. Казахстан,e-mail: aygul.tul.76@mail.ru;

Альжанова А.А. - кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика» Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан, e-mail: aigolek@mail.ru;

Бердибекова Г.С. кандидат экономических наук, старший преподаватель, Университет дружбы народов им.академика А. Куатбекова, Шымкент, Казахстан, e-mail: Gulua240165@gmail.com;

Тоимбетов Е.К.-Магистрант, Университет Нархоз, г.Алматы, Казахстан,e-mail: yerbolvt@gmail.com

ҒТАМР 06.77.71 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-620**

# ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ИНВЕСТИЦИЯЛАР ЖӘНЕ ЕҢБЕК ӨНІМДІЛІГІ: ЖАҒДАЙЫ, МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ШЕШІМДЕРІ

**[1]А.К. Байдаков, [2]Н.К. Кучукова, [1]Р.С. Беспаева, [1]Ж.С. Булхаирова, [3]Б.А. Жуматаева**

*[1]С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,*
*[2]Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,*
*[3]Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*Корреспондент-автор: a_baidakov@mail.ru*

Жұмыс аграрлық сектордың қазіргі заманғы сын-қатерлері жағдайында ерекше өзекті болып отырған Қазақстан ауыл шаруашылығының негізгі капиталына салынған инвестициялардың жай-күйі мен динамикасын және олардың еңбек өнімділігіне әсерін зерттеуге бағытталған. Енгізіліп жатқан бірқатар мемлекеттік бағдарламалар мен ауыл шаруашылығына бағытталған қомақты инвестицияларға қарамастан, еңбек өнімділігінің төмендігі терең талдауды қажет ететін маңызды мәселе болып отыр. Зерттеудің мақсаты Қазақстан ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестицияларды жүйелі талдау және олардың еңбек өнімділігіне әсерін бағалау болып табылады. Мақалада мемлекеттік бағдарламаларды іске асырудың тиімділігіне және олардың ауыл шаруашылығын дамытуға қосқан үлесіне әсер ететін негізгі факторлар да қарастырылады. Зерттеу гипотезасы – Қазақстанның ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестициялар көлемінің ұлғаюы еңбек өнімділігіне оң әсер етеді, дегенмен бұл ықпалдың тиімділігі мемлекеттік бағдарламаларды жоспарлау мен іске асыру сапасына және ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілердің іскерлік белсенділік деңгейіне де байланысты болады. Зерттеу нәтижелері Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігі мен тұрақты экономикалық өсуін қамтамасыз ету үшін еңбек өнімділігін және аграрлық сектордағы инвестицияларды пайдалану тиімділігін арттыруда кешенді бағыт ұстану қажеттігін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** инвестициялар, ауыл шаруашылығы, еңбек өнімділігі, мемлекеттік қолдау, тиімділік, аграрлық сектор.

# ИНВЕСТИЦИИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАЗАХСТАНА: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

**[1]А.К. Байдаков, [2]Н.К. Кучукова, [1]Р.С Беспаева, [1]Ж.С.Булхаирова, [3]Б.А. Жуматаева**

*[1]Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан,*
*[2] Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,*
*[3]Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*e-mail: a_baidakov@mail.ru*

Данная работа направлена на исследование состояния и динамики инвестиций в основной капитал сельского хозяйства Казахстана и их влияния на производительность труда, что становится особенно актуальным в условиях современных вызовов аграрного сектора. Несмотря на ряд внедряемых государственных программ и значительные инвестиции, которые вливаются в сельское хозяйство, низкая производительность труда остается серьезной проблемой, требующей глубокого анализа. Целью исследования является системный анализ инвестиций в основной капитал сельского хозяйства Казахстана и оценка их влияния на производительность труда. В статье также рассматриваются ключевые факторы, влияющие на эффективность реализации государственных программ и их вклад в развитие сельского хозяйства. Гипотеза исследования заключается в том, что увеличение объемов инвестиций в основной капитал сельского хозяйства Казахстана положительно сказывается на производительности труда, при этом эффективность этого влияния зависит от качества планирования

и реализации государственных программ и уровня деловой активности самих сельхозтоваропроизводителей. Результаты исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к повышению производительности труда и эффективности использования инвестиций в аграрном секторе для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого экономического роста Казахстана.

**Ключевые слова:** инвестиции, сельское хозяйство, производительность труда, государственная поддержка, эффективность, аграрный сектор.

## INVESTMENTS AND LABOR PRODUCTIVITY IN AGRICULTURE OF KAZAKHSTAN: STATUS, PROBLEMS AND SOLUTIONS

**[1]A.K. Baidakov✉, [2]N.K. Kuchukova, [1]R.S. Bespayeva, [1]Zh.S. Bulkhairova, [3]B.A. Zhumataeva**

*[1]S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan,*
*[2]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[3]K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: a_baidakov@mail.ru*

This work is aimed at studying the state and dynamics of investments in fixed assets of agriculture in Kazakhstan and their impact on labor productivity, which is becoming especially relevant in the context of modern challenges of the agricultural sector. Despite a number of government programs being implemented and significant investments being poured into agriculture, low labor productivity remains a serious problem that requires in-depth analysis. The purpose of the study is a systematic analysis of investments in fixed assets of agriculture in Kazakhstan and an assessment of their impact on labor productivity. The article also examines the key factors influencing the effectiveness of the implementation of government programs and their contribution to the development of agriculture. The hypothesis of the study is that an increase in investments in fixed assets of agriculture in Kazakhstan has a positive effect on labor productivity, while the effectiveness of this influence depends on the quality of planning and implementation of government programs and the level of business activity of agricultural producers themselves. The results of the study emphasize the need for an integrated approach to improving labor productivity and the efficiency of using investments in the agricultural sector to ensure food security and sustainable economic growth in Kazakhstan.

**Keywords:** investments, agriculture, labor productivity, government support, efficiency, agricultural sector.

**Кіріспе.** Қазақстанның ауыл, орман және балық шаруашылығының (ауыл шаруашылығы) негізгі капиталына инвестициялардың жай-күйі мен динамикасын зерттеу тақырыбын таңдау елдің аграрлық секторының алдында тұрған өзекті сын-қатерлерге байланысты. 2000 жылдан бастап ауыл шаруашылығын дамытуға бағытталған оннан астам ірі мемлекеттік бағдарламалардың жүзеге асырылуына қарамастан, негізгі капиталға инвестицияларды жандандыру мен еңбек өнімділігінің төмендігі мәселесі сақталып отыр және мұқият талдауды қажет етеді. Мемлекет Басшысы Қасым-Жомарт Тоқаетың 2024 жылғы 2 қыркүйектегі Қазақстан халқына Жолдауында: «Агроөнеркәсіп кешеніне инвестиция тарту – өте маңызды міндет. Алайда агроөнеркәсіпке бөлінетін бүкіл ақшаның 70 пайызы – мемлекет қаржысы. Бұл салаға коммерциялық банктердің қаражатын да тарту қажет» деп көрсетілген [1].

Саланың ел экономикасына маңыздылығын қоса алғанда климаттың өзгеруі, технологияларды жаңғырту қажеттілігі және халықтың тұрақты өсуі сияқты өзекті мәселелермен байланысты соңғы жылдары бұл тақырыпты зерттеуге елімізде де, шет мемлекеттерде де қызығушылық еселеп артып отыр. Аймурзина Б.Т., Каменова М.Ж., Бектенова Д.Ч. зерттеуінде еліміздегі нақты статистикалық деректер негізінде өндіріске бағытталған инвестициялар мен өсімдік шаруашылығы өндірісінің арту қарқына арасында оң, күшті байланыс бар екендігі анықталған. Зерттеушілер ауыл шаруашылығының тұрақты

дамуының теріс факторлары арасында заманауи ауыл шаруашылығы техникасының болмауын, негізгі құралдардың тозуын, инвестициялардың шектеулі ағынын атап өтеді [2]. Мұндай байланысты шетелдік зерттеушілердің де еңбектері дәлелдейді. Will Martin технологияларға бағытталған инвестициялардың ауыл шаруашылығындағы еңбек өнімділігіне әсерін қарастырып, авторлар ғылыми зерттеулер мен әзірлемелерге, сондай-ақ жаңа технологияларға инвестициялар еңбек өнімділігін айтарлықтай арттырады және аграрлық сектордағы тұрақты экономикалық өсуге ықпал етеді деген қорытындыға келеді [3]. Дегенмен, заманауи шетелдік зерттеулер әртүрлі елдерде инвестициялардың ауыл шаруашылығындағы еңбек өнімділігіне әсері аграрлық экономиканың жағдайына байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін екендігін көрсетеді. АҚШ пен Еуропа елдері сияқты жоғары дамыған аграрлық секторлары бар елдерде өнімділіктің жоғарылауына автоматтандыру және инновациялық технологияларды енгізу айтарлықтай әсер етеді. Мысалы, генетикалық инновациялар, жасанды интеллект арқылы ұшқышсыз ұшу аппараттарын (дрондарды) және GPS басқару жүйелерін пайдалану. Ал дамушы елдерде негізгі инфрақұрылымға (жолдар, тасымалдау мен сақтау, суару жүйелеріне) инвестициялау, сондай-ақ сала жұмысшыларының біліктілігін арттыру, қаржыландыру мен микронесиелерге қол жетімділікті жақсарту бағдарламалары еңбек өнімділігіне әсер ететін маңызды факторлар болып табылады [4]. Елімізде ұшқышсыз ұшу аппараттарын, GPS басқару жүйелерін қолдану шектеулі, оған тек ірі шаруашылықтардың ғана мүмкіндігі бар. Шын мәнінде, көптеген жаңа ауылшаруашылық технологияларының, соның ішінде техника мен басқару әдістерінің айқын артықшылықтарына қарамастан, фермерлер оларды іске асырмайды немесе енгізу және кеңейту процесін бастау үшін көп уақыт қажет. Бұл мәселе дамушы елдердің көпшілігіне қатысты: зерттеулер жергілікті талаптар мен сипаттамаларға бейімделу үшін жаңа технологияны өзгерту керек екенін көрсетеді. Ең бастысы, жаңа технологияның бағасы алдыңғы технологиялармен салыстырғанда бәсекеге қабілетті болуы керек [5].

Отандық зерттеушілердің осы бағыттағы зерттеулерінде инфрақұрылымды жақсартуға, заманауи технологиялар мен инновацияларға қол жеткізудегі инвестициялардың рөліне назар аударылады. Калыкова Б.Б., Мадиев Г, Бекбосынова А.Б. зерттеуінің негізгі аспектісі кәсіпорындардың инновациялық және инвестициялық белсенділігін тежейтін факторларды анықтау болып табылады. Авторлар ауыл шаруашылығындағы еңбек өнімділігін арттыру үшін инвестицияларды тартуға жағдай жасау қажеттігін атап көрсетеді. Олар қаржылық реттеуде, салық және сақтандыру жүйелерінде жаңа тәсілдерді әзірлеуді қоса алғанда, кәсіпкерлік белсенділікті ынталандыру үшін қажетті макроэкономикалық ортаны қалыптастыру жолдарын ұсынады [6]. Ж.К. Карымсакова, У.К. Керимованың зерттеулерінде республиканың ауыл шаруашылығында жоғары нәтижелерге қол жеткізуді, оның әлеуетін арттыруды тежейтін негізгі себептер көрсетілген: техникалық жарақтандырудың төмендігі, табиғи ресурстарды, атап айтқанда жер, су ресурстарын тиімсіз пайдалану, өндірілген өнімді сақтаудың, тасымалдаудың және өткізудің қажетті жүйесінің болмауы, инвестициялар салу үшін осы саланың тартымсыздығы [7]. Кучукова Н.К., Рамазанова Ш.Ш. зерттеуінде агроөнеркәсіптік кешенді қаржылық қамтамасыз ету мәселелері жан-жақты зерттеліп, авторлар агроөнеркәсіп кешені (АӨК) субъектілерінің қаржылық қызметтерге қол жетімділігінің неғұрлым маңызды тежеуші факторлары ретінде еңбекке қабілетті халықтың ауылдық жерлерден кетуі, кепіл базасының болмауы немесе жетіспеушілігі, сондай-ақ шағын АӨК субъектілерінің төлем қабілеттілігіне теріс әсер ететін ауылдық жерлердегі табыстың жеткілікті төмен деңгейін атап өтеді [8].

Кейбір зерттеушілер саланың дамуын Біріккен Ұлттар Ұйымына (БҰҰ) мүше мемлекеттер 2015 жылы қабылдаған 17 мақсатты 2030 жылға дейін жүзеге асыруды көздейтін Тұрақты даму мақсаттарымен (ТДМ) байланыстырып, АӨК-ті тұрақты дамыту мәселелері қатарында ауылшаруашылық жерлерінің қатты тозуы, экологиялық және су проблемаларымен қатар физикалық

және моральдық тұрғыдан ескірген жабдықтар мен технологияларды пайдалануды да атап өтеді [9]. Ел халқының 40%-ға жуығы шоғырланған ауыл шаруашылығын дамыту мен қолдау: 1 ТДМ «Кедейлікті жою», 6 ТДМ «Таза су және санитария», 8 ТДМ «Лайықты жұмыс орны мен экономикалық өсу», 9 ТДМ «Инновация мен инфрақұрылым», 11 ТДМ «Тұрақты қалалар мен елді мекендер», 13 ТДМ «Климаттың өзгеруімен күрес» және басқа да мақсаттарды жүзеге асырумен де тығыз байланысты. Ауыл шаруашылығын қоса алғанда басқа барлық бағыттарды (2024 жылғы 1 қаңтардан бастап тоқтатылған 9 Ұлттық жоба) қамтитын ұлттық жобаларды қомақты қаржыландыруға қарамастан, Қазақстан 2024 жылғы ТДМ жүзеге асыру туралы Баяндаманың қорытындысы бойынша жарияланған рейтингте 167 ел арасында 71,1 балл жинап, 66-шы орын деңгейіндегі өткен жылғы өз орнын сақтап қалғанымен, 2021 ж. 59-орынмен салыстырғанда көп шегініс жасаған [10]. ЕО мемлекеттері ТДМ мақсаттарын жүзеге асыруда көшбасшы орындарды иеленіп, қазіргі уақытта еңбек өнімділігін жоғарылату мәселесі ауыл шаруашылығы экономикасындағы жасыл технологиялармен, қоршаған ортаны қорғаумен, парниктік газдардың көлемін қысқартумен байланыстырылады. Осы бағыттағы зерттеулер бойынша 2004-2021 жж. аралығында ЕО мемлекеттері ауыл шаруашылығында тиімсіз экономикалық өсім көрсеткен: сыртқы ортаға келген зиян экономикалық өсімнен алынған нәтижеден асып кеткен [11]. Дамыған елдерде экономикалық өсу қоршаған ортаны сақтаумен қатар жүруі керек: экономикадағы жетістіктер экожүйелердің нашарлауын туындатпауы тиісті. Бұл тұжырымдама жүзеге асырылатын негізгі салалардың бірі - ауыл шаруашылығы. Мұнда экологиялық жағдайды жақсартуға және өндіріс тиімділігін арттыруға бағытталған ”жасыл” технологияларға инвестициялар белсенді түрде ынталандырылады. Мемлекеттер мен халықаралық ұйымдар бұл бастамаларды субсидиялар, гранттар және салықтық жеңілдіктер бағдарламалары арқылы қолдайды, бұл фермерлер мен агроөнеркәсіптік кешендерді экологиялық таза технологияларға көшуге ынталандырады. Бұл халықтың өмір сүру сапасы мен денсаулығын жақсартуға ғана емес, сонымен қатар ”жасыл” жұмыс орындарын құруға және экологиялық таза нарықтарды дамытуға жаңа мүмкіндіктер ашады [12].

Бұл зерттеулер Қазақстанның аграрлық секторындағы инвестициялық қызмет пен оның өндірісті дамытуға ықпалын одан әрі зерделеу қажеттігін көрсетеді. Атап айтқанда, қазіргі заманғы технологияларды енгізуге, сондай-ақ мемлекеттік қолдаудың инвестициялар тиімділігіне, ал олардың өз кезегінде еңбек өнімділігіне әсерін бағалауға көбірек көңіл бөлу қажет. Сонымен бірге, қазіргі уақытты барлық мемлекеттер үшін, әсіресе Қазақстанда климаттық өзгерістер - еңбек өнімділігіне әсер ететін ең маңызды факторлардың бірі болып отыр. Ауыл шаруашылығы климаттың өзгеруіне барған сайын сезімтал болып келеді, бұл ауыл шаруашылығын тұрақты дамытуға қомақты қосымша инвестицияларды қажет етеді. Мемлекетіміз климаттың өзгеруіне қарсы күрес жөніндегі жаһандық бастамаларға белсенді қатысып, парниктік газдар шығарындыларын азайтуға бағытталған келісімдерге қол қойды. Ауыл шаруашылығында ”жасыл” технологияларды енгізу осы міндеттемелерді орындаудың маңызды бөлігі болып табылады.

Зерттеудің өзектілігі ғылыми қоғамдастықтың қызығушылығымен ғана емес, сонымен бірге оның экономикалық саясатта практикалық қолдану үшін маңыздылығымен де анықталады. Қазақстан Республикасының Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросының (ҚР СЖРА ҰСБ) деректері бойынша 2024 жылдың басына ел тұрғындарының 37%-ы (7520 мың адам) ауылдық жерлерде тұратынын және жұмыспен қамтылған тұрғындардың 12%-ға жуығы (1061 мың адам) осы салада еңбек ететінін ескерсек, аграрлық сектордағы өнімділіктің артуы тұрақты экономикалық өсудің негізгі факторы ретінде бағаланады. Жұмыскерлер санының кемуіне қарамастан ауыл шаруашылығы жұмыспен қамтылғандардың ең көп үлесі шоғырланған сауда саласынан кейінгі салалардың қатарында: сауда саласында жұмыспен қамтылғандардың 16,8%-ы еңбек етсе, келесі орындарда үлестері шамалас білім беру

саласы (13%), өнеркәсіп (12,6%) және ауыл шаруашылығы (11,5%) үлесті алады [13].

Зерттеудің мақсаты Қазақстан ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестицияларды жүйелі талдау және олардың еңбек өнімділігіне әсерін бағалау болып табылады. Зерттеу гипотезасы – Қазақстанның ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестициялар көлемінің ұлғаюы еңбек өнімділігіне оң әсер етеді, дегенмен бұл ықпалдың тиімділігі мемлекеттік бағдарламаларды жоспарлау мен іске асыру сапасына және ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілердің іскерлік белсенділік деңгейіне де байланысты болады. Зерттеу нәтижелері Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігі мен тұрақты экономикалық өсуін қамтамасыз ету үшін еңбек өнімділігін және аграрлық сектордағы инвестицияларды пайдалану тиімділігін арттыруда кешенді бағыт ұстану қажеттігін көрсетеді. Зерттеудің маңыздылығы инвестициялық ахуалды жақсартуға және Қазақстанның ауылдық аудандарында еңбек өнімділігі мен халықтың өмір сүру деңгейін арттыруға ықпал ететін практикалық ұсыныстарды әзірлеумен байланысты.

**Материалдар мен әдістер.** Зерттеудің негізгі мәселесі Қазақстанның ауыл шаруашылығында инвестицияларды тиімді бағыттау мен пайдалануға қандай факторлар кедергі келтіреді және бұл еңбек өнімділігіне қалай әсер ететінін анықтауда. Мәселені зерттеу келесі кезеңдерді қамтыды:

1) деректерді жинау: ауыл шаруашылығының жағдайы, инвестициялар мен еңбек өнімділігінің динамикасы туралы статистикалық деректерді зерттеу, әдебиетке шолу жасау;

2) ағымдағы жағдайды талдау: соңғы 5-10 жылдағы ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестициялар, еңбек өнімділігі және басқа да сапалық көрсеткіштердің динамикасын бағалау;

3) мәселелерді анықтау: инвестициялардың тиімділігі мен еңбек өнімділігіне әсер ететін факторларды талдау;

4) ұсыныстар мен қорытындылар әзірлеу.

Зерттеу материалдары ретінде ҚР СЖРА ҰСБ статистикалық деректері, Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің есептері мен ақпараттық материалдары, ҚР даму стратегиялары мен ұлттық жобаларда келтірілген деректер, даму институттары мен зерттеу ұйымдарының талдамалық материалдары, Қазақстанның жетекші ғалымдарының монографиялары мен мақалаларының материалдары, өзіндік ғылыми зерттеулер мен алынған нәтижелердің деректері қолданылды.

Зерттеудің негізі жүйелік тәсіл, танымның диалектикалық әдісі, логикалық талдау және синтез, ғылыми абстракция, сараптамалық бағалау әдістері және салыстырмалы талдау, зерттеудің экономикалық-статистикалық әдістері саналады.

**Нәтижелер мен талқылау.** 1-кесте келтірілген ҚР СЖРА ҰСБ деректері бойынша Қазақстан Республикасы бойынша 2015-2023 жж. аралығында негізгі капиталға инвестициялар тұрақты өсім көрсетті, 7025 миллиард теңгеден 17649 миллиард теңгеге дейін артты. Дегенмен оның ЖІӨ қатынасы төмендеп, 2023 жылы ол 14,7% құраған. Бұл өсімнің жыл сайынғы орташа көрсеткіші 10% деңгейінде. Ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестициялар мемлекеттік бағдарламалардың жүзеге асырылуына байланысты да жоғары қарқынмен өсіп, 2015 жылғы 164 миллиард теңгеден 904 миллиард теңгеге жеткенімен (саланың жалпы өніміне қатынасы 11,8% болғанымен, оның ЖІӨ-ге қатынасы тарихи 1%-ға жеткен жоқ ), оның үлес салмағы жалпы инвестициядан 5,1% шамасында төмен күйінде қалып отыр. Ауыл шаруашылығына инвестициялардың ЖІӨ-ге пайыздық деңгейі көптеген факторларға, соның ішінде елдің және оның ауылшаруашылық секторының даму деңгейіне байланысты болғанымен, Дүниежүзілік банк 2021 ж. есебінде дамушы елдерде еңбек өнімділігінің өсуін және сектордың тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін ауыл шаруашылығына ЖІӨ-нің 5% дан жоғары, дамыған аграрлық секторлары бар елдерде ауыл шаруашылығын инновациялау мен жаңғыртуды қолдау үшін ЖІӨ-нің 1-3% шамасында инвестициялау жеткілікті деп санайды [14]. Сонымен бірге, ауыл шаруашылығына бағытталған инвестициялардың арту қарқындарында жоғары ауытқу, құбылма-

лық байқалады. Ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестициялардың арту қарқыны экономикалық жағдайды, мемлекеттік саясатты, климаттық жағдайларды және қаржыландырудың қолжетімділігін қоса алғанда, бірқатар факторларға байланысты 5-тен 55%-ға дейін ауытқиды. Бұл ауытқулар секторға инвестициялардың қарқынды бағытталуын көрсеткенмен, сыртқы және ішкі тәуекелдерге жоғары бейімділік пен сын-қатерлерге тұрақсыздықты айқындайды.

**1 - кесте. 2015-2023 жж. негізгі капиталға инвестициялар: Қазақстан және оның ауыл шаруашылығы**

| Жылдар | ҚР бойынша негізгі капиталға инвестициялар, млрд. теңге | оның ішінде ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестициялар | | Тізбекті өсу қарқыны (ағымдағы бағада), % | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | млрд. теңге | жалпыдан үлесі, % | республика бойынша | ауыл шаруашылығы |
| 2015 | 7025 | 164 | 2,3 | - | - |
| 2016 | 7762 | 254 | 3,3 | 110,5 | 154,9 |
| 2017 | 8771 | 348 | 4,0 | 113,0 | 137 |
| 2018 | 11179 | 365 | 3,3 | 127,5 | 104,9 |
| 2019 | 12577 | 495 | 3,9 | 112,5 | 135,6 |
| 2020 | 12270 | 573 | 4,7 | 97,6 | 115,8 |
| 2021 | 13240 | 772 | 5,8 | 107,9 | 134,7 |
| 2022 | 15251 | 850 | 5,6 | 115,2 | 110,1 |
| 2023 | 17649 | 904 | 5,1 | 115,7 | 106,4 |
| *Ескерту – ҚР СЖРА ҰСБ [13] деректері негізінде авторлармен есептелген.* | | | | | |

Салада тұрақты дамуға қол жеткізу және ауыл шаруашылығының инвестициялық тартымдылығын арттыру үшін бар мәселелерді жою және тиімді қолдау стратегияларын енгізу қажет. Осы тұстағы ең маңызды мәселенің бірі – агроөнеркәсіптік кешенді дамытудың мемлекеттік бағдарламаларының өз мақсаттарына жетпей, аяқсыз қалуы. Сонымен қатар, субсидиялау ережелері жиі өзгереді, мысалы, соңғы үш жылда олар 40-ден астам рет, көбінесе теріс әсер ететін бағытқа өзгертілген (қолдау көлемін қысқарту, кейбір бағыттарды алып тастау және мемлекеттік көмек алу критерийлерін қатаңдату). Мұндай шарттарда ұсақ шаруалар тұрмақ ірі агробизнес өкілдері үшін де ұзақ мерзімді инвестициялық саясатты жүзеге асыру, тұрақтылықты сақтау, өндірістік шығындарды төмендету, сондай-ақ несиелік міндеттемелерді уақытында орындау өте қиын.

Мысалы, тәуелсіздік жылдары агроөнеркәсіптік кешенді дамытуға тікелей бағытталған онға жуық ірі мемлекеттік бағдарламалардың жүргізілуіне қарамастан, олардың негізгі мақсаттарына қол жеткізілген жоқ. Атап айтқанда:

1. ҚР Үкіметінің 12.07.2018 ж. қаулысымен бекітілген «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017 – 2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасына» сәйкес агроөнеркәсіптік кешенде еңбек өнімділігін 2015 жылғы 1,2 млн. теңгеден 3,7 млн. теңгеге дейін, өңделген өнім экспортын 945 млн. теңгеден 2400 млн. Ақш долларына дейін ұлғайту көзделген [15]. Бағдарлама 2017 жылды қамтуына қарамастан, бір жылдан кейін бекітілген. Бағдарламаға жалпы 2774,6 млрд. теңге көзделген (республикалық бюджет – 1740,1 млрд. теңге не 63%, жергілікті бюджет – 768,2 млрд. теңге не 28 %, басқа көздер – 266,3 млрд. теңге не 9% ). Дегенмен, бағдарламаның негізгі мақсаттарына қол жеткізілген жоқ, осы 5 жылдық бағдарлама аяқталмай тұрып ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігі «Қазақстан Республикасының

агроөнеркәсіптік кешенін дамыту жөніндегі 2021 – 2025 жылдарға арналған ұлттық жобаны» бекітеді (ол жоба да 01.01.2024 ж. бастап күшін жойған).

Осы бағдарламаларға дейін де 2010-2014 жж. агроөнеркәсіптік кешенді дамыту жөніндегі бағдарлама аяқталудан 2 жыл бұрын (2013 ж. басында), 2013-2020 жж. арналған «Агробизнес-2020» бағдарламасы да 2017 жылы күшін жойған болатын. Олар да өз кезегінде соңына дейін жүзеге асырылмаған келесі кезекті бағдарламалармен алмастырылған.

2. 01.01.2024 ж. бастап күшін жойған «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамыту жөніндегі 2021 – 2025 жылдарға арналған ұлттық жобаға» сәйкес агроөнеркәсіптік кешенде 2025 жылға дейін еңбек өнімділігін 6,2 млн. теңгеге дейін өсіру (2,5 есе), сала өнімі экспортын 6,6 млрд. АҚШ долларына жеткізу, 7 ірі экожүйе қалыптастыру және инвестициялық жобалар есебінен 1 млн. ауыл тұрғынының табысын жоғарылатуды тұрақты түрде қамтамасыз етуді және басқа да стратегиялық мақсаттар көзделген [16]. Бағдарламаға жалпы 6807,3 млрд. теңге көзделген (бюджет қаражаттары – 2707,3 млрд. теңге не 40%, бюджеттен тыс қаражат – 4100,0 млрд. теңге не 60% ). Дегенмен, ҚР Үкіметінің 22.09.2023 жылғы қаулысымен 2021 жылы 12 қазанда бекітілген, 2025 жылға дейін ел тұрғындарының өмір сүру деңгейі мен сапасын жоғарылатуға бағытталған 9 Ұлттық жоба (құны 48 трлн. теңге, шамамен 110 млрд. АҚШ долларын құрайтын денсаулық сақтау, білім беру, кәсіпкерлікті дамыту, агроөнеркәсіптік кешенді дамыту және басқа да бағыттарды қамтитын 10 жоба) 2024 жылдан бастап күштерін жойды. 2022 жылғы республикалық бюджеттің орындалуы туралы Есепте: Ұлттық жобалар өте қомақты, оларға алдыңғы бағдарламалардағы шаралар кемшіліктері түзетілмей көшірілген; 2022 жыл қорытындысы бойынша 9 Ұлттық жобадан 7 жобаны жүзеге асыру тиімділігі төмен, жобаларды жүзеге асыру мақсаттары көзделген мерзімдерде орындалмайтындығы нақты айтылған, оның ішінде агроөнеркәсіптік кешен де бар [17]. Ұлттық жобаларға бағытталған бюджет ресурстарын тиімсіз пайдалану орын алып, бұл Жалпыұлттық мақсаттарға қол жеткізуге теріс әсер етіп отыр. Мәселелерге жобалардың жеткіліксіз пысықталуы, олардың кейінгі бақылаусыз мерзімінен бұрын аяқталуы және мониторингтің болмауы жатады, бұл қажетсіз нәтижелерге және іске асырылып жатқан бастамалардың күмәнді тиімділігіне әкелді.

2024 жылы 17 бағытты қамтитын жаңа «Қазақстан Республикасының 2029 жылға дейінгі ұлттық даму жоспары» бекітілді (2025 жылға дейінгі даму жоспары күшін жойды). Құжатқа алдыңғы 2025 жылға дейінгі даму жоспарына енген, оның ішінде 2021 жылы қабылданып, күшін жойған Ұлттық жобалардағы міндеттер де енген. Даму жоспарының «Агроөнеркәсітік кешен» бағытында 2029 жылға дейінгі Қазақстанда АӨК дамыту үш іргелі міндетке қол жеткізуге бағытталған: әлеуметтік маңызы бар тауарлардың барлық түрлері бойынша азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, мал шаруашылығы өнімдерінің экспорттық әлеуетін жоғарылату және ауыл шаруашылығы өнімдерін қайта өңдеу, сондай-ақ нәтижелі жұмыспен қамтуды және жұмыскерлердің лайықты әл-ауқатын қамтамасыз ету [18].

Осылайша, қазіргі уақытта елімізде агроөнеркәсіптік кешенді дамытудың жеке бағдарламасы жоқ: 2029 жылға дейін нақты салаларды дамыту туралы 15 тұжырымдама қатарында агроөнеркәсіптік кешенді дамытуға бағытталған «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021 – 2030 жылдарға арналған тұжырымдамасында» 20 нысаналы индикатор қамтылған, атап айтқанда зерттеу тақырыбына қатысты:

1-индикатор: ауыл шаруашылығында еңбек өнімділігін 2020 жылмен салыстырғанда 3 есеге арттыру;

3-индикатор: ауыл шаруашылығы техникасын жыл сайынғы жаңарту деңгейін қазіргі 4% дан 2030 жылы 10%-ға жеткізу;

11-индикатор: ауыл шаруашылығының негізгі капиталына тартылған инвестиция көлемін 4,2 есеге ұлғайту көзделген [19].

Бірақ бұл құжаттарда осыған дейінгі жүзеге асырылған мемлекеттік бағдарламалар мен шаралардың нәтижелеріне сыни талдау жүргізілмеген, орын алған кемшіліктер есепке алынбаған.

Қазақстанда құнарлы жерлер мен азық-түлікке сұранысы жоғары елдерге географиялық жақындығының арқасында осы саланың айтарлықтай әлеуеті бар екендігі белгілі. Алайда, бұл әлеует негізінен пайдаланылмаған күйінде қалып отыр. Ауыл шаруашығы жалпы өнімінің құндық өлшемде еселеп өсуіне қарамастан, ауыл шаруашылығының ЖІӨ-дегі үлес салмағы соңғы он жылда тұрақты 4-5% шамасында. Бұл көрсеткіш 2022 жылы Өзбекстанда 25,2%, Қырғызстанда 13,7%, Украинада 9,3%, Беларусьта 7,7% құраған [20]. Жалпы тұрғындардың 37% мен еңбек ресурстарының 12% шоғырланған салады ЖІӨ-нің 5% көлемінің өндірілуі саладағы еңбек өнімділігінің абсолютті шамада өсуіне қарамастан, салыстырмалы түрде өте төмен екендігін көрсетеді (2-кесте).

**2 - кесте. ҚР бойынша ауылшаруашылының жалпы өнімі мен еңбек өнімділігінің көрсеткіштері**

| Жылдар | Ауыл шаруашылығының жалпы өнімі, млн. теңге | Физикалық көлем индексі, алдыңғы жылға % | оның ішінде | | Ауыл шаруашылығының ЖІӨ-дегі үлесі, % | Еңбек өнімділігі | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | өсімдік шаруашылығы | мал шаруашылығы | | мың теңге | АҚШ долл. |
| 2015 | 3 307 010 | 103,4 | 104,0 | 102,7 | 4,7 | 1242 | 5619 |
| 2016 | 3 684 393 | 105,4 | 107,5 | 102,8 | 4,6 | 1402 | 4100 |
| 2017 | 4 070 917 | 103,0 | 102,2 | 103,9 | 4,5 | 1736 | 5325 |
| 2018 | 4 474 088 | 103,5 | 103,2 | 103,9 | 4,4 | 2077 | 6037 |
| 2019 | 5 151 163 | 99,9 | 96,4 | 104,0 | 4,5 | 2466 | 6455 |
| 2020 | 6 334 669 | 105,7 | 107,8 | 103,1 | 5,4 | 3005 | 7276 |
| 2021 | 7 515 434 | 97,7 | 93,4 | 103,6 | 5,4 | 3351 | 7866 |
| 2022 | 8 407 512 | 109,1 | 115,1 | 100,8 | 5,2 | 4608 | 10017 |
| 2023 | 7 625 151 | 91,7 | 85,9 | 104,5 | 4,3 | 4378 | 9601 |

*Ескерту – ҚР СЖРА ҰСБ [13] деректері негізінде авторлармен есептелген.*

2-кестедегі деректер бойынша ауыл шаруашылығының жалпы өнімі құндық өлшемде еселеп өсуіне қарамастан, физикалық көлем индексі негізінен 3-5% аралығында, 2022 жылы ғана ең жоғары 9,1% (қолайсыз болған 2021 жылмен салыстырғанда) құрайды. Ауыл шаруашылығы өнімінің жалпы көлемі құндық өлшемде 2022 жылға дейін тұрақты өсуді көрсетті, осы жылы ол ең жоғары 8407 миллиард теңгеге жетті. 2023 жыл отандық ауыл шаруашылығы үшін өте қиын жыл болды (қолайсыз климаттық жағдай, негізгі астық дақылдарының бағасының бірден төмендеуі, ресейлік астықтың заңсыз тасымалдануы) және оның салдары алдағы екі-үш жыл ішінде қазақстандық фермерлердің әл-ауқатында сезілетін болады. Ауа-райының қолайсыздығына байланысты астық және майлы дақылдардың өнімділігі айтарлықтай төмендеді: жаз мезгіліндегі құрғақшылық, сондай-ақ өткен тамыз-қыркүйек айларында қатты жаңбыр әсерінен астық және бұршақ дақылдарының өнімділігі 2022 жылғы 13,8 ц/га-дан 2023 жылы 10,3 ц/га дейін, ал өндіріс көлемі 22,8%, майлы дақылдар 31% кеміген. Сол себепті өсімдік шаруашылығындағы өндірістің физикалық көлемі бірден 14,1%-ға төмендеп, мал шаруашылығының өндіріс көлемі 4,5% артуына қарамастан, осы фактор ауыл шаруашылығының жалпы өнімі 2022 жылмен салыстырғанда құндық өлшемде 782 млрд. теңгеге (7%), ал физикалық шамада 8,3% кемуіне әсер етті. Өндірістің мұндай жоғары кему қарқыны соңғы 10 жылда байқалмаған, ол Қазақстандағы өсімдік шаруашылығының климаттық жағдайларға жоғары тәуелділігімен бай-

ланысты. Мұндай қолайсыз жағдай 2019, 2021 жылдары да орын алған. Сол себепті 2022 жылға дейін тұрақты өсім көрсеткен еңбек өнімділігі, 2023 жылы 230 мың теңгеге немесе 5%-ға төмендеген. Бұл табиғи-климаттық жағдайға тәуелділік пен климаттық өзгерістер – елімізде ауыл шаруашылығында еңбек өнімділігіне әсер ететін ең маңызды факторлардың бірі екендігін дәлелдейді. Бұл жағдай ауыл шаруашылығын тұрақты дамытуға қомақты қосымша инвестицияларды қажет етеді: тамшылатып суару жүйелері, дақылдардың төзімді сорттары және жерді басқарудың инновациялық әдістері сияқты тұрақты агротехнологияларға инвестициялар; сонымен қатар, климаттық тәуекелдерден қорғау үшін инфрақұрылымды дамыту (мысалы, суару жүйелері мен қорғаныс құрылыстары); жасыл агротехнологияға инвестиция салу климаттың өзгеруінің жағымсыз әсерлерімен күресуге ғана емес, сонымен қатар өнімділіктің ұзақ мерзімді өсуіне және азық-түліктік қауіпсіздікке ықпал етеді. Бұл мемлекеттік қолдаусыз жүзеге асыру мүмкін емес шаралар, себебі қаржылық мүмкіндіктері шектеулі фермерлер қымбат инновациялық технологиялар мен тұрақты агротехникалық шешімдерге өз бетінше инвестиция сала алмайды.

Ауыл шаруашылығында еңбек өнімділігінің тұрақты түрде жоғарылауына қарамастан, оның деңгейі өте төмен деп саналады. Бұл Қазақстан экономикасындағы құрылымдық мәселе болып саналады. Жұмыспен қамтылғандардың 11,9%-ы еңбек ететін салада экономика секторлары арасында еңбек өнімділігі де, тиісінше жалақы да ең төмені (3-кесте).

**3 - кесте. Экономика секторлары бойынша еңбек өнімділігі мен жалақы қатынасы, 2023 жыл**

| Экономика секторлары | Жұмыспен қамтылғандар құрылымы, % | Еңбек өнімділігі, мың теңге | Орташа айлық жалақы, теңге | Экономика бойынша орташаға қатынасы, % | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | еңбек өнімділігі | орташа жалақы |
| Экономика бойынша | 100,0 | 11407 | 364295 | 100,0 | 100,0 |
| 1.Тауар өндірісі | 31,3 | - | - | - | - |
| 1.1. Ауыл, орман және балық шаруашылығы | 11,9 | 4378 | 222532 | 38,4 | 61,1 |
| 1.2. Өнеркәсіп: | 12,3 | 28544 | 496733 | 2,5 есе | 136,4 |
| - тау-кен өндірісі | 3,1 | 55371 | 771048 | 4,8 есе | 211,7 |
| - өңдеу өнеркәсібі | 6,7 | 24238 | 414388 | 212,5 | 113,8 |
| 1.3. Құрылыс | 7,1 | 10464 | 477821 | 91,7 | 131,2 |
| 2. Қызмет көрсету | 68,7 | - | - | - | - |
| - көтерме және бөлшек сауда | 16,7 | 14399 | 319218 | 126,2 | 87,6 |
| - көлік және қойма | 7,1 | 10425 | 465666 | 91,4 | 127,8 |
| - ақпарат және байланыс | 2,1 | 13821 | 588205 | 121,2 | 161,5 |
| - қаржы және сақтандыру | 2,2 | 19214 | 690772 | 168,4 | 189,6 |
| - ғылыми-техникалық қызмет | 2,9 | 15803 | 517028 | 138,5 | 141,9 |
| - мемлекеттік басқару, қорғаныс | 5,8 | 4753 | 313769 | 41,7 | 86,1 |
| - білім беру | 13 | 4742 | 281991 | 41,6 | 77,4 |
| - денсаулық сақтау | 6,4 | 6048 | 292730 | 53 | 80,4 |
| *Ескерту - ҚР СЖРА ҰСБ [13] деректері негізінде авторлармен есептелген.* | | | | | |

ҚР СЖРА ҰСБ 2023 жылғы деректерін талдау еңбек өнімділігіне қатысты келесідей құрылымдық мәселелерді көрсетеді: елімізде орташа еңбек өнімділігі (11406 мың теңге) тау-кен өндірісі (55371 мың теңге), өңдеу өнеркәсібі (24238 мың теңге), қаржылық және сақтандыру қызметі (19214 мың теңге) секілді еңбек өнімділігі ең жоғары салалардан 20-60% шамасын құрайды; ал жұмыскерлердің 40%-ға жуығы еңбек өнімділігі еліміз бойынша орташа деңгейден төмен секторларда еңбек етеді, оның ішінде білім беру саласы (13%), ауыл шаруашылығы (11,9%), мемлекеттік

басқару (5,8%) және басқа секторлар (10%). Еңбек өнімділігі ең жоғары өнеркәсіп саласы ең өнімді жұмыс орындары және инвестициялардың ең жоғары деңгейлерін қамтамасыз еткенімен, бірақ олардың жалпы жұмыспен қамтудағы үлесі аз (12,3 % шамасында).

Ауыл шаруашылығы мен экономиканың басқа өнімді секторлары арасындағы жалақы деңгейінің айырмашылығы да айтарлықтай байқалады. 2023 жылы ауыл шаруашылығындағы орташа айлық атаулы жалақы ең төменгі көрсеткіш - 222532 теңгені құрайды, бұл өңдеу өнеркәсібіне (414388 теңге) және тау-кен өндіру секторына (771048 теңге) қарағанда еселеп төмен. Оның басты себебі – еңбек өнімділігінің төмен болуы. Жұмыспен қамтылғандардан 3,1% ғана жұмыскерлер еңбек ететін, еңбек өнімділігі мен жалақы деңгейі ең жоғары тау-кен өнеркәсібі экономика бойынша еңбек өнімділігі мен табыстың жоғарылауына елеулі ықпал ете алмайды. Сол себепті елдің тұрақты экономикалық өсуі мен дамуы үшін ауыл шаруашылығы сияқты шикізаттық емес секторлардағы өнімділікті арттыруға назар аудару өте маңызды. Қазақстан ауыл шаруашылығындағы көрсеткіштерді жақсартпай, жалпы экономикадағы еңбек өнімділігінің артуына қол жеткізе алмайды.

Қазақстанның аграрлық секторындағы еңбек өнімділігі экономиканың басқа секторларынан ғана емес, дамыған мемлекеттер деңгейінен де еселеп төмен (4-кесте).

**4 - кесте. Мемлекеттер бойынша еңбек өнімділігінің көрсеткіштері, ағымдағы бағада, 2022 жыл**

| Мемлекеттер | Ауыл шаруашылығындағы еңбек өнімділігі | | Өңдеу өнеркәсібіндегі еңбек өнімділігі | | Өңдеу өнеркәсібінің ауыл шаруашылығына қатынасы, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | мың АҚШ долл. | max шамаға қатынасы, % | мың АҚШ долл. | max шамаға қатынасы, % | |
| Канада | 117 | 100,0 | 134 | 34,1 | 114,5 |
| АҚШ | 100 | 85,5 | 392 | 100,0 | 3,9 есе |
| Қазақстан | 10 | 8,5 | 53 | 13,5 | 5,3 есе |
| *Ескерту – [13,20, 21] дереккөдер негізінде авторлармен есептелген.* | | | | | |

Қазақстанның ауыл шаруашылығындағы еңбек өнімділігі 10 мың АҚШ доллары деңгейінде, бұл климаттық және географиялық шарттары салыстыруға келетін Канадада қол жеткізілген максималды көрсеткіштің 8,5%-ын құрайды (немесе 11,7 есе төмен). Ал елімізде өңдеу өнеркәсібіндегі орташа еңбек өнімділігі 53 мың АҚШ долларын құрайды, оның деңгейі ауыл шаруашылығының көрсеткішінен 5,3 есе жоғары. ҚР СЖРА ҰСБ деректері бойынша тау-кен өндірісінде еңбек өнімділігі ауыл шаруашылығымен салыстырғанда 12,6 есе жоғары. Мұндай жағдай жалақы деңгейінде де осындай орасан үлкен айырмашылықты туындатады: 2023 жылы елімізде орташа жалақы 364295 теңгені құраған, оның ішінде экономика секторлары бойынша ең төменгі жалақы ауыл шаруашылығында – 222532 теңге (орташа деңгейден 39% төмен), ең жоғары жалақы тау-кен өндірісінде 771048 теңгені құраған [13]. Сол себепті сарапшылар Қазақстанда ауыл шаруашылығын одан әрі дамыту үшін үкімет кадр мәселесін емес, саладағы төмен еңбек өнімділігі мәселесін шешу қажет деп санайды. Олардың пікірінше өндірістің қазіргі көлемі мен құрылымында ауылдың кадрлық әлеуеті жеткілікті: ЖІӨ-нің 5% көлемі өндірілетін салада ел тұрғындардың 37%-ы мен еңбек ресурстарының 12%-ы шоғырланған [20]. Өнімділікті арттыру мемлекет тарапынан да, өндірушілер мен фермерлер тарапынан да кешенді тәсілді

талап ететін аграрлық саясаттың негізгі бағыттарының біріне айналуы тиіс.

Дүниежүзілік банк пен Халықаралық валюта қоры Қазақстан экономикасы бойынша жасаған ауқымды баяндамасында инвестицияларды бірден арттыру есебінен Қазақстан экономикасын екі еселеу мүмкін еместігін, экономиканың сапалы дамуында басты рольді өз кезегінде жеке инвестициялардың артуына әкелетін жалпы факторлық еңбек өнімділігінің жоғарылауы алатындығын үнемі атап өтеді. Осы баяндамада елімізде факторлық еңбек өнімділігі соңғы 10 жылда өзгермегендігін, оның басты себебі ретінде – экономиканы жекешелендіріп, толыққанды нарықтық экономикаға көшу қажеттігін атайды [22].

Зерттеу нәтижелері бойынша ауыл шаруашылығындағы еңбек өнімділігінің төмендігін келесідей негізгі факторлармен түсіндіруге болады:

1) ауыл шаруашылығындағы еңбек ресурстарының жалпы саны «жеткілікті» сияқты болып көрінгенімен, еңбек ресурстарының құрамының қартаюы орын алған және объективті себептерге байланысты аграрлық секторда жұмыс істеуге дайын жас мамандардың жетіспеушілігі бар. 2023 ж. деректер бойынша ауыл шаруашылығында жұмыспен қамтылғандар арасында 55 жастан асқандардың үлес салмағы республика бойынша орташадан елеулі жоғары: 55-65 жас аралығындағы жұмыспен қамтылғандардың 17,5%-ы, 65 жастан асқандардың 61,4%-ы ауыл шаруашылығында еңбек етеді. Сонымен бірге, республика бойынша жұмыспен қамтылғандар санатындағы еңбекке жарамды жастан асқандар саны 249907 адам болса, оның ішінде 101349 адам ауыл шаруашылығында жұмыспен қамтылған (40,7%); республика бойынша орташа 2,8% жағдайында аграрлық салада жұмыспен қамтылғандардың 9,4%-ы еңбекке жарамды жастан асқандар [13]. Мемлекет тарапынан ауылдық аймақтарды дамытуға, жас мамандарды ауылға тартумен байланысты бірнеше арнайы бағдарламалардың жүзеге асырылуына және білікті кадрларды даярлауға ықпал ету үшін ауыл шаруашылығы мамандықтары бойынша оқыту үшін айтарлықтай білім беру гранттарын бөлуіне қарамастан орын алған жағдай өзгеріп отырған жоқ. Бұл құбылыс тұрақты табыс көзі мен әлеуметтік мәртебенің болмауы, сондай-ақ мансаптық өсудің шектеулі мүмкіндіктері, аграрлық саладағы жұмысты қызықты әрі перспективалы ете алатын заманауи технологиялардың болмауына байланысты – ауыл шаруашылығына кәсіп пен өмір салты ретінде қызығушылықтың төмендеуіне байланысты жастардың көбінесе ата-аналарының фермерлік ісін жалғастырмауына, жас мамандардың жоғары ақы төленетін және әлеуметтік тартымды салаларды артық көріп, аграрлық салада жұмыс істеуден бас тартуына әкеліп отыр;

2) ауылшаруашылық дақылдары мен мал шаруашылығындағы төмен өнімділік. Табиғи-климаттық факторларға жоғары тәуелділікке, сонымен бірге егістік алқаптарының диверсификацияланбауы, тұқым шаруашылығының жағдайына, жердің құнарлығын жоғарылату жұмыстарының жүргізілмеуіне, ылғал сақтау технологияларының сақталмауына, төмен техникалық жарақтандыруға байланысты негізгі дақылдардың өнімділігінің төмендегі, мысалы, астық дақылдарының өнімділігі 10-13 ц/га шамасында ғана; азықтандырудың талаптарға сәйкес болмауы, асыл тұқымды мал басының төмен болуы, зоотехникалық талаптардың сақталмауына байланысты 1 сауын сиырдың өнімділігі өте төмен - 2500 кг. шамасында. Бұл дамыған шет мемлекеттер тұрмақ, Ресей мен Беларусь мемлекеттері қол жеткізген деңгейден екі еседен астам төмен;

3) ауылшаруашылық тауар өндірушілерінің құрылымдық ерекшеліктері, өндірістің еңбек өнімділігін арттыруға материалдық, қаржылық мүмкіндігі жоқ ұсақ тауарлы шаруашылықтарда шоғырлануы: ҚР СЖРА ҰСБ деректері 2023 жылы ауыл шаруашылығының жалпы өнімі құрылымында ауылшаруашылық кәсіпорындарының үлесі 28% болса, бұл көрсеткіш өсімдік шаруашылығында 30%, мал шаруашылығында 26% құрайды. Ауылшаруашылығы өнімінің 38%-н жұртшылық шаруашылықтары өндірсе, оның үлесі өсімдік шаруашылығында 26%, ал мал шаруашылығында 56% құрайды. Өндірістің қалған бөлігі фермерлік және шаруа қожалықтарында

өндіріледі;

4) ескірген, өнімділігі төмен, еңбек және күту шығындары жоғары технологияларды пайдалану және сала субъектілерінің инновациялық белсенділігінің төмендігі. Қазақстан Республикасының 2029 жылға дейінгі ұлттық даму жоспарының өзінде осы мәселе аталып өтеді: тракторлар - 80%, комбайндар - 72% тозған, нормативті 8-10% жағдайында техниканы жаңартудың орташа қарқыны 4%. Ескірген техниканы қолданудың еңбек өнімділігінің төмендігі, технологиялық мерзімдерді сақтауға мүмкіншіліктің болмауы, материалдық шығындардың жоғары болу секілді кемшіліктерімен қатар, мысалы, ескірген комбайндар астық дақылдарын жинауда өнімнің 20-25%-на дейін жоғалтуға әкеледі. 2029 жылға дейінгі ұлттық даму жоспарында техниканы жаңартудың нормативті деңгейіне 2030 жылы қол жеткізу жоспарланған. Елімізде 65 мың трактор мен 43 мың комбайн тапшылығы бар, техниканы жаңартудың қазіргі қарқыны сақталса (4-4,5%), жетіспеушілікті толықтыруға 14-15 жыл уақыт кетеді. Сонымен бірге, жаңа ауыл шаруашылығы техникасын сатып алу үшін кәдеге жарату алымының жоғары мөлшерлемелері фермерлердің автопарктерді жаңарту мүмкіндігін айтарлықтай шектеп, бұл оларды ескірген тракторлар мен комбайндарды пайдалануды жалғастыруға мәжбүр етіп отыр; ал мемлекеттің осы шарадан бас тартуы техниканы жаңғыртуды ынталандырып, нәтижесінде аграрлық сектордағы өнімділікті арттыруға әсер ете алар еді;

5) аграрлық нарық субъектілерінің қаржыландыруға қолжетімділігінің жеткіліксіздігі (екінші деңгейлі банктердің несие портфеліндегі шағын ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының үлесі небәрі 5% шамасында), өйткені:

- ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының жартысынан астамы тиімсіз қызмет етуде;

-екінші деңгейдегі банктер экономиканың осы секторына жоғары тәуекелдерге байланысты несие беруге құлықсыз;

-агробизнесті қаржыландыруды ауылдық жерлердегі қалаларға қарағанда әлдеқайда жоғары операциялық (транзакциялық) шығындар шектейді;

-ауыл шаруашылығы кәсіпорындарындағы дұрыс жолға қойылмаған бухгалтерлік есеп пен статистика қарыз алушының несиелік қабілетін бағалауды қиындатады, бұл оларды қаржыландыруға үлкен кедергі болып табылады және т.б.

6) ауыл шаруашылығының негізгі капиталына инвестициялар тартуды ынталандырудың төмендігі: оның басты себептері өндірістің төмен рентабельділігі (зиян) себепті инвестициялардың қайтарымының төмендігі, меншікті қаражаттардың жетіспеушілігі, міндеттемелер мен қаржыландыруға қол жетімділіктің төмендігі, сонымен бірге инвестицияларды қаржыландырудың ең маңызды ішкі көзі ретінде – амортизацияның өзінің экономикалық функциясын орындамауы. Бұл кедергілердің ауылшаруашылық тауарөндірушілерінің негізгі бөлігін құрайтын ұсақ шаруашылықтар үшін ықпалы үлкен;

7) негізгі капиталға инвестицияның жетіспеушілігі аясында экологиялық тұрақты ауыл шаруашылығын дамытуға, ”жасыл” технологияларға инвестиция тарту көлемі өте төмен, фермерлердің мұндай әдістердің артықшылықтары туралы хабардарлығының төмендігі, сондай-ақ жоғары бастапқы шығындарға байланысты экологиялық таза егіншілікке ауысудың қиындығы, органикалық өнімді өңдеу және тарату үшін тиімді инфрақұрылымның жетіспеушілігі қосымша кедергілер тудырады. Су ресурстарын тұрақты пайдалану, әсіресе құрғақшылық пен климаттың өзгеруі жағдайында, негізгі экологиялық мәселелердің бірі болып отыр.

**Қорытынды.** Зерттеу нәтижелері Қазақстанның ауыл шаруашылығындағы инвестициялық белсенділік деңгейі еңбек өнімділігін экономикадағы орташа деңгейге дейін арттыру үшін қажетті шарттарға сәйкес келмейді деген болжамдарды растайды. Зерттеу нәтижелері ауыл шаруашылығындағы төмен еңбек өнімділігі мәселесі тұрақты сипатқа ие және оны жоғарылату кешенді тәсілді қажет ететінін көрсетеді. Атап айтқанда:

1. Көптеген мемлекеттік бағдарламалар мен бастамалардың жүзеге асырылуына қарамастан,

Қазақстанның ауыл шаруашылығына инвестициялар көлемі экономикаға инвестициялардың жалпы көлемінің небәрі 5% деңгейінде қалып отыр, бұл сектордың өзекті мәселелерін шешу үшін қажетті мөлшерден төмен болғанымен, осы инвестицияларды тартудың өзі тиісті нәтиже берген жоқ. Бұл жаңа даму жоспарларын дайындауда осыған дейінгі нәтижелер мен орын алған кемшіліктерді сыни талдаудың болмауына, қателіктерді елемеуге де байланысты. Жоспарлаудағы мұндай кемшіліктер аграрлық сектордың нақты қажеттіліктерін нақты ескеретін және оның тұрақты дамуына ықпал ететін тиімді стратегияларды әзірлеуге кедергі келтіреді. Нақты өзгерістерге қол жеткізу үшін жаңа мақсаттар қою ғана емес, сонымен қатар қателіктердің қайталануын болдырмау үшін алдыңғы әрекеттерді мұқият талдау, жаңа шараларды үнемі бақылау мен бағалау тетіктерін енгізу қажет. Мемлекетіміз климаттың өзгеруіне қарсы күрес жөніндегі міндеттемелерді орындаудың маңызды бөлігі ретінде ауыл шаруашылығында "жасыл" технологияларды енгізу шараларын мемлекеттік бағдарламалар негізінде жүзеге асыру мен бақылауға алуы тиісті. Бұл еңбек өнімділігін арттыруға, халықтың өмір сүру деңгейін жақсартуға, сапалы өнімдірді өндіруге және экономика секторлары арасындағы алшақтықты қысқартуға ықпал ететін ауыл шаруашылығының серпінді және тұрақты моделін құруға мүмкіндік береді.

2. Тікелей субсидиялауға бағытталған мемлекеттік қолдаудың ағымдағы нысаны елеулі қайта қарауды талап етеді. Аграрлық секторда кәсіпкерлік белсенділіктің төмендігі мәселесі бар: ауыл шаруашылығы өндірушілерінің басым бөлігі мемлекеттік көмекке тәуелді, қандай жағдайда да мемлекеттік көмек алуға бейімделген. Сол себепті субсидияларды беру кезінде олардың мақсатты пайдаланылуына жауапкершілікті арттыру қажет. Әрбір субсидия алушыға қаржылық көмекті тиімді әрі дұрыс пайдалану үшін нақты міндеттер мен бақылау механизмдері енгізілуі тиіс. Осыған орай, субсидиялардың тек аграрлық сектордағы кәсіпкерлік белсенділікті ынталандыруға, инновациялық жобаларды қолдауға және еңбек өнімділігін арттыруға жұмсалуы қамтамасыз етілуі тиіс. Мұндай шаралар мемлекеттік қолдаудың тиімділігін арттырып, ресурстардың дұрыс әрі мақсатты пайдаланылуын қамтамасыз етеді.

3. Қаржы ресурстары мен мемлекеттік бағдарламалардың болуына қарамастан, ауыл шаруашылығына инвестициялар еңбек өнімділігінің күтілетін өсуіне әкелген жоқ, оның деңгейі дамыған елдермен салыстырмағанда, еліміздегі өңдеу, тау-кен өндірісінен 5-12 есе төмен. Бұл қазіргі заманғы технологияларды жаңғырту мен қолданудың жеткіліксіздігіне де тікелей байланысты, бұл ауыл шаруашылығы техникасының 80%-ға дейін жететін тозуының жоғары деңгейінен көрінеді. Аграрлық секторда өнімділікті арттыру үшін инновациялық технологияларды енгізу және өндірістік процестерді оңтайландыру өте маңызды. Сол себепті экономиканы әртараптандырып қана қоймай, оның сыртқы күйзелістерге төзімділігін арттыратын өңдеу өнеркәсібі және ауыл шаруашылығы сияқты шикізаттық емес секторларды дамытуға назар аудара отырып, мақсатты инвестициялық стратегияны әзірлеп, іске асыруы қажет.

4. Нақты осы уақытта аграрлық сектор мен ауыл шаруашылығы өнімдерін қайта өңдеу арасындағы байланысты реттеу маңызды аспект болып табылады. Мемлекеттік субсидиялар шикізат өндірушілерді тікелей қолдауға емес, қайта өңдеуді, инфрақұрылымды және адами капиталды дамытуға қатысты жобаларға бағытталуы керек. Осыған дейінгі басқа да зерттеулер көрсеткендей, ғылыми зерттеулерге, су ресурстарын басқаруға және инфрақұрылымға инвестициялар жоғары экономикалық қайтарымға ие және ауыл шаруашылығының жалпы жағдайын жақсартуға ықпал етеді, бұл ауылдық жерлердің тұрақты дамуын қамтамасыз етеді.

5. Еңбек ресурстарының жалпы саны «жеткілікті» болып көрінгенмен еңбек ресурстарының құрамының қартаюы орын алған және объективті себептерге байланысты аграрлық секторда жұмыс істеуге дайын жас мамандардың жетіспеушілігі бар. Бұл құбылыс тұрақты табыс көзі мен әлеуметтік мәртебенің болмауы, сондай-ақ мансаптық өсудің шектеулі мүмкіндіктері, аг-

рарлық саладағы жұмысты қызықты әрі перспективалы ете алатын заманауи технологиялардың болмауына орай – ауыл шаруашылығына кәсіп пен өмір салты ретінде қызығушылықтың төмендеуіне байланысты жастардың көбінесе ата-аналарының фермерлік ісін жалғастырмауына, жас мамандардың жоғары ақы төленетін және әлеуметтік тартымды салаларды артық көріп, аграрлық салада жұмыс істеуден бас тартуына әкеліп отыр. Осы тұста ауыл шаруашылығы жұмыскерлерінің еңбек шарттары мен біліктілігін арттыруға инвестициялау экономиканың әртүрлі секторлары арасындағы еңбек өнімділігі мен жалақы алшақтықтарын жоюдың негізгі факторы болып табылады. Бұл жұмыс істеп жүрген кадрлардың дағдыларын жетілдіріп қана қоймай, жастарды аграрлық секторға тартуға мүмкіндік береді. Кәсіптік оқыту және қайта даярлау бағдарламалары қазіргі заманғы аграрлық сектордың сын-қатерлерімен күресуге қабілетті білікті мамандарды даярлауды қамтамасыз ету үшін қазіргі заманғы талаптар мен технологияларға бейімделуі тиіс.

Зерттеу нәтижелері Қазақстанның ауыл шаруашылығындағы инвестициялық ахуалды жақсартудың аса маңызды қажеттілігін көрсетеді. Еңбек өнімділігінің тұрақты өсуіне қол жеткізу үшін инвестициялар көлемін ұлғайту ғана емес, сонымен қатар заманауи технологияларды енгізу, фермерлік шаруашылықтарды қолдау және тиісті инфрақұрылымды дамыту қажет. Зерттеу барысында әзірленген ұсыныстар мемлекеттік саясат деңгейінде де, аграрлық саладағы мамандар үшін де пайдалануға негіз бола алады.

Осы бағыттағы болашақ зерттеулерде ”жасыл” технологиялар мен тұрақты шаруашылық жүргізу әдістерін енгізуге, сондай-ақ фермерлердің білім беру, біліктілік және қаржыландырудың қолжетімділігі сияқты инновацияларға инвестициялауға дайындығына әсер ететін факторларды зерттеуге ерекше назар аудару қажет. Бұл зерттеулер инвестицияларды пайдалану тиімділігін арттыру және Қазақстанның ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту үшін неғұрлым дәл ұсынымдарды әзірлеуге көмектеседі.

***Қаржыландыру.*** *Мақала Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің «Агроөнеркәсіптік кешенді тұрақты дамыту. Ауылдық аумақтарды тұрақты дамыту» бағыты бойынша 2024-2026 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландырудың «Аграрлық өндірістің ресурстық әлеуетін пайдалану тиімділігін арттырудың ұйымдастырушылық-экономикалық шараларын әзірлеу» бағдарламасы (BR22886885) шеңберінде дайындалған.*

## Әдебиеттер

1. «Әділетті Қазақстан: заң мен тәртіп, экономикалық өсім, қоғамдық оптимизм» Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2024 жылғы 2 қыркүйектегі Қазақстан халқына Жолдауы. [Электрондық ресурс].-URL: https://kaz.zakon.kz/kogam-tynysy/6048484 - Жүгінген күні 18.12.2024

2. Аймурзина Б.Т., Каменова М.Ж., Бектенова Д.Ч. Инновационно-инвестиционная деятельность в растениеводстве Казахстана на примере зерновой отрасли: современные подходы // Проблемы агрорынка. - 2024.-№ 2.- С. 89-99. DOI 10.46666/2024-2.2708-9991.07

3. Will Martin. Economic growth, convergence, and agricultural economics // Agricultural Economics. - 2019. - № 50. - P. 7 - 27. DOI 10.1111/agec.12528.

4. Robert Finger, Carola Grebitus, Arne Henningsen. Replications in agricultural economics //Applied Economic Perspectives and Policy.- 2023. - № 45(3).- P.1258 - 1274. DOI 10.1002/aepp.13386

5. Mottaleb Khondoker. Perception and adoption of a new agricultural technology: Evidence from a developing country // Technology in Society. - 2018. -№ 55.- P. 126 - 135. DOI 10.1016/j.techsoc.2018.07.007

6. Калыкова Б.Б., Мадиев Г., Бекбосынова А.Б. Макроэкономические регуляторы функционирования агропромышленного комплекса Республики Казахстан: ключевые направления // Проблемы

агрорынка. - 2024. - № 2. - С.40 - 52. DOI 10.46666/2024-2.2708-9991.03

7. Карымсакова Ж.К., Керимова У.К., Deliana Y. Инновационное развитие АПК: проблемы и стратегия их решения // Проблемы агрорынка. - 2024.- № 2.- С. 14-24. DOI 10.46666/2024-2.2708-9991.01

8. Кучукова Н.К., Рамазанова Ш.Ш. Финансовое обеспечение агропромышленного комплекса в условиях модернизации экономики Казахстана. Монография / Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева. - Астана. - 2023.-192 с.

9. Tokbergenova A, Kiyassova L, Kairova S. Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan // Polish Journal of Environmental Studies.- 2018.- № 27(5).- P.1923-1933. DOI 10.15244/pjoes/78617.

10. Sustainable Development Report [Electronic resource]. - URL: https://dashboards.sdgindex.org - Date of access: 08.08.2024.

11. Bo Peng, Rasa Melnikiene, Tomas Balezentis, Giulio Paolo Agnusdei. Structural dynamics and sustainability in the agricultural sector: the case of the European Union // Agricultural and Food Economics. -2024. - № 12(1).- P. 1-27. DOI 10.1186/s40100-024-00321-x

12. Lajos Baráth, Imre Fertő. The relationship between the ecologisation of farms and total factor productivity: A continuous treatment analysis // Journal of Agricultural Economics. –2023.– № 75(1).- P. 404-424. DOI 10.1111/1477-9552.12563

13. Қазақстан Республикасының Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросының ресми статистикалық деректері. https://stat.gov.kz.

14. World Bank. The role of investments in agriculture in enhancing productivity. World Development Report 2021. [Electronic resource]. - URL: https://www.worldbank.org - Date of access: 10.10.2024.

15. «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017 - 2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2018 жылғы 12 шілдедегі № 423 қаулысы. [Электрондық ресурс].- URL: https://adilet.zan.kz - Кіру күні: 10.09.2024.

16. «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамыту жөніндегі 2021 - 2025 жылдарға арналған ұлттық жобаны бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 12 қазандағы № 732 қаулысы. [Электрондық ресурс].–URL: https://adilet.zan.kz - Кіру күні: 11.09.2024.

17. Краткое заключение к отчету правительства Республики Казахстан об исполнении республиканского бюджета за 2022 год. [Электронный ресурс]. - URL: https://www.gov.kz - Дата обращения: 11.09.2024.

18. «Қазақстан Республикасының 2029 жылға дейінгі ұлттық даму жоспарын бекіту туралы» ҚР Президентінің 2024 жылғы 30 шілдедегі
№ 611 Жарлығы. [Электрондық ресурс].–URL: https://adilet.zan.kz/kaz/docs/ - Кіру күні: 11.09.2024.

19. «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 30 желтоқсандағы № 960 қаулысы. [Электрондық ресурс - URL: https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000960. - Кіру күні: 10.10.2024.

20. Калдаров С, Темирханов М. Обзор развития сельского хозяйства в Казахстане. Аналитический центр Halyk Finance. 2023. Обзор. [Электронный ресурс].- URL: https://halykfinance.kz - Дата обращения: 02.09.2024.

21. Ахмедьярова А. Производительность труда в Казахстане: доминирование горнодобывающего сектора и сырьевых продуктов в промышленности [Электронный ресурс]. – URL: https://halykfinance.kz - Дата обращения: 04.09.2024.

22. Всемирный банк. Формирование завтрашнего дня: реформы для долгосрочного процветания. Доклад об экономике Казахстана. 2024. [Электронный ресурс]. – URL: https://documents1.worldbank.org - Дата обращения: 04.09.2024.

**References**

1. «Әdiletti Qazaqstan: zaң men tərtip, jekonomikalyқ өsim, qoғamdyқ optimizm» Memleket basshysy Qasym-Zhomart Toқaevtyң 2024 zhylғy 2 қyrkүjektegi Qazaqstan halқyna Zholdauy. [Jelektrondyқ resurs].-URL: https://kaz.zakon.kz/kogam-tynysy/6048484 - Zhүgingen kүni 18.12.2024 [in Kazakh.]

2. Ajmurzina B.T., Kamenova M.Zh., Bektenova D.Ch. Innovacionno-investicionnaja dejatel' nost' v rastenievodstve Kazahstana na primere zernovoj otrasli: sovremennye podhody // Problemy agrorynka. - 2024.-№ 2.- S. 89-99. DOI 10.46666/2024-2.2708-9991.07.[in Russian]

3. Will Martin. Economic growth, convergence, and agricultural economics // Agricultural Economics. - 2019. - № 50. - P. 7 - 27. DOI 10.1111/agec.12528.

4. Robert Finger, Carola Grebitus, Arne Henningsen. Replications in agricultural economics //Applied Economic Perspectives and Policy.- 2023. - № 45(3).- P.1258 - 1274.

DOI 10.1002/aepp.13386

5. Mottaleb Khondoker. Perception and adoption of a new agricultural technology: Evidence from a developing country // Technology in Society. - 2018. -№ 55.- P. 126 - 135. DOI 10.1016/j.techsoc.2018.07.007

6. Kalykova B.B., Madiev G., Bekbosynova A.B. Makrojekonomicheskie reguljatory funkcionirovanija agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazahstan: kljuchevye napravlenija // Problemy agrorynka. - 2024. - № 2. - C.40 - 52. DOI 10.46666/2024-2.2708-9991.03.[in Russian]

7. Karymsakova Zh.K., Kerimova U.K., Deliana Y. Innovacionnoe razvitie APK: problemy i strategija ih reshenija // Problemy agrorynka. - 2024.- № 2.- S. 14-24. DOI 10.46666/2024-2.2708-9991.01.[in Russian]

8. Kuchukova N.K., Ramazanova Sh.Sh. Finansovoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa v uslovijah modernizacii jekonomiki Kazahstana. Monografija / Evrazijskij nacional' nyj universitet im. L.N.Gumileva. - Astana. - 2023.-192 s. [in Russian]

9. Tokbergenova A, Kiyassova L, Kairova S. Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan // Polish Journal of Environmental Studies.- 2018.- № 27(5).- P.1923-1933. DOI 10.15244/pjoes/78617.

10. Sustainable Development Report [Electronic resource]. - URL: https://dashboards.sdgindex.org - Date of access: 08.08.2024.

11. Bo Peng, Rasa Melnikiene, Tomas Balezentis, Giulio Paolo Agnusdei. Structural dynamics and sustainability in the agricultural sector: the case of the European Union // Agricultural and Food Economics. -2024. - № 12(1).- P. 1-27. DOI 10.1186/s40100-024-00321-x

12. Lajos Baráth, Imre Fertő. The relationship between the ecologisation of farms and total factor productivity: A continuous treatment analysis // Journal of Agricultural Economics. –2023.– № 75(1).- P. 404-424. DOI 10.1111/1477-9552.12563

13. Қazaқstan Respublikasynyң Strategijalyқ zhosparlau zhəne reformalar agenttigi Ұlttyқ statistika bjurosynyң resmi statistikalyқ derekteri. https://stat.gov.kz. [in Kazakh.]

14. World Bank. The role of investments in agriculture in enhancing productivity. World Development Report 2021. [Electronic resource]. [in Kazakh.]

URL: https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2021 - Date of access: 10.10.2024.

15. «Қазақстан Respublikasynyң agroөnerkәsiptik keshenin damytudyң 2017 - 2021 zhyldarға arnalған memlekettik bағdarlamasyn bekitu turaly» Қазақстан Respublikasy Ykimetinің 2018 zhylғy 12 shildedegi № 423 қaulysy. [Jelektrondyқ resurs].- URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000423 - Kiru kүni: 10.09.2024. [in Kazakh.]

16. «Қазақстан Respublikasynyң agroөnerkәsiptik keshenin damytu zhөnindegi 2021 - 2025 zhyldarға arnalған ұlttyқ zhobany bekitu turaly» Қазақстан Respublikasy Ykimetinің 2021 zhylғy 12 қazandaғy № 732 қaulysy. [Jelektrondyқ resurs].–URL: https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000732 - Kiru kүni: 11.09.2024. [in Kazakh.]

17. Kratkoe zakljuchenie k otchetu pravitel' stva Respubliki Kazahstan ob ispolnenii respublikanskogo bjudzheta za 2022 god. [Jelektronnyj resurs]. - URL: https://www.gov.kz - Data obrashhenija:

11.09.2024. [in Russian]

18. «Қазақстан Respublikasynyң 2029 zhylға dejingi ұlttyқ damu zhosparyn bekitu turaly» ҚР Prezidentinің 2024 zhylғy 30 shildedegi№ 611 Zharlyғy. [Jelektrondyқ resurs].–URL: https://adilet.zan.kz - Kiru kүni: 11.09.2024. [in Kazakh.]

19. «Қазақстан Respublikasynyң agroөnerkәsiptik keshenin damytudyң 2021-2030 zhyldarға arnalған tұzhyrymdamasyn bekitu turaly» Қазақстан Respublikasy Ykimetinің 2021 zhylғy 30 zheltoқsandaғy № 960 қaulysy. [Jelektrondyқ resurs - URL: https://adilet.zan.kz. - Kiru kүni: 10.10.2024. [in Kazakh.]

20. Kaldarov S, Temirhanov M. Obzor razvitija sel' skogo hozjajstva v Kazahstane. Analiticheskij centr Halyk Finance. 2023. Obzor. [Jelektronnyj resurs].- URL: https://halykfinance.kz - Data obrashhenija: 02.09.2024. [in Russian]

21. Ahmed' jarova A. Proizvoditel' nost' truda v Kazahstane: dominirovanie gornodobyvajushhego sektora i syr' evyh produktov v promyshlennosti [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://halykfinance.kz - Data obrashhenija: 04.09.2024. [in Russian]

22. Vsemirnyj bank. Formirovanie zavtrashnego dnja: reformy dlja dolgosrochnogo procvetanija. Doklad ob jekonomike Kazahstana. 2024. [Jelektronnyj resurs].- URL: https://documents1.worldbank.org - Data obrashhenija: 04.09.2024. [in Russian]

***Авторлар туралы мәліметтер***

Байдаков А.К.- экономика ғылымдарының кандидаты, «Есеп және қаржы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: a_baidakov@mail.ru;

Кучукова Н.К.- экономика ғылымдарының докторы, «Қаржы» кафедрасының профессоры, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: nkuchukova@mail.ru;

Беспаева Р.С.- PhD докторы, «Менеджмент және маркетинг» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: brs_@mail.ru;

Булхаирова Ж.С.-PhD докторы, «Экономика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: honeyzhu@mail.ru;

Жуматаева Б.А.- PhD докторы, «Есеп және қаржы» кафедрасының меңгерушісі, Қ.Құлажанов атындағы қазақ Технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: bahyt_jumataeva@mail.ru.

***Information about the authors***

Baidakov A.K.- candidate of economic sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan; e-mail: a_baidakov@mail.ru;

Kuchukova N.K.- doctor of economic sciences, Professor of the Department of Finance, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: nkuchukova@mail.ru;

Bespaeva R.S.- PhD, Associate Professor of the Department of Management and Marketing, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail:brs_@mail.ru;

Bulkhairova Zh.S. -PhD, Associate Professor of the Department of Economics, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: honeyzhu@mail.ru;

Zhumataeva B.A.- PhD, head of the Department of Accounting and finance, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: bahyt_jumataeva@mail.ru.

IRSTI 06.77.65 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-566**

## YOUTH MIGRATION AND THE QUALITY OF HUMAN CAPITAL

**[1]S.K. Zhumashbekova, [2]B.M. Bayadilova, [3]A.S. Koichubayev**
*[1]Shakarim University, Semey, Kazakhstan,*
*[2]K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*[3]Alikhan Bokeikhan University, Semey, Kazakhstan,*
*Corresponding author: koichubayev.a@abu.edu.kz*

This article examines the impact of youth migration on the quantitative and qualitative parameters of human capital. Using the example of Kazakhstan, the features of external youth migration, which have a positive and negative impact on the human capital of the receiving and giving country, were studied. In this study, methods of quantitative and qualitative analysis and the graphical method of economic research are used. The authors noted that the most important determinants of leaving the country are education and employment. It was determined that the main share of young migrants in the total structure of migration flows from Kazakhstan left for the Russian Federation, and the main reasons for this situation were established. The pushing and attracting factors stimulating the migration of young people have been identified by interviewing respondents abroad using social networks and messengers. The importance of the economic consequences of the migration of human capital is also considered, it is noted that in many ways the consequences of the departure of highly qualified labor depend on the level of development of the state and the state of the national economy. The Concept of migration policy of the Republic of Kazakhstan until 2027 is considered, where one of its key areas is educational migration, and initiatives will be implemented within this area, including attracting highly qualified specialists to the country.

**Keywords:** migration processes, youth migration, human capital, migration gain, educational migration, labor migration.

## ЖАСТАР КӨШІ-ҚОНЫ ЖӘНЕ АДАМИ КАПИТАЛДЫҢ САПАСЫ

**[1]С.К. Жумашбекова, [2]Б.М. Баядилова, [3]А.С. Койчубаев**
*[1]Шәкәрім атындағы университеті, Семей, Қазақстан,*
*[2]Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*[3]Alikhan Bokeikhan University, Семей, Қазақстан,*
*e-mail: koichubayev.a@abu.edu.kz*

Бұл мақалада жастар көші-қонының адами капиталдың сандық және сапалық параметрлеріне әсері қарастырылған. Қазақстан мысалында қабылдаушы және шығарушы елдің адами капиталына оң және теріс әсер ететін сыртқы жастар көші-қонының ерекшеліктері зерттелді. Бұл зерттеуде сандық және сапалық талдау әдістері, экономикалық зерттеулердің графикалық әдісі қолданылды.

Авторлар елден кетудің маңызды детерминанттары білім алу және жұмысқа орналасу болып табылатынын атап өтті. Қазақстаннан Ресей Федерациясына көші-қон ағындарының жалпы құрылымындағы жас мигранттардың негізгі үлесі кеткені анықталды, бұл жағдайдың негізгі себептері анықталды. Шетелде жүрген респонденттерден әлеуметтік желілер және мессенджерлер арқылы сұхбат алынып, жастардың көші-қонын ынталандыратын және тартатын факторлар анықталды. Сондай-ақ, адами капитал көші-қонының экономикалық салдарының маңыздылығы қарастырылды, көп жағдайда жоғары білікті жұмыс күшінің кетуінің салдары мемлекеттің даму деңгейіне және ұлттық экономиканың жағдайына байланысты екендігі атап өтілді. Қазақстан Республикасының 2027 жылға дейінгі көші-қон саясатының тұжырымдамасы қаралды, онда оның негізгі бағыттарының бірі білім беру көші-қоны болып табылады және осы бағыт шеңберінде бастамалар, оның ішінде елге жоғары білікті мамандарды тарту іске асырылатыны айтылды.

**Түйін сөздер:** көші-қон процестері, жастар көші-қоны, адами капитал, көші-қон өсімі, білім беру көші-қоны, еңбек көші-қоны.

# МОЛОДЕЖНАЯ МИГРАЦИЯ И КАЧЕСТВО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

**[1]С.К. Жумашбекова, [2]Б.М. Баядилова, [3]А.С. Койчубаев**

*[1]Университет им. Шакарима, Семей, Казахстан,*
*[2]Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*[3]Alikhan Bokeikhan University, Семей, Казахстан,*
e-mail: koichubayev.a@abu.edu.kz

В данной статье рассмотрено влияние молодежной миграции на количественные и качественные параметры человеческого капитала. На примере Казахстана были исследованы особенности внешней молодежной миграции, оказывающие позитивное и негативное воздействие на человеческий капитал принимающей и отдающей страны. В данном исследовании использованы: методы количественного и качественного анализа, графический метод экономических исследований.

Авторами отмечено, что важнейшими детерминантами выбытия из страны служит получение образования и трудоустройство. Определено, что основная доля молодых мигрантов в общей структуре миграционных потоков из Казахстана выбыло в Российскую Федерацию, установлены основные причины такого положения. Выявлены выталкивающие и притягивающие факторы, стимулирующие миграцию молодежи путем интервьюирования респондентов, находящихся за рубежом с использованием социальных сетей и мессенджеров. Также рассмотрена значимость экономических последствий миграции человеческого капитала, отмечено, что во многом последствия выезда высококвалифицированной рабочей силы зависят от уровня развития государства и состояния национальной экономики. Рассмотрена Концепция миграционной политики Республики Казахстан до 2027 года, где одним из ключевых направлений является образовательная миграция, и в рамках данного направления будут реализованы инициативы, в том числе привлечения в страну высококвалифицированных специалистов.

**Ключевые слова:** миграционные процессы, молодежная миграция, человеческий капитал, миграционный прирост, образовательная миграция, трудовая миграция.

**Introduction.** Migration processes are becoming one of the main components of the economy of many states. Internal political, military, economic, social and other reasons lead to a significant outflow of labor in some countries and an influx in others. The issue of labor migration in the 21st century is quite relevant both in demographic, economic, and cultural and social aspects of existence, not only of individual states, but also of entire continents. Increased competition for skilled and highly qualified human resources both among developed and rapidly developing countries; the perception of educational migration as a factor in increasing the competitiveness of countries and building up human capital are today global trends in the field of migration processes. These trends apply to all countries of the Commonwealth of Independent States, including the Republic of Kazakhstan, and largely determine the pace and nature of their development. In this context, a modern problem for the Republic of Kazakhstan is the increasing migration of young people for the purpose of obtaining education or for employment in other countries.

Increasingly, young people in developing countries are diversifying their opportunities both through internal and through international migration [1].

Modern research often suggests that young people are either dependent migrants who move with their parents, or, like adults, labor migrants, driven by differences in wages and diversification of household risk, which will soon provide economic returns to their families [2].

In Kazakhstan, at the legislative level, “youth” refers to persons aged 14 to 35 [3]. A similar understanding is recorded in the country’ s statistical reporting. Thus, the yearbook ”Youth of Kazakhstan” covers persons aged 14-34 years [4].

The purpose of this study is to analyze youth migration trends in the Republic of Kazakhstan using qualitative and quantitative methods. In this regard, it is necessary to determine the dynamics of youth migration from the country, identify both the negative and positive impacts of youth migration on the development of human capital.

**Materials and methods.** Migration is an important factor in changing the quantity and quality of human capital in a region or country. From the point of view of the country' s competitiveness and economic security for the long term, youth migration is a priority, since its quantitative predictive parameters affect the size of the able-bodied population (human resources), and its qualitative structural parameters (education, competencies, etc.) - on the country' s human capital. Human capital is the ability, knowledge, competence and motivation for productive work of individuals in a specific populated area, as well as the knowledge and competence of external individuals that ensure economic growth and improve the quality of life of the population [5]. In addition, the competition between countries to attract the most active and intelligent youth is a significant factor in their development.

The research design includes a literature review as well as a general analysis of youth migration. To studies on youth migration and human capital development, as well as the causes and conditions of youth outflows abroad, international publications were examined using Google, other search tools, and open-access scientific databases. Key search queries such as "youth migration", "human capital", and analytical reports on international migration of human capital were utilized. Additionally, publications by Kazakhstani scholars were reviewed using keywords such as "educational migration" and "youth migration from the Republic of Kazakhstan."

An analysis of official statistical data from the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan was conducted to examine the dynamics of the number of young people leaving and entering the country over the past six years.

The main focus of the work is on the following issues:

-quantitative analysis of statistical data on the situation of external youth migration in Kazakhstan;

-identification of socio-economic problems of moving from the Republic of Kazakhstan to other countries.

To collect empirical data, the study used the in-depth interview method. This method allows obtaining more detailed information about the reasons for emigration from Kazakhstan and does not require special financial costs, since for the research, Internet resources and special applications (Skype, MSteems) are used to conduct a remote meeting.

Human capital migration models focus on a person' s decision to relocate, and this decision depends on the return he or she expects to receive from the move versus living in the old location. These ideas continue to motivate modern analysis of migration, and since Hicks (1932), Sjaastad (1962), and Harris and Todaro (1970), studies have confirmed that differences in net economic benefits, mainly in wages, are the main reason for migration [6]. In accordance with the concept of human capital, the reasons for migration are considered at the micro level: each person is the result of investments in his education, qualifications, health, etc. In the same way, migration can be a way of investing in his "human capital" if the benefits of migration exceed its costs. Chiswick, who cites these foundational works, expanded upon this by showing that differences in economic opportunities significantly influence migration decisions [6]. The logic of the model is as follows. Since the process of labor migration can be regarded as an investment, it means that at the first stage the migrant bears the costs, which should later be recouped by additional income (or an increase in living standards). Therefore, when deciding to migrate, an individual estimate the size of the net present value of his benefits from moving to another country. An analysis of the human capital model provides three main factors influencing the decision to migrate: the conditions of employment in the home country and potential country of destination, age and the cost of moving [7]. Capital flows also include human capital, where highly skilled workers

move from capital-rich countries to capital-poor countries in order to get high returns on their skills in the face of human capital shortages, leading to the parallel movement of managers, technicians and other skilled workers [8].

Contemporary authors, against the backdrop of fundamental youth migration processes, explore new challenges of migration within the context of investing in human capital, with a focus on competency models and future skills [9]. Excellent examples can be found in studies dedicated to analyzing youth migration within the European Union.

As part of the YMOBILITY project, funded by Horizon 2020 (operational from March 2015 to March 2018), both qualitative and quantitative data were collected from young people aged 16 to 35. These participants primarily represented migration destination countries (Germany, Sweden, the United Kingdom), origin countries (Latvia, Slovakia, Romania), and those that serve as both (Ireland, Italy, Spain). The study included online surveys (approximately 30,000 responses) and 840 in-depth interviews with migrants and returnees. The interviews focused on topics such as identity, return motives, life satisfaction, as well as lifelong education and work experiences. The research highlighted the significant role of spatiality in the dynamics of human capital. Human capital can be tied to specific locations: it may be highly valued in one place but considered less useful in others. Consequently, the study examined both destination and origin countries, while also recognizing the importance of third and subsequent locations, as many respondents participating in the project developed their skills across various places [10-11].

**Results and discussion.** In Kazakhstan, the volume of external migration of young people (both immigration and emigration) in the first half of the 2010s tended to decline. However, since 2014, with a decrease in the volume of immigration, the emigration flow began to grow, which led to the fact that for the first time in the 2000s this year a negative balance of external migration of young people was recorded, which not only persists to the present, but is also increasing. [12]. The excess of youth exports remained until 2021, but for the first time in the last 10 years, in 2019, a high negative balance of external youth migration was recorded (-10,723 people) (Figure 1).

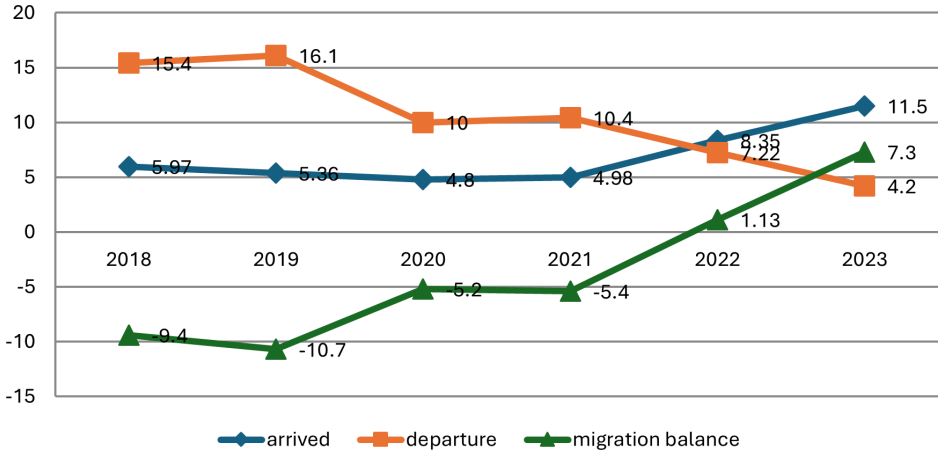



**Figure 1 - External migration of youth in Kazakhstan, thousand people (2018-2023 years) [13]**

**(Source: Bureau of National statistics of the Republic of Kazakhstan)**

Analyzing the statistical data, from Figure 1 we see a decrease in the emigration of young people from Kazakhstan in 2020 and 2022. First of all, this is due to quarantine restrictions in the context of the coronavirus pandemic and military actions in some countries. If in 2018 the number of people leaving was at the level of 15,355, then in 2020 this figure was 10017, in 2022- 7,222 people. At the

same time, in 2023, there is a flow of visitors to Kazakhstan, 38% more young people arrived during the year compared to the same period last year, or 11.5 thousand people to 8.35 thousand people. For the first time in many years, the migration balance has flowed into a positive zone – plus 4,000 young people. Most of the young people came from Russia [4, 13].Youth migration is a separate independent area of research, primarily because of its connection with education. The focus of attention is gradually shifting to the youngest ages - to the period when the initial decision to migrate in order to receive education is made. Such a decision has a tremendous impact on both the subsequent life of a young person and, in general, on the spatial distribution of human capital. Often, youth educational migration becomes irreversible, which weakens the labor markets of the regions from which young people drop out.

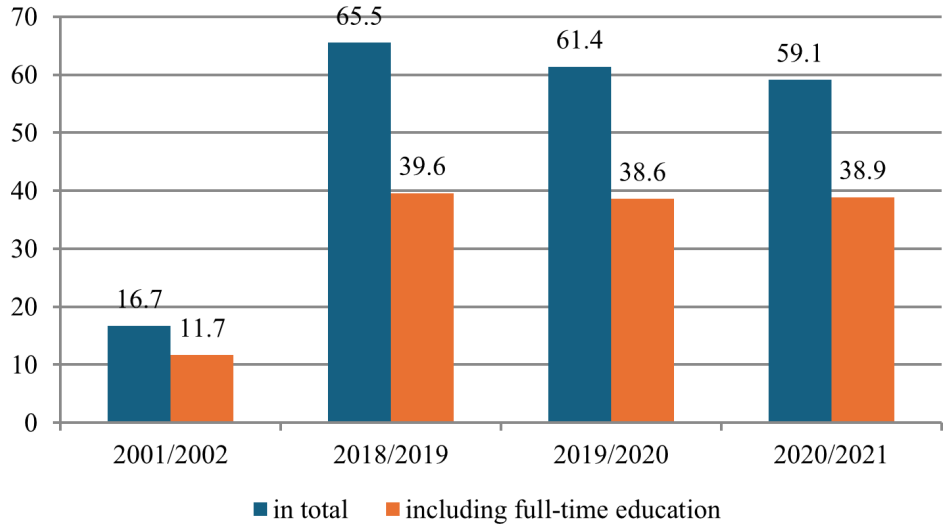



**Figure 2 - The number of students from the Republic of Kazakhstan studying at universities of the Russian Federation, thousand people [14]**

The main direction of educational migration from Kazakhstan is the Russian Federation. As can be seen from Figure 2, there is a tendency for the country to decrease the number of people traveling to the Russian Federation for educational purposes due to the coronavirus pandemic [14]. Kazakhstan is pursuing an active policy of supporting educational migration both through academic mobility within the framework of the Bologna process and through the international scholarship ”Bolashak”. Students are distinguished by high spatial mobility and the greatest resource of information interaction with other countries. They have experience of staying in Western countries: as tourists, earning money during summer vacations, and most thoroughly as students. Many Kazakhstani students in the process of studying abroad are actively looking for a future job.

As part of this research, 16 in-depth interviews were taken. Interviews were conducted remotely with 11 women and 5 men. The youngest interviewee is 21 years old, the oldest is 38 years old. 11 young people had university degrees and 4 interviewers had postgraduate degrees. All interviewees moved from 2010 to 2019. And at the time of the conversation, they lived in countries such as the United States (12 people), the United Arab Emirates, the Netherlands, Australia, the United Kingdom (one person each).

At the beginning of each interview, a general question was asked: ”What were the reasons for moving, why did you move?” The interviewees named such reasons. One of the interviewees answered briefly and succinctly: ”Because there are much more prospects in the States than in Kazakhstan.” One of the interviewed girls briefly described the reasons for moving to the USA: “International environment, opportunity to practice

the language, more opportunities for development". They also highlighted the key attraction factors for moving, for example, to the United States: "Public services are working. Medicine heals. The police are protecting. Taxes are spent on landscaping. The standard of living is more uniform across the country. " Among girls, in most cases, the decision to move was made by the husband. For example, quotes from girls about the reasons for moving: "My husband got a job in the Netherlands. I plan to enroll in courses for another specialty. You need to retrain to be someone in order to get a job. " Another girl' s reason for moving was a marriage proposal: "Because I received a marriage proposal from a friend of mine in the United States. At the same time, regardless of this, not knowing the intentions of my friend, I was looking for an opportunity to leave the country, because in my 4th year I studied in Japan for half a year, visited Korea and I wanted to see the world further". Man, 28 "I wanted to do science, I was looking for educational programs in the West. The decision to move was made quickly after I learned the results of the interview for admission to the magistracy".

In conclusion, the interviewees were asked the questions "Is it possible for your return to your homeland after emigration?". The majority wanted the push factors that led to the move to change in Kazakhstan. For example: "Yes, if she will respond to my wishes". "At this stage, no, because in my opinion the country is economically ruined". "I may return to Kazakhstan if the minimum wage, health care, the general quality of life in the country and, probably, the government, which cares about the people, change."

Thus, we can conclude that, according to 16 interview participants, the key pushing factors in the political sphere are: corruption, tribalism. In the social sphere: poorly developed social infrastructure (education, healthcare), strong differentiation of the population by income level, lack of opportunities for professional and career growth. In the legal sphere: the lack of work of laws in practice. In the economic sphere: economic crisis, unemployment, low wages, lack of normal working conditions. It should be noted that the interviewees spoke about pushing factors in an exaggerated form, i.e. talked about the problems existing in Kazakhstan in an exaggerated form, confirming them with vivid examples from life. The main pulling factors in the social sphere are: a high standard of living, a functioning healthcare system, and the absence of strong stratification in society in terms of income. The interviewees chose countries such as the United States, the Netherlands, the United Kingdom, and the UAE for further residence. A high standard of living is a key attraction in these countries. Other factors were also identified.

As for the costs of moving, in the social sphere, young specialists faced such problems as the language barrier, the conflict of mentalities and cultures, and "culture shock". In the legal field: obtaining a visa and a residence permit. In the economic sphere: high prices for goods and services, the difficulty of finding a job with a Kazakh education. It is also worth noting how the interviewees told about the difficulties of moving to another country. Despite the fact that there were a lot of costs during the move and some coincide with push factors from Kazakhstan, the majority tried to downplay the significance of these negative memories by the moment of moving and move on to positive events.

Along with the general Kazakhstani tendencies of youth migration, there are regional features of their manifestation - in some regions the migration attitudes towards leaving are high, in others they are less significant.

The results of numerous studies in Kazakhstan and abroad show that the process of transferring human capital across the borders of states is inherently associated with international migration of the population, which can be considered one of the few success factors that predetermine the country' s ability to promote modernization, as well as a source of transition to a new, more perfect , the stage of economic development.

It is clear that migration processes can have both positive and negative effects on the quality of human capital [15]. Obviously, the migration inflow of the population expands the capabilities of the recipient country not only in quantitatively replenishing the

labor force, but also in increasing knowledge, obtaining information resources, contributing to the introduction of advanced technologies, the application of advanced experience in organizing and managing production and services. In modern conditions, when the choice of human civilization in favor of the post-industrial perspective of the development of society has become a reality, human capital, including those brought in from the outside, becomes one of the most important determinants of the formation and development of an innovative economy of any state. Its accumulation predetermines an increase in the quality of labor resources, as it increases the share of the “component of knowledge” and the so-called “complex labor force” in them, which has the ability to intellectual, creative work. In contrast, the function of a simple labor force is performing labor activity [16].

Speaking about the effects of large-scale labor migration, both on a temporary and permanent basis, special attention should be paid to the “brain drain” for the human capital of the donating countries. It should be noted that in many respects the consequences of the departure of highly skilled labor depend on the level of development of the state and the state of the national economy. For example, the departure of scientists from the United States to other countries of the world does not have a significant impact on the development of science in the country. Scientific cadres are reproduced, talented scientists from all over the world move to America every year. In this case, we should not talk about the ”brain drain”, but about the circulation of scientists. The opposite situation was observed in Kazakhstan in the early 90s, when the mass departure of scientists and engineers blew out entire branches of economic activity and scientific directions.

The return of young migrants to their home country can be an important factor for the development of human capital and economic growth in the country. Returning migrants often bring with them capital, ideas and international connections, which contributes to the development of small and medium-sized businesses. They can introduce innovations that have been successfully implemented abroad. Studying abroad and working in innovative sectors allows migrants to bring advanced technologies and working methods. This is especially important for developing countries seeking to close the technology gap. To strengthen the contribution of young migrants, States can develop programs that help migrants return to their homeland by providing support in finding employment, starting a business and adapting.

**Conclusion.** Migration theories must also take into account educational migration, a period of increased investment in human capital, when considering youth migration. The variability of life paths in migration experience has received limited empirical justification, and migration in the field of education should be considered as one of the ways in which families continue to invest in the future productivity of their children.

The key areas of Kazakhstan’ s activity in the migration sphere are fixed in the Concept of the Migration Policy of the Republic of Kazakhstan for 2023-2027, which states that “Kazakhstan adheres to the strategy of temporary migration to involve foreign workers, optimal settlement of the population throughout the country, as well as long-term permanent migration in relation to ethnic repatriates arriving in the Republic of Kazakhstan [17]. As a result, we can single out one of the tasks of managing migration processes: the priority attraction of highly qualified foreign specialists and the implementation of a nationwide training program, which will ensure the development of human capital.

Youth migration from Kazakhstan is driven by socio-economic, political, and legal factors. The country faces significant push factors, such as corruption, poor social services, and economic instability, leading to an outflow of young, educated individuals seeking better opportunities abroad. To reduce youth migration and develop human capital, comprehensive reforms are needed. These should focus on improving living and working conditions in the country, investing in education and science, creating programs to retain and attract young people back, and fostering regional development.

Achieving these goals requires collaboration between the government, businesses, and society, as well as long-term investments in the potential of youth. The government' s migration policy focuses on attracting highly qualified specialists and enhancing national human capital through strategic training programs, highlighting the importance of managing migration processes effectively.

**References**

1. McKenzie D. J. A profile of the world's young developing country international migrants // Population and Development Review. -2008.- Vol.34(1).- P.115 - 135. DOI 10.1111/j.1728-4457.2008.00208.x

2. Taylor, L. New Frontiers, Uncertain Futures: Migrant Youth and Children of Migrants in a Globalised World // Background Paper for Zurich. -2007.- 46 p.

3. Zakon RK «O gosudarstvennoj molodezhnoj politike» ot 9 fevralya 2015 goda №285-V. URL: https://adilet.zan.kz [In Russian].- Date of address: 11.10.2024

4. Molodezh' Kazakhstana: statisticheskij sbornik, 2018-2022. [Youth of Kazakhstan : statistical compendium 2018-2022]. Astana: Natsional' noe byuro statistiki Ministerstva natsional' noj ekonomiki Respubliki Kazakhstan. URL: https://stat.gov.kz/api/iblock/element/184021/file/ru/ - 2023. -164 s. [In Russian]. - Date of address: 11.10.2024

5. Kurchidis K. V. Otsenka chistoj stoimosti chelovecheskogo kapitala [Assessment of the Net Value of Human Capital] // Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik. -2011. -№ 2. -T.I [In Russian].

6. Chiswick, B. The Effect of Americanization on the Earnings of Foreign-born Men // Journal of Political Economy.-1978.- Vol.86(5)-P.897-921. DOI 10.1086/260717

7. Kolosnicyna M.G., Suvorova I.K. Mezhdunarodnaja trudovaja migracija: teoreticheskie osnovy i politika regulirovanija//Jekonomicheskij zhurnal VShJe.-2005.-T.9 (4).-S.543-565.[In Russian].

8. Massey, D. S. et al. Theories of International Migration: A Review and Appraisal [Teorii mezhdunarodnoj migratsii: Obzor i otsenka] // Population and Development Review. 1993. -Vol. 19(3). -P. 431-466. DOI 10.2307/2938462

9. Palalic, R., Durakovic, B., Ramadani, V., Ferreira, J.J.M. Human capital and youth emigration in the "new normal" // Thunderbird International Business Review. -2023. -Vol. 65(1). -P.49-63. DOI 10.1002/tie.22250

10. Lulle, A., Janta, H., Emilsson, H. Introduction to the Special Issue: European youth migration: human capital outcomes, skills and competences // Journal of Ethnic and Migration Studies. -2019. -Vol.47 (8). -P.1725-1739. DOI 10.1080/1369183X.2019.1679407.

11. Doumas, K., Avery, H. Lives 'on hold' in Europe: an explorative review of literature on youth aspirations and futures in situations of migration and mobility // Eur J Futures Res. -2024. -Vol. 12(1). DOI 10.1186/s40309-023-00225-x

12. Molodezh' Kazakhstana: statisticheskij sbornik, 2014-2018. [Youth of Kazakhstan : statistical compendium 2014-2018]. Nur-Sultan: Komitet po statistike Ministerstva natsional' noj ekonomiki Respubliki Kazakhstan, 2019. 185 s. URL: https://stat.gov.kz-

Date of address: 15.11.2024. [In Russian].

13. Molodezh' Kazakhstana: statisticheskij sbornik, 2019-2023. [Youth of Kazakhstan : statistical compendium 2019-2023]. Astana: Natsional' noe byuro statistiki Ministerstva natsional' noj ekonomiki Respubliki Kazakhstan. - 2024. -141 s. -Date of address: 15.11.2024[In Russian]. https://stat.gov.kz

14. Rossiya v cifrah. 2020: Kratkij statisticheskij sbornik. -M.: Rosstat, 2020. -550 s. ISBN 978-5-89476-488-7 [In Russian].

15. Volodin, V.M., Volodina, N.V., Pitaykina, I.A. Vliyanie processov trudovoj migratsii na kachestvo chelovecheskogo kapitala RF // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. -2017. -Vol. 44(1). -P. 173-185. DOI 10.21822/2073-6185-2017-44-1-173-185 [In Russian].

16. Kirpichev, V. V. (n.d.) Transgranichnye migratsii naseleniya kak istochnik vosproizvodstva trudovyh resursov i faktor nakopleniya chelovecheskogo kapitala. URL: https://cyberleninka.ru. [In Russian].

17. Kontseptsiya migratsionnoj politiki na 2023-2027 gody. - 30.11.2022. № 961.URL: https://adilet.zan.kz [In Russian].

***Information about the author***

Zhumashbekova S. K. - MSc, senior lecturer of Shakarim University, Semey, Kazakhstan, e-mail: samalzhk@mail.ru;

Bayadilova B. M. - PhD, senior lecturer of K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: melisovna@mail.ru;

Koichubayev A. S. - PhD, senior lecturer of Alikhan Bokeikhan University, Semey, Kazakhstan, e-mail: koichubayev.a@abu.edu.kz

***Сведения об авторах***

Жумашбекова С. К. - магистр, старший преподаватель Университет им. Шакарима, Семей, Казахстан, e-mail: samalzhk@mail.ru;

Баядилова Б. М.- PhD, старший преподаватель Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: melisovna@mail.ru;

Койчубаев А. С. - PhD, старший преподаватель Alikhan Bokeikhan University, Семей, Казахстан, e-mail: koichubayev.a@abu.edu.kz

IRSTI 06.81.85 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-604**

# ANALYSIS OF INNOVATIVE ACTIVITY OF MACHINE-BUILDING INDUSTRY ENTERPRISES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**[1]B.N. Zhabytay, [1]A.K. Alpysbayeva, [2]Sh. Niyazbekova, [1]U.B. Ussupov, [1]M.K. Makysh**

*[1]K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and business, Kazakhstan, Astana,*
*[2]Finance University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia*

*Corresponding author: bayana_7778@mail.ru, nusup86@mail.ru*

The innovative activity of enterprises in the field of machine-building industry of Kazakhstan and its dynamics are considered. To give a brief description of the current state of competitiveness of enterprises of the machine-building industry of the Kazakhstan. Which is the main indicator of the introduction and use of innovations. Also consider the number of innovative enterprises in the mechanical engineering sector of Kazakhstan and the specific weight of their innovative products.

The following research methods were used in the work: statistical, structural functional, economic and comparative analysis.

The innovative activity of the enterprises of the machine-building industry is an important factor for their development and competitiveness. It allows you to introduce new technologies, improve product quality, increase production efficiency and reduce costs.

Despite of all the advantages of innovation, many enterprises face challenges in implementing them. One of the main problems is the lack of financial resources for research and development. In addition, enterprises may have difficulty finding qualified specialists who can implement innovative projects.

Enterprises need to create a favourable environment for innovation. It is also important to develop collaborations with other business and scientific institutions to share experience and knowledge.

Generally, the innovative activities of enterprises of the machine-building industry are great importance for the development of the industry and the economy as a whole. However, for its successful implementation, it is necessary to solve a number of problems and create favorable conditions.

The conducted studies showed a decrease in the specific gravity of innovative products of enterprises of the machine-building industry, based on the peculiarities of innovative activities and the level of innovative management of enterprises of the machine-building industry in the region of the republic.

**Keywords:** innovation, innovation activity, global competitiveness index, engineering, innovation activity, innovative products.

# ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА МАШИНА ЖАСАУ ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТІН ТАЛДАУ

**[1]Б.Н. Жабытай, [1]А.К. Алпысбаева, [2]Ш. Ниязбекова, [1]Ұ.Б. Юсупов, [1]М. Мақыш**

*[1]Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана,Қазақстан,*
*[2]Ресей Федерациясы Үкіметі жанындағы Қаржы университеті, Мәскеу,Ресей,*
*e-mail: bayana_7778@mail.ru, nusup86@mail.ru*

Мақаланың мақсаты Қазақстанның машина жасау өнеркәсібі саласындағы кәсіпорындардың инновациялық белсенділігі және оның қарқыны қарастырылады. Қазақстанның машина жасау өнеркәсібі саласы кәсіпорындарының инновацияларды енгізу мен пайдаланудың негізгі көрсеткіші болып табылатын бәсекеге қабілеттіліктің қазіргі жай-күйіне қысқаша сипаттама беру. Сондай-ақ, Қазақстанның машина жасау саласындағы инновациялық кәсіпорындардың саны және олардың инновациялық өнімдерінің үлес салмағын қарастыру.

Жұмыста зерттеудің мына әдістері қолданылды: статистикалық, құрылымдық функционалдық, экономикалық және салыстырмалы талдау.

Машина жасау саласы кәсіпорындарының инновациялық қызметі олардың дамуы мен бәсекеге қабілеттілігінің маңызды факторы болып табылады. Ол жаңа технологияларды енгізуге, өнім сапасын арттыруға және шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Инновациялардың барлық артықшылықтарына қарамасытан, көптеген кәсіпорындар оларды енгізу кезінде проблемаларға тап болады. Басты проблемалардың бірі зерттеулер мен әзірмелер жүргізу үшін қаржы ресурстарының жетіспеушілігі болып табылады. Бұдан басқа, кәсіпорындарда инновациялық жобаларды іске асыруға қабілетті білікті мамандарды іздеуде қиындықтар туындауы мүмкін.

Кәсіпорындарға инновациялық қызмет үшін қолайлы жағдайлар жасау қажет. Сондай-ақ тәжірибе және білім алмасу үшін басқа да іскерлік және ғылыми мекемелермен ынтымақтастықты дамыту маңызды.

Тұтастай алған машина жасау саласы кәсіпорындарының инновациялық қызметінің сала мен тұтастай экономиканы дамыту үшін маңызы зор. Алайда оны табысты іске асыру үшін бірқатар проблемаларды шешу және қолайлы жағдайлар жасау қажет.

Жүргізілген зерттеулер республиканың аймақтарында машина жасау өнеркәсібі кәсіпорындарының инногвациялық қызметінің ерекшеліктері мен инновациялық басқару деңгейіне сүйене отырып, машина жасау өнеркәсібі кәсіпорындарыеың инновациялық өнімінің үлес салмағының төмендегенін көрсетті.

**Түйін сөздер:** инновация, инновациялық қызмет, жаһандық бәсекеге қабілеттілік индексі, машина жасау өнеркәсібі, инновациялық белсенділік, инновациялық өнім.

## АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

**[1]Б.Н. Жабытай✉, [1]А.К. Алпысбаева, [2]Ш. Ниязбекова, [1]У.Б. Юсупов✉, [1]М.К. Мақыш**

*[1]Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*[2]Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия,*
*e-mail: bayana_7778@mail.ru, nusup86@mail.ru*

Целью статьи является инновационная активность предприятий в сфере машиностроительной промышленности Казахстана и ее темпы. Дать краткую характеристику современного состояния конкурентоспособности предприятий отрасли машиностроительной промышленности Казахстана, являющейся основным показателем внедрения и использования инноваций. Также рассмотреть количество инновационных предприятий в машиностроительной отрасли Казахстана и удельный вес их инновационной продукции.

В работе использованы следующие методы исследования: статистический, структурно - функциональный, экономический и сравнительный анализ.

Несмотря на все приумещества инноваций, многие предприятия сталкиваются с проблемами при их внедрении. Одной из главных проблем является нехватка финансовых ресурсов для проведения исследования и разработок. Кроме того, у предприятий могут возникнуть трудности с поиском квалифицированных специалистов, способныз реализовать инновационны проекты.

Предприятиям необходимо создать благоприятные условия для инновационной деятельности. Также важно развивать сотрудничество с другими деловыми и научными учреждениями для обмена опытом и занниями.

В целом инновационная деятельность предприятий машиностроительной отрасли имеет большое

занчение для развития отрасли и экономики в целом. Однако для его успешной реализации необходимо решить ряд проблем и создать благопрятные условия.

Проведенные исследования показали снижение удельного веса инновационной продукции предприятий машиностроительной промышленности на основе особенностей инногвационной деятельности и уровня инновационного управления предприятий машиностроительной промышленности в регионах республики.

**Ключевые слова:** инновации, инновационная деятельность, глобальный индекс конкурентоспособности, машиностроение, инновационная активность, инновационная продукция.

**Intoduction.** First of all, before proceeding to the analysis of innovative activity of enterprises of the machine-building industry of Kazakhstan, let's characterise he concepts of innovation and innovation activity.

The methodological data of the National Statistical Bureau of the Agency of Kazakhstan for Strategic Planning and Reforms (RK) provides a more detailed detailed definition of these concepts [1]. «Innovation» is the process of creating new ideas, technologies, products or services that lead to improvements in existing methods, processes or products. This may include various aspects such as scientific research, development of new technologies, creation of new products or services, improvement of business processes, etc. «Innovation activity» is the process of creating, disseminating and using new ideas, technologies, products, services and methods that lead to improvements in the efficiency, quality and competitiveness of an organization or society as a whole. It may include research and development, introduction of new technologies, modernization of manufacturing processes, creation of new products and services, adaptation of existing products and services to changing market and consumer needs. Innovative activities can be aimed at improving the economic, social, environmental or cultural sphere of society.

**Materials and methods.** V.Ghozal and other authors considered as a productivity growth factor the significant impact of enterprise investments on modernization and additional innovations6 especially in the long term [2]. Maslova I.Yu. showed the importance of qualitatively new technologies for achieving the sustainable development of the enterprise and maintaining the covpetitiveness of its products, as well as problems on the way to develop innovative processes and ways to overcome them [3]. In the modern digital economy, the strategy for the development of a modern enterprise provides for an assessment of the need for periodic modernization and renewal of fixed assets, technical re-equipment [4]. Tatarskikh B.Ya. and other authoars, enterprises can take advantage of the innovative ecosystem based on modern scientific and production platforms in all stages of the innovation process – from invention, material incarnation to commercialization of a promising product [5]. Hsien Yang-Jian, Wu Yen chun Jimm and other modeled the mechanism of innovative renewal of fixed assets in the system of technical strategy for the development of an engineering enterprise [6].

The strategy of innovative activity of manufacturing enterprises is considered by many researchers as one of the main ways to increase the efficiency of activities that underlie an important component of the policy of increasing competitiveness in modern conditions of rapid implementation of the achievements of the sixth technical order. Thus, Ambartsumyan A.E. rightly notes that industrial enterprises need to improve their production base, external and internal logistics, adapting them to changes in the external environment and consumer needs. Sorokin A.V. considers the positive impact of innovations on the competitiveness of machine-building enterprises, without losing market stability, notes Putyatina L.M. with co-authors [7].

For the conditions of the modern digital economy, Aminat Khagaeva and co-authors showed the advantages of developing the production systems of the apparatus by using the phenomenon of

platformization, which provides for a transition to more open and distributed models of innovation [8]. According to the research of de Ruyter et al., the scale and complexity of the architecture of digital platform innovations are growing, the horizontal diffusion of innovative methods of production organization to many industries is accelerating, the volume of product innovations in production [9].

The study used positive, normative, comparative and systematic methods of analysis, synthesis, accumulation and scientific abstraction, as well as a complex of mathematical and statistical methods: tabular and graphical methods of data presentation, methods for analyzing absolute, relative and average values, dynamic series analysis, structural analysis, index analysis. Thanks to these research tools, the problem under consideration is analyzed in detail in relation to specific socio-economic conditions and processes taking place in Kazakhstan.

**Results and discussion.** First of all, the base of any innovation, will increase the competitiveness of the enterprise. Therefore, briefly describing the competitiveness of domestic enterprises, we refer to the data of the World Economic Forum (WEF), presented in the form of annual final reports, in particular, for 2020-2022 [10]. Thus, in accordance with the annual calculations of the Global Competitiveness Index (GIC) for 12 WEF factors for 2020-2022, we will present the general data of the Republic of Kazakhstan (table 1).

**Table 1 - The place of the Republic of Kazakhstan in the annual reports of housing for 2020-2022**

| **Indicators** | **2020** | **2021** | **2022** |
|---|---|---|---|
| **Global Competitiveness Index** | **59** | **59** | **55** |
| 1. Institutes | 73 | 61 | 64 |
| 2. Infrastructure | 72 | 69 | 67 |
| 3. Information and communication technologies | 44 | 44 | 44 |
| 4. Macroeconomic stability | 61 | 62 | 60 |
| 5. Health | 94 | 97 | 95 |
| 6. Education and abilities | 52 | 57 | 57 |
| 7. Goods market | 67 | 57 | 62 |
| 8. Labor market | 33 | 30 | 25 |
| 9. Financial market | 102 | 100 | 104 |
| 10. Market size | 45 | 45 | 45 |
| 11. Business intensity | 35 | 37 | 35 |
| 12. Innovative potential | 87 | 87 | 95 |
| *Note - compiled by the author based on the literature [11].* | | | |

As we see from the table, Kazakhstan's positions the GIC rating in 2022 have improved by 2 positions to 2020 over the years. The indicator of 12 factors – «institutions» (+9), «infrastructure» (+5), «macroeconomic stability» (+1), «good market» (+5), «labor market» (+8), positions in 5 factors in 2022 improved and compared yo 2020. Positions on 4 factors worsened: «health» (-1), «education and abilities» (-5), «financial market» (-2), «innovation potential» (-8). Also, the position of Kazakhstan has not changed in terms of the factors «information and communication technologies», «market volume» and «business intensity».

It follows from the table data that for us, depending on the subject of the article' s research, the last two factors are the most important – the indicators «business intensity» and «Innovation potential». Let' s take a closer look at the main indicators of these factors.

The «business intensity» factor is formed from the following indicators:

1.The cost of opening a business.

2.Time to start a business.

3.Attitude to entrepreneurial risk.

4.Readiness to delegate powers.

5.Growth of innovative companies.

6.Companies implementing destructive ideas.

7.Insolvency recovery rate.

8.Qegulatory framework on insolvency issues.

The «innovation potential» factor consists of 10 indicators:

1. Quality of research institutions.

2.Diversity of Personnel.

3. Developed clusters.

4. International joint developments.

5.Comprehensive cooperation.

6. Citation publications.

7. Order a patent.

8.Research and development costs.

9. Consumer purchasing power.

10.Order registration of a trademark.

The table below shows the place of Kazakhstan in the world ranking of the IFI for the main indicators of these two factors (Table 2).

**Table 2 - The place of the Republic of Kazakhstan in the annual reports of the Global Competitiveness Index for 2020-2022**

| **Indicators** | **2020** | **2021** | **2022** |
|---|---|---|---|
| «Business intensity» | **35** | **37** | **35** |
| 1. The cost of starting a business | 7 | 7 | 7 |
| 2. Time to start a business | 52 | 55 | 23 |
| 3. Attitude to entrepreneurial risk | 16 | 16 | 14 |
| 4. Willingness to delegate authority | 71 | 73 | 83 |
| 5. Growth of innovative companies | 100 | 103 | 107 |
| 6. Companies implementing destructive ideas | 68 | 63 | 76 |
| 7. The coefficient of restoration of solvency | 56 | 64 | 64 |
| 8. Regulatory framework on insolvency issues | 1 | 1 | 1 |
| «Innovative potential» | **87** | **87** | **95** |
| 1. Quality of research institutions | 83 | 84 | 82 |
| 2. Staff diversity | 28 | 50 | 58 |
| 3. Developed clusters | 124 | 120 | 122 |
| 4. International joint developments | 82 | 89 | 93 |
| 5. Comprehensive cooperation | 61 | 60 | 63 |
| 6. Citation publications | 110 | 110 | 111 |
| 7. Order a patent | 79 | 77 | 78 |
| 8. Research and development costs | 95 | 94 | 101 |
| 9. Consumer purchasing power | 54 | 53 | 68 |
| 10. Ordering trademark registration | 94 | 94 | 96 |
| *Note – compiled by the author based on the literature [11].* | | | |

As is can be seen from the table, it compared the indicators of a decrease in the «business intensity» factor in 2022 to 2020 took place in such indicators as «readiness for devolution» (-12), «growth of innovative companies» (-7), «companies implementing destructive ideas» (-8), «recovery coefficient insolvency» (-8). The indicators of the increase are observed in the indicators «time to start a business» (+29) and «attitude to entrepreneurial risk» (+2). And the positions on the indicators of this factor «the cost of starting a business» and «the regulatory framework on insolvency» have not

changed.

It compared the indicators of decrease in the factor «innovation potential» in 2022 to 2020 «diversity of personnel» (-30), «international joint developments» (-11). «comprehensive cooperation» (-2). «cited publications» (-1). «costs of research and development work». It is observed in such indicators as (-6), «consumer purchasing power level» (-14), «trademark registration order» (-2). The positions of the increase were reflected in the indicators «quality of research institutes» (+1), «development of clusters» (+2), «Order of patents» (+1).

Nevertheless, it is especially important to focus on improving the indicators of such important indicators as the growth of innovative companies, the quality of research institutes, the development of clusters, the publication of citations, research and development costs among the indicators of the Global Competitiveness Index.

Thus, it can be said the given the regression of the country's development in the GIC rating in modern economic conditions for Kazakhstan, the presence of large reserves of mineral resources and their high export potential is not a determining factor in the country's competitiveness. Therefore, the father development of the economy will depend on how quickly and timely the structural and systemic change of the real sector of the economy occurs, where human, information and innovative capital became the main drivers.

In addition, special attention should be paid to combating corruption in the public and private sectors, ensuring transparency of business processes, creating favorable conditions for doing business.

We refer to table 1 and figure 1, containing such statistical data as data on innovative activity of enterprises of the engineering sector of the Republic of Kazakhstan for 2019-2022, the total number of companies with and without innovations, as well as their specific ratio (table 3, 1 picture) to study the activity of innovative activities of enterprises.

**Table 3 - Innovative activity of enterprises in the field of mechanical engineering of the Republic of Kazakhstan for 2019-2022**

| **Indicators** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** |
|---|---|---|---|---|
| Total number of enterprises, units. | 337 | 328 | 338 | 327 |
| Number of enterprises with innovations, units. | 94 | 73 | 83 | 77 |
| The percentage of enterprises with innovations in the total number of enterprises | 27,89% | 22,25% | 24,55% | 23,54% |
| The number of enterprises that do not have innovations, units. | 243 | 255 | 255 | 250 |
| The percentage of enterprises that do not have innovations in the total number of enterprises. | 72,11% | 77,75% | 75,45% | 76,46% |
| Note–done by the author based on the literature [12]. | | | | |

As can be seen from the statistical data of the table, in 2021, the share of enterprises introducing and using innovations in their activities amounted to 23.54% or 77 units of the total number of enterprises consisting of 327 units. Also, these tables reflect the negative trend of a decrease in the number of innovative enterprises in the machine-building sector of the Republic of Kazakhstan, in particular, over these years their physical number has decreased by 17 units and decreased in relative magnitude from 27.89% to 23.54%.

In the structure of the machine-building industry of Kazakhstan, enterprises produce innovative products, working in such industries as the production of computers, electronic and optical products; production of electrical equipment; production of machinery and equipment not included in other categories; production of motor

vehicles, trailers and semi-trailers; production of other vehicles.

Statistical data is relating to the share of innovative products in the machine-building industry of the Republic of Kazakhstan in the total number of innovative products produced in the republic for 2019-2022 are presented from the table and figure below. It is worth to note that against the background of a high share of the products of the industry in question in the structure of the country' s exports, the share of products directly improved does not exceed 5% of the total (Table 4, Fig. 2).

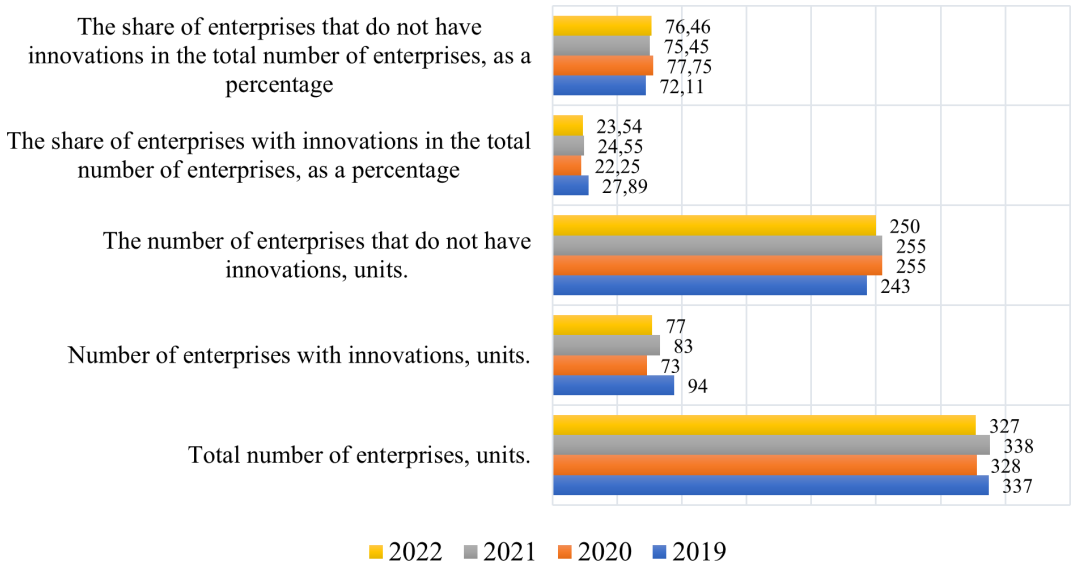



**Figure 1 - 2019-2022 The pace of innovation activity of enterprises of the machine-building industry of the Republic of Kazakhstan**

*Note – done by the author on the basis of literature [12].*

**Table 4 - The share of innovative products produced by enterprises of the machine-building industry of the Republic of Kazakhstan in 2019-2022, as a percentage**

| **Indicators** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** |
|---|---|---|---|---|
| Machine-building industry | 29,55 | 23,87 | 18,55 | 18,33 |
| including: | | | | |
| Manufacture of computers, electronic and optical products | 4,36 | 1,14 | 0,77 | 0,35 |
| Manufacture of electrical | 1,58 | 1,90 | 1,00 | 0,50 |
| Equipment manufacture of machinery and equipment not included in other categories | 2,38 | 1,49 | 0,70 | 0,69 |
| Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers | 5,89 | 4,98 | 10,72 | 12,73 |
| Manufacture of other devices | 15,34 | 14,36 | 5,36 | 4,06 |
| *Note – done by the author on the basis of literature [13].* | | | | |

As you can see from the table, the share of innovative products produced by enterprises in the sector of production of computers, electronic and optical products in 2022 compared to 2015 significantly decreased from 4.36% to 0.35% in the structure of the machine-building industry

for the specified years. The share of innovative products produced in the electrical equipment manufacturing sector in 2022 compared to 2019 significantly decreased from 1.58% to 0.50% and in the other vehicles manufacturing sector from 15/34% to 4.06%, respectively. Trailers and semi-trailers, the share of innovative products produced by enterprises in 2022 compared to 2019 almost doubled from 5.89% to 12.73% in the production of motor vehicles. At the same time, we see that in general, in the machine-building industry, the share of the volume of innovative products produced in the total number of innovative products producedin the republic decreases from to year, i.e. At the same time, we see that in general, in the machine-building industry, the share of the volume of innovative products produced in the total number of innovative products produced in the republic decreases from year to year, that is, in four years the industry as a whole has lost 11.22% of the share.

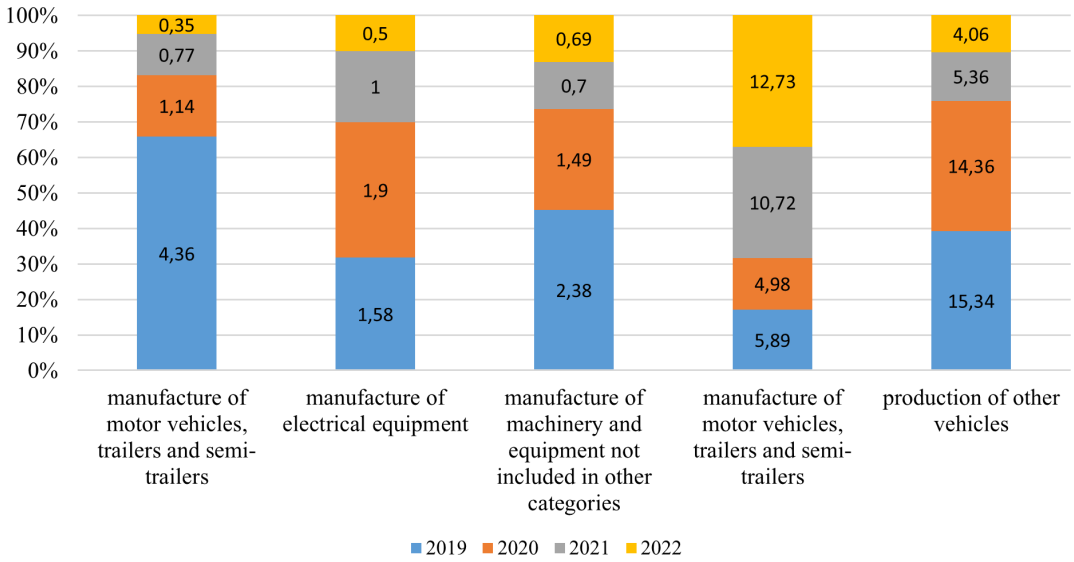



**Figure 2 - Specific production rates of innovative products of enterprises of the machine-building industry of the Republic of Kazakhstan in 2019-2022, as a percentage**

*Note – done by the author on the basis of literature[14].*

**Conclusions.** The innovative activity of the enterprises of the machine-building industry is an important factor for their development and competitiveness. It allows you to introduce new technologies, improve product quality, increase production efficiency and reduce costs.

Despite of all the advantages of innovation, many enterprises face challenges in implementing them. One of the main problems is the lack of financial resources for research and development. In addition, enterprises may have difficulty finding qualified specialists who can implement innovative projects [15].

Enterprises need to create a favourable environment for innovation. It is also important to develop collaborations with other business and scientific institutions to share experience and knowledge.

Generally, the innovative activities of enterprises of the machine-building industry are great importance for the development of the industry and the economy as a whole. However, for its successful implementation, it is necessary to solve a number of problems and create favourable conditions.

## References

1. Kazakstan Respublikasy Ulttyk ekonomika ministrliginin Statistika komiteti toragasynyn «Gylymi - zertteu zhane tazhiribelik-konstruktorlyk zhumystar zhane innovaciyalar statistikasy korsetkishterin kalyptastyru bojynsha adistemeni bekitu turaly» 2016 zhylgy 6 kazandagy № 232 bujrygy [Order of the chairman of the Statistics Committee of the Ministry of national economy of the Republic of Kazakhstan dated October 6 on approval of the methodology for the formation of indicators of statistics of research and development and innovation"]. URL: https://www.stat.gov.kz .Zhugingen kun: 13.09.2024 [In Kazakh]

2. Vivek Ghozal, Usha Nair - Reichet Investments in modernisation, innovation and gains in productivity: Evidence from firms in the global paper industry // Research Policy. -2009. –Vol. 38(3). -P. 536-547. DOI 10.1016/j.respol.2008.10.010.

3. L.M. Putjatina, N.V. Arsen' eva Metodicheskie aspekty razrabotki strategii maşinostroitelnyh predpriati pri vyhode iz krizisa // Razvitie otraslevogo i regionälnogo upravlenia. -2021. -№ 3. -S 59-65. DOI 10.26425/1816-4277-2021-3-59-65 [In Russian]

4. Oksana E. Ivanova The Innovative Development of Industrial Production in the Digital Economy of Russia. - 2022. DOI 10.2991/aebmr.k.220208.027

5. Streltsov A.V., Tatarskih B.Y., Yakovlev G.I. Organizational and Economic Problems of Technical Development of the Russian Engineering // Mediterranean Journal of Social Sciences. - 2015. -Vol 6(6).- P.509-514. DOI 10.5901/mjss.2015.v6n6s3p509

6. Hsien Yang-Jian, Wu Yen chun Jimm Entrepreneurship through the platform strategy in the digital era: Insights and research opportunities // Computers in Human Behavior. - 2019. -Vol. 95. - P. 315-323. DOI 10.1016/j.chb.2018.03.033

7. Aminat Khagaeva. Innovative activity of industrial enterprises in the context of sustainable development// 2nd International Conference on Environmental Sustainability Management and Green Technologies (ESMGT 2023). -2023. -Vol. 451(5). DOI 10.1051/e3sconf/202345101022

8. Report on the Global Competitiveness Index of the World Economic Forum (WEF GIC) for 2020. URL: https://www3.weforum.org.- Date of address: 13.09.2024

9. Report on the Global Competitiveness Index of the World Economic Forum (WEF GIC) for 2021. URL: https://www3.weforum.org .-Date of address: 13.09.2024

10. Report on the Global Competitiveness Index of the World Economic Forum (WEF GIC) for 2022.URL: https://www3.weforum.org .- Date of address: 22.09.2024

11. Qazaqytannyñ ğylym jäne innovasia qyzmetı.2019-2023. Astana, 2023 statistikalyq jinağy. URL: https://stat.gov.kz - Date of address: 22.09.2024 [In Kazakh]

12. Qazaqytannyñ ğylym jäne innovasia qyzmetı.2016-2020. Nūr-Sūltan, 2020 statistikalyq jinağy. https://stat.gov.kz.- Date of address: 22.09.2024 [In Kazakh]

13. Qazaqytannyñ ğylym jäne innovasia qyzmetı.2017-2021. Nūr-Sūltan, 2021 statistikalyq jinağy. Retrieved from https://stat.gov.kz.- Date of address:22.09.2024. [In Kazakh]

14. Qazaqytannyñ ğylym jäne innovasia qyzmetı.2018-2022. Astana, 2022 statistikalyq jinağy Retrieved from https://stat.gov.kz.- Date of address:01.10.2024. [In Kazakh]

15. B. Zhabytay, Ş. Turmahanbetova, M. Jetesova Nūr-Sūltan qalasynyñ infraqūrylymdyq damuynyñ qazırgı jağdaiyn taldau, Ekonomika i statistika 2/2020 https://stat.gov.kz.- Date of address: 01.10.2024. [In Kazakh]

***Information about the authors***

Zhabytay B.N. -PhD, acting Associate Professor, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: bayana_7778@mail.ru;

Alpysbayeva A. -candidate of Economic Sciences, Associate professor, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: alpysbayeva.ainur77@mail.ru.

Niyazbekova Sh.- PhD, Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation,e-mail: shakizada.niyazbekova@gmail.com.

Yussupov U.B. - PhD, Professor, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: nusup86@mail.ru;

Makysh M.K.- acting Associate Professor, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: Makysh@mail.ru;

***Авторлар туралы мәлімет***

Жабытай Б.Н. - PhD, и.о. асс.профессора, Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова,Астана, Казахстан, e-mail: bayana_7778@mail.ru;

Алпысбаева А.К.-к.э.н. асс.профессор, Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова,Астана, Казахстан, e-mail: alpysbayeva.ainur77@mail.ru.

Ниязбекова Ш. - PhD, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия, e-mail: shakizada.niyazbekova@gmail.com

Юсупов У. Б.- PhD, и.о.профессора, Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова,Астана, Казахстан, e-mail:nusup86@mail.ru;

Мақыш М.К. - PhD, и.о. асс.профессора, Казахский университет технологии и бизнеса им.К.Кулажанова,Астана, Казахстан, e-mail: Makysh@mail.ru;

ҒТАМР 06.73.15 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-613**

## ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ШАҒЫН ЖӘНЕ ОРТА КӘСІПКЕРЛІКТІ ДАМЫТУДЫ ЖАҚСАРТУ

**[1]Т.Б. Мукушев, [2]Б.А. Жуматаева, [3]А.Б. Амерханова, [4]А.Е. Баярлин, [5]К.Д. Кожабергенова**

*[1,3] Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан,*
*[4]С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,* Астана, Қазақстан,
*[2,5] Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті,* Астана, Қазақстан

*Корреспондент-автор: mtbb1986@gmail.com*

Қазіргі уақытта мемлекеттің, оның аймақтарының және ұйымдарының қоғамдық және кәсіпкерлік қызмет саласындағы экономикалық мүдделерін қорғаудың әдістері мен тетіктерін қалыптастырудың жаңа тұжырымдамалық тәсілдерін іздестіру жүргізілуде, ол Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық даму стратегиясында көрсетілген. Бұл мәселені шешу үшін кәсіпкерліктің экономикалық мүдделерін жүзеге асыруға бағытталған аймақтық саясатқа жаңа көзқарасты қолдану қажет.

Шағын және орта бизнес қазіргі өркениетті экономикалық дамудың ең перспективалы бағыттарының бірі болып табылады. Нақты сектор, сауда кәсіпорындары мен компаниялары Қазақстан экономикасының дамуы мен өсуіне, ұлттық табыстың, жалпы ішкі өнімнің, жалпы ішкі өнімнің, жұмыспен қамтудың және т.б. өсуіне тікелей әсер етеді.

Кәсіпкерлік секторды дамыту қоғамның саяси, экономикалық және әлеуметтік тұрақтылығын арттырудың стратегиялық қажеттілігі болып табылады. Ол барлық деңгейдегі бюджеттер үшін салық базасын ұлғайтуға, жұмыссыздықты азайтуға, нарықты инвестициялық ресурстармен толтыруға көмектеседі.

Кәсіпкерлік экономиканың дамуына үлкен үлес қосады, өйткені осы қызметтің арқасында ұлттық табыстың едәуір бөлігі құрылады, жаңа жұмыс орындары пайда болады, техника мен технологиялар игеріледі, жаңа өндірістер мен қызмет көрсетулер қалыптасады, жаңа аймақтар дамиды. Бүгінде көпшілік өндірістің, нарықтың, демек, жалпы қоғамның дамуын қозғайтын кәсіпкерлік екенін түсіне бастады. Ел кәсіпкерлердің арқасында, кәсіпкерлер мемлекеттік қолдаудың арқасында өркендеп келеді. Сондықтан Қазақстанда кәсіпкерлікті қолдау жүйесін дамыту өте маңызды.

**Түйін сөздер:** аймақ, екінші деңгейлі банктер, инфрақұрылым, кәсіпкерлік, Қазақстан, несие, субъект, шағын және орта кәсіпкерлік.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В КАЗАХСТАНЕ

**[1]Т.Б. Мукушев, [2]Б.А. Жуматаева, [3]А.Б. Амерханова, [4]А.Е. Баярлин, [5]К.Д. Кожабергенова**

*[1,3] Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилёва, Астана, Казахстан,*
*[4]Казахский агротехнический научно-исследовательский университет им.С.Сейфуллина, Астана, Казахстан,*
*[2,5] Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан,*
*e-mail:mtbb1986@gmail.com*

В настоящее время ведется поиск новых концептуальных подходов к формированию методов и механизмов защиты экономических интересов государства, его регионов и организаций в сфере общественной и предпринимательской деятельности, что находит отражение в стратегии социально-экономического развития Казахстана. Для решения этой проблемы необходимо использовать новый подход к региональной политике, направленный на реализацию экономических интересов предпринимательства.

Малый и средний бизнес или бизнес являются одним из наиболее перспективных направлений современного цивилизованного экономического развития. Реальный сектор, торговые предприятия и компании оказывают непосредственное влияние на развитие и рост экономики Казахстана, рост национального дохода, валового внутреннего продукта, валового внутреннего продукта, занятости и многое другое.

Развитие сектора предпринимательства является стратегической необходимостью повышения политической, экономической и социальной стабильности общества. Оно способствует увеличению налогооблагаемой базы для бюджетов всех уровней, снижению уровня безработицы, насыщению рынка инвестиционными ресурсами.

Предпринимательство вносит большой вклад в развитие экономики, так как благодаря этой деятельности создается значительная часть национального дохода, появляются новые рабочие места, развивается техника и технологии, формируются новые отрасли производства и услуг, происходит освоение новых регионов. Сегодня многие стали понимать, что именно предпринимательство двигает развитие производства, рынка, а значит, и общества в целом. Страна процветает благодаря предпринимателям, а предприниматели - благодаря поддержке государства. Поэтому очень важно развивать систему поддержки предпринимательства в Казахстане.

**Ключевые слова:** регион, банки второго уровня, инфраструктура, предпринимательство, Казахстан, кредит, субъект, малые и средние предприятия.

## IMPROVEMENT OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS DEVELOPMENT IN KAZAKHSTAN

**[1]T.B. Mukushev✉, [2]B.A. Zhumataeva, [3]A.B. Amerkhanova, [4]A.E. Bayarlin, [5]K.D. Kozhabergenova**

*[1,3] L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*[4]S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan,*
*[2,5] K.Kulazhan Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail:mtbb1986@gmail.com*

Currently, there is a search for new conceptual approaches to the formation of methods and mechanisms for protecting the economic interests of the state, its regions and organizations in the sphere of public and entrepreneurial activity, which is reflected in the strategy of socio-economic development of Kazakhstan. To solve this problem, it is necessary to use a new approach to regional policy aimed at implementing the economic interests of entrepreneurship.

Small and medium businesses or business are one of the most promising areas of modern civilized economic development. The real sector, trading enterprises and companies have a direct impact on the development and growth of the economy of Kazakhstan, the growth of national income, gross domestic product, gross domestic product, employment and much more.

The development of the entrepreneurship sector is a strategic need to improve the political, economic and social stability of society. It contributes to an increase in the tax base for budgets at all levels, a decrease in unemployment, and saturation of the market with investment resources.

Entrepreneurship makes a great contribution to the development of the economy, since thanks to this activity a significant part of the national income is created, new jobs appear, equipment and technologies are developed, new industries and services are formed, new regions are being developed. Today, many have come to understand that it is entrepreneurship that drives the development of production, the market, and therefore society as a whole. The country prospers thanks to entrepreneurs, and entrepreneurs - thanks to state support. Therefore, it is very important to develop a system of support for entrepreneurship in Kazakhstan.

**Keywords:** region, second-tier banks, infrastructure, entrepreneurship, Kazakhstan, credit, entity, small and medium enterprises.

**Кіріспе.** Қазақстандағы шағын кәсіпкерліктің дамуын тежейтін негізгі мәселе қаржылық қолдау жүйесінің, әсіресе инвестициялық несиелер берудегі тиімділігінің жеткіліксіздігі болып табылады. Екінші деңгейлі банктер, Шағын кәсіпкерлікті дамыту қоры, Еуропалық қайта құру және

даму банкінің несиелік желілері, Орталық Азия мен Американың қолдау қорлары сияқты бірнеше әлеуетті қаржыландыру көздерінің болуына қарамастан, бұл ресурстарға қолжетімділік әлі де шектеулі. Оның басты себебі шағын кәсіпкерліктің үдемелі дамуын тежейтін осы қаражатты бөлу және пайдалану механизмінің жетілдірілмегендігі.Бұл тұрғыда бірінші кезектегі міндет – бөлінген қаражаттың мақсатты түрде мүлтіксіз пайдаланылуын қамтамасыз ету. Бұл несиелер мен қаржылық көмектің тұрақты өсу үшін ұзақ мерзімді инвестицияларды қажет ететін жобаларға бағытталғанын қамтамасыз ету үшін нақты және ашық бақылау орнату қажеттілігін біліреді. Дегенмен, бұл процесс қаражаттың пайдаланылуын бақылауды және барлық деңгейде бақылау инфрақұрылымын құруды қоса алғанда, неғұрлым жүйелі көзқарасты талап етеді.Екінші негізгі аспект – несиелік ресурстар бойынша пайыздық мөлшерлемелерді қайта қарау. Өндірістік немесе инновациялық жобалар сияқты қызметтің кейбір түрлері өте ұзақ уақытты және сәйкесінше несиелеудің қолайлы шарттарын талап ететіндіктен, мөлшерлемелерді саланың ерекшеліктеріне және аймақтық ерекшеліктерге байланысты саралау маңызды. Бұл әсіресе Қазақстанның шалғай және ауылдық аймақтарына қатысты, мұнда географиялық кедергілер мен дамыған инфрақұрылымның жоқтығынан қаржыландыруға қолжетімділік одан да шектеулі.Ұзақ мерзімді несие ресурстарының жеткіліксіздігі екінші деңгейлі банктердің шектеулі мүмкіндіктерінде де маңызды мәселе болып табылады. Бұл шағын кәсіпкерлік субъектілеріне берілген несиелердің шамамен 80-90%-ы қысқа мерзімді және ең алдымен айналым қаражатына немесе шаруашылық операцияларына арналғанына әкеледі. Мұндай несиелер өндірістік процестерге ұзақ мерзімді инвестициялауды жеңілдете алмайды, бұл сайып келгенде шағын бизнестің өсу әлеуетін шектейді және оларды стратегиялық дамуға емес, бизнесті жедел қолдауға бағытталған қысқа мерзімді қаржылық шешімдерге тәуелді етеді.Сонымен қатар, шағын бизнесті қолдаудың ең күшті және жиі бағаланбайтын шараларының бірі салық жүйесі болып табылады. Қазіргі жағдайда Қазақстан шағын бизнеске таза фискалдық көзқарасты ұстанады, бұл салықтың шамадан тыс жоғары ставкаларынан көрінеді. Мамандардың айтуынша, шағын кәсіпкерлік субъектілеріне түсетін салық ауыртпалығы олардың табысының 50-70 пайызын құрайды, бұл кәсіпкерлерді салықтан жалтарудың немесе несиені қайтаруды кейінге қалдырудың жолдарын іздеуге мәжбүр етеді. Бұл жоғары салықтар кәсіпкерлік белсенділікті тежейтін, бизнестің өсу және өндірісті кеңейтуге немесе тиімділікті арттыруға инвестиция салу мүмкіндігін шектейтін тұйық шеңберді тудырады.Мемлекеттің кәсіпкерлікті тікелей қаржылық қолдауға мүмкіндіктері шектеулі жағдайда салық жүйесі икемді және сараланған болуы керек. Бұл қызмет түріне байланысты салық ставкаларын қайта қарауды қамтиды. Атап айтқанда, өңдеуші өнеркәсіп кәсіпорындары қосымша құнға, инновацияларға және жұмыспен қамтуға нақты үлес қосатындықтан, неғұрлым қолайлы салық режимін пайдалануы керек. Бұл ретте коммерциялық және делдалдық кәсіпорындарға салық жүктемесі артуы мүмкін, себебі олардың қызметі экономикада ұзақ мерзімді өсуге қажетті құрылымдық өзгерістерді жасамайды. АҚШ сияқты экономикасы дамыған елдерде өндірістік кәсіпорындардың пайдасына салынатын салықтар 20-30% аралығында болса, коммерциялық және делдалдық операцияларға салынатын салықтар 90-95% жетуі мүмкін. Салық ауыртпалығын осылайша қайта бөлу экономиканың тұрақтылығына шынайы әсер ететін және құрылымдық проблемаларды еңсеруді қамтамасыз ететін экономика секторларын ынталандырады.Осылайша, Қазақстандағы шағын бизнесті стратегиялық қолдау қаржылық және салықтық қолдау жүйесін жан-жақты қарастыруға негізделуі керек. Бұған несиелеу тетіктерін оңтайландыру, ұзақ мерзімді инвестициялау үшін қолайлы жағдай жасау, өндірістік секторларға салық жүктемесін азайту және коммерциялық және делдалдық операциялар бойынша фискалдық саясатты қайта қарау кіреді. Осындай жағдайларда ғана шағын кәсіпкерлік тұрақты экономикалық өсудің нақты қозғалтқышына айналып, ел экономикасының тереңірек құрылымдық мәселелерін шешуге ықпал ете алады [1].

**Материалдар мен әдістер.** Қазақстандағы шағын және орта бизнестің дамуын жақсартуға бағытталған зерттеу барысында шетелдік және отандық экономистердің еңбектеріне негізделген әртүрлі әдістер мен тәсілдер қолданылды. Теориялық негіз ретінде экономикалық дамудағы кәсіпкерліктің инновациялық рөліне назар аударған Джозеф Шумпетердің және әлемдік экономикадағы қазақстандық ШОБ-тың бәсекеге қабілеттілігін талдауға қолданылатын бәсекелестік артықшылықтарды зерттеген Майкл Портердің жұмыстары алынды. Бұл зерттеулер негізгі инновациялар мен бәсекеге қабілетті стратегиялардың ШОБ табысына қалай ықпал ететіні туралы түсінік берді.Қазақстандық ғалымдардың ішінде ел экономикасындағы кәсіпкерліктің рөлі мен мемлекеттік қолдаудың тиімділігін талдаған А.Смайылов пен Ж.Әбдиевтің еңбектеріне ерекше көңіл бөлінді. Олардың еңбектері қазақстандық бизнес-ортаның ерекшеліктерін және кәсіпкерлер үшін бар кедергілерді тереңірек қарастыруға мүмкіндік берді.Зерттеу салыстырмалы талдау әдістеріне негізделді, бұл қазақстандық ШОБ қолдау жүйесін табысты шетелдік мысалдармен салыстыруға мүмкіндік берді. Кәсіпкерліктің дамуына әртүрлі факторлардың әсерін болжау үшін де экономикалық-математикалық модельдеу қолданылды. Бұл салық саясаты мен мемлекеттік қолдаудағы өзгерістер ШОБ секторына қалай әсер ететінін бағалауға мүмкіндік берді.Сонымен қатар, бизнес өкілдерімен және кәсіпкерлік саласындағы сарапшылармен сұхбатты қамтитын сапалы талдау қолданылды. Бұл сұхбаттар қазақстандық кәсіпкерлер тап болатын негізгі проблемаларды анықтауға, сондай-ақ олардың мемлекеттік қолдаудан және нарық конъюнктурасынан күтетінін түсінуге көмектесті.Эмпирикалық база ретінде Қазақстан Республикасы Статистика комитетінің деректері, Ұлттық экономика министрлігінің есептері, сондай-ақ Дүниежүзілік банктің «Doing Business» сияқты халықаралық рейтингтері мен есептері пайдаланылды. Бұл деректер әлемдік трендтерді ескере отырып, Қазақстандағы шағын және орта бизнестің қазіргі жағдайы мен даму болашағын бағалауға мүмкіндік берді.

Осылайша, теориялық тәсілдер мен эмпирикалық талдаудың үйлесуі негізгі проблемаларды анықтауға және Қазақстандағы шағын және орта бизнесті қолдау мен дамытуды жақсарту жолдарын ұсынуға мүмкіндік берді.

**Нәтижелер мен талдау.** Қазақстан Республикасының бюджеттік стратегиясына өсудің елеулі әлеуеті мен экономикалық белсенділігі жоғары өңірлерді кешенді қолдауға бағытталған жаңа мақсатты қаржы құралын – Өңірлерді дамыту бағдарламасын интеграциялау ұсынылады. Бұл құрал белгілі бір аумақтардың дамуына кедергі келтіретін жасырын құрылымдық кедергілер мен теңгерімсіздіктерді анықтауға және жоюға бағытталған және нәтижесінде осы өңірлердегі жедел экономикалық өсудің катализаторына айналады. Жүйелі және ойластырылған тәсіл арқылы бағдарлама өсу нүктелерін қолдау арқылы экономикаға мультипликативтік әсерді қамтамасыз ететін жинақтаушы әсерді жасайды. Мұндай нәтижеге даму әлеуеті жоғары өңірлер ұлттық деңгейде өсуді ынталандыра отырып, айтарлықтай қосымша құн тудырып, өңіраралық байланыстарды нығайта алатындығына байланысты қол жеткізуге болады.

Бағдарламаның негізгі бағыттары өңірлік дамуды күшейтетін және олардың стратегиялық әлеуетін ашатын бастамаларды қаржылық қолдау арқылы ұзақ мерзімді әлеуметтік-экономикалық проблемаларды жоюға бағытталған. Бағдарлама сондай-ақ аймақтар арасындағы құрылымдық теңгерімсіздікті барынша азайтуға, олардың әлеуметтік-экономикалық даму деңгейлеріндегі алшақтықты азайтуға арналған. Экономикалық белсенділік сыртқы факторларға ең аз тәуелділікпен ішкі дамуға бағытталуы мүмкін аймақтардың өзін-өзі қамтамасыз етуіне жағдай жасауға ерекше назар аударылады.Бағдарламаның маңызды аспектісі шағын және моноқалалардағы шағын және орта бизнесті қолдау арқылы экономиканы әртараптандыру болып табылады. Көбінесе бір немесе бірнеше салаға тәуелді бұл қалалар стратегиялық маңызды «зәкірлік» инвестициялық жобаларды жүзеге асыру арқылы трансформация процесіне тартылады. Бұл жобалар ұзақ мерзімді тұрақты дамуға, аталған

аймақтардың экономикалық осалдығын төмендетуге және олардың экономикалық қызмет аясын кеңейтуге жағдай жасайды. Бұл тұрғыда шағын және моноқалаларды кешенді аумақтық дамытудың берік негізін құра отырып, экономикалық тәуелсіздіктің жаңа деңгейіне шығуға мүмкіндік беретін индустрияландыру бағдарламаларының құралдары ерекше орын алады [2].

Жергілікті атқарушы органдар индустриялық-инновациялық қызметті мемлекеттік қолдауға жауапты уәкілетті органмен бірлесіп әрбір шағын немесе моноқалалар үшін 1-3 негізгі «зәкірлік» инвестициялық жобаларды таңдайды. Бұл жобалардың стратегиялық маңызы бар және олардың бірегей сипаттамалары мен әлеуетін ескере отырып, өңірлерде тұрақты экономикалық өсуді ынталандыруға бағытталған.

Шағын және моноқалалардың экономикалық әлеуетін дамытудың негізгі бағыттарына мыналар жатады:

- қосалқы және қызмет көрсету өндірісін орналастыру, сондай-ақ шағын және моноқалалардағы ұлттық холдингтердің тапсырыстарын орындау. Бұл әр қаланың ерекшелігін ескере отырып жасалады. «Самұрық-Қазына» Ұлттық әл-ауқат қоры» АҚ және «НГК ҚазАгро» АҚ сияқты холдингтер осы аумақтарда инвестициялық жобаларды жүзеге асыру бойынша шаралар қабылдауға міндеттенеді. Бұл тек қаржылық-экономикалық орынды ғана емес, сонымен қатар шаруашылық белсенділікті арттыруға және экономиканы әртараптандыруға көмектесетін холдингтердің өндірістік ерекшеліктері мен стратегиялық бағытын ескереді.

- қала құрушы кәсіпорындардан тапсырыстар мен қосалқы өндірістерді орналастыру. Шағын және моноқалалардың ерекшеліктерін ескере отырып, бұл кәсіпорындар жергілікті атқарушы органдармен бірлесе отырып, экономиканың мамандандырылған секторларын дамытуға бағытталған кем дегенде бір инвестициялық жобаны іске асыру бойынша жұмыс жүргізуде. Мақсат – не бар өндіріс профильдерін жаңғырту, не стратегиялық инвесторды тарту арқылы бұрынғы экономикалық мамандандыруды қалпына келтіру. Бұл тәсіл жергілікті экономикалық кластерлерді нығайтуға ғана емес, бұрын жетекші болған салалардың әлеуетін қалпына келтіруге де көмектеседі.

Стратегиялық инвесторлар ағынын ынталандыру үшін индустриялық-инновациялық қызмет саласындағы уәкілетті орган келісетін мемлекеттік қолдау шараларының кешені көзделген. Инвестицияларды тартудың ұлттық жоспары шеңберінде инвесторлар үшін қолайлы жағдайлар жасауға, оның ішінде бизнесті жүргізудегі кедергілерді азайтуға және қаржылық ынталандыруға бағытталған мемлекеттік қолдау тетіктері қолданылатын болады.Сонымен қатар, шағын және моноқалалардағы стратегиялық инвестициялық жобаларды іске асыруға қатысатын заңды тұлғаларға бірқатар өндірістік жеңілдіктерге қол жеткізуге мүмкіндік беріледі. Бұл жеңілдіктерге газ, электр энергиясы, жер телімін алу, ғимараттар мен құрылыстарды салу немесе сатып алу шығындарын өтеу немесе ішінара өтеу кіреді. Мұндай ынталандыру инвесторлардың шығындарын азайтып, шағын қалалардағы жобалардың тартымдылығын арттырады, бұл олардың экономикалық дамуы мен әртараптандыруын жеделдетеді [3]. Шағын және орта бизнесті (ШОБ) қолдау стратегиялық тұрғыдан Қазақстан экономикасының барлық секторларының бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталуы тиіс. Нарықтық экономикасы дамыған елдердегідей, шағын және орта бизнесті мемлекеттік қолдау кеңейтілген несиелік мүмкіндіктерді, тәуекелдерді сақтандыруды және жергілікті бизнеске бағытталған инвестициялық ынталандыруды қамтитын ынталандыруды қамтамасыз ететін көп деңгейлі және жан-жақты болуы керек. Осы бағыттардың бірі экономикалық өсу үшін қосымша ресурстарды құруға мүмкіндік беретін ШОБ секторындағы инвестициялық жобаларды қаржыландыру үшін мемлекеттік және жеке зейнетақы қорларының қаражатын пайдалану болуы мүмкін.

Осылайша, кәсіпкерлікті қолдау жүйесі келесі негізгі элементтерден тұруы керек:

- құқықтық қорғауды және қызметтердің қолжетімділігін қамтамасыз ететін заң көмегі;

- бизнестің тұрақты дамуына ықпал ететін қаржылық қауіпсіздік;

- кәсіпкерлерге жеңілдіктер мен жеңілдіктер беретін салықтық қолдау;

- ШОБ дамыту үшін қолайлы жағдайлар жасауға бағытталған кадрлық және инфрақұрылымдық қолдау [4].

Кәсіпкерлікті дамытудағы салық механизмінің рөлі кез келген ұлттық экономикалық стратегияның негізгі құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Қазақстан Республикасының жағдайында салықтық реттеудің қолданыстағы құралдары шағын және орта бизнесті, әсіресе өндеуші секторды қолдау және ынталандыру үшін жеткілікті түрде тиімді пайдаланылмай отырғанын сенімен айтуға болады. Бұл мәселе бизнесті реттеудегі тереңірек жүйелік тұрақсыздықтың белгісі болып табылады. Сондықтан салық заңнамасының тұрақтылығы мәселесі ерекше маңызға ие, өйткені фискалдық саясаттағы тұрақты өзгерістер бизнестің ұзақ мерзімді перспективада жоспарлау және даму мүмкіндігіне теріс әсер етеді [5]. Салық заңнамасының тұрақсыздығы кәсіпкерлер үшін маңызды қауіптердің бірі болып табылады. Салық ережелері үнемі өзгеріп отыратындықтан, бизнес жаңа жағдайларға бейімделу қабілетіне кедергі келтіретін белгісіздік жағдайына тап болады. Әрбір жаңа заң есептеулерді түбегейлі өзгертіп, күтілетін пайданы шығынға айналдыра алатын болса, кәсіпкерлер өз ресурстары мен стратегияларын тиімді басқара алмайды. Салық реттеуіндегі белгісіздік тағы бір жағымсыз әсерді тудырады: көлеңкелі экономиканың күшеюі. Көптеген кәсіпкерлер өз кірістерін сақтап қалуға тырысып, пайданың нақты көлемін төмендете бастайды немесе кірісті толығымен жасырады. Бұл мінез-құлық мемлекеттің фискалдық тұрақтылығына нұқсан келтіріп қана қоймайды, сонымен қатар бизнес пен мемлекет арасындағы сенімді азайтады. Бұған жол бермеу үшін бизнеске салық тәуекелдерін барынша азайтуға емес, олардың дамуына назар аударуға мүмкіндік беретін нақты және болжамды ойын ережелерін ұсына отырып, салық жүйесінің тұрақтылығын қамтамасыз ету қажет. [6].

Қазір Қазақстанның алдында, әсіресе, жастар арасында кәсіпкерліктің дамуына кедергі келтіретін тереңірек құрылымдық міндеттер тұр. Сондай өзекті мәселелердің бірі – өскелең ұрпақтың бойында күшті кәсіпкерлік рухтың болмауы. Қазақстанда кәсіпкерлік әлі де болса тәуекелдің жоғары деңгейімен, белгісіздікпен және көптеген қиындықтармен байланысты қызмет ретінде қабылданады. Жастар көбінесе оны тартымды мансап жолы ретінде қарастырмайды, ірі бизнестегі немесе мемлекеттік қызметтегі тұрақты лауазымдарды қалайды. Бұл елдегі кәсіпкерлік мәдениетінің дамудың бастапқы кезеңінде екенін және мақсатты түрде ынталандыруды қажет ететінін көрсетеді.

Екінші маңызды аспект – кәсіпкерлікті әлеуметтік құбылыс ретінде қабылдау. Бүгінгі таңда кәсіпкерлер жастардың кәсіби қалауы жүйесінде жетекші орындарды иеленбейді. Бизнес, көптеген жастардың пікірінше, табысқа жету мүмкіндігімен байланысты емес, керісінше өмір сүру үшін тұрақты күреспен байланысты. Бұл жалпы түсінік жастардың өз ісін ашу және дамыту жауапкершілігін алуға дайындығын шектейді, бұл елдің жалпы кәсіпкерлік әлеуетін әлсіретеді.

Кәсіпкерлік көзқарастар мен дағдыларды дамытуда білім беру жүйесі де маңызды рөл атқарады. Қазақстанда білім беру мекемелері әлі күнге дейін тәуекелге бару, жаңашыл ойлау және басқару дағдылары сияқты мінез-құлық құзыреттерін дамытпай, тек негізгі экономикалық білімді ұсынады. Нәтижесінде оқу орындарының түлектері бизнесті табысты жүргізуге қажетті білім мен дағдыларды ала алмайды. Білім беру жүйесі шығармашылық ойлауды, кәсіпкерлік бастамаларды және экономикалық ортаның өзгерістеріне бейімделу қабілетін дамытуға ықпал ететіндей етіп жаңғыртылуы керек. [7].

Әкімшілік-құқықтық кедергілер де өз ісін ашуға ұмтылған жастар үшін айтарлықтай кедергі болып қала береді. Мемлекеттің кәсіпкерлікті қолдауға бағытталған күш-жігеріне қарамастан, бюрократиялық кедергілер, бизнес ашудың жоғары шығындары және қаржыландырудың жеткіліксіздігі салдарынан жастар үшін нарыққа қол жеткізу қиын болып отыр. Жастарға бағытталған шағын бизнесті қолдау шаралары әлі нақты нәтиже берген жоқ, бұл қолданыстағы бағдарламаларды қайта қарау және кедергілерді жою

қажеттігін көрсетеді.

Қазақстанда кәсіпкерліктің жан-жақты дамуы үшін салық саясатын тұрақтандыру, құқықтық және әкімшілік кедергілерді жою, білім беру жүйесін жаңғырту және жастар арасында кәсіпкерлік мәдениетті белсенді түрде насихаттауды қамтитын кешенді тәсіл қажет. Бар проблемаларды жою және бизнес үшін қолайлы жағдайлар жасау арқылы ғана кәсіпкерлік белсенділіктің өсуін ынталандыруға болады, бұл өз кезегінде экономикада ұзақ мерзімді құрылымдық өзгерістерге әкеліп, елдің тұрақты дамуын қамтамасыз етеді [8].

Қазақстанның заманауи экономикасында шағын және орта бизнестің тиімді жұмыс істеуі және дамуы үшін осы саланы мемлекеттік қолдауды түбегейлі күшейту қажет. Ең алдымен, бірнеше жүйелі қадамдарды жүзеге асыру қажет, олардың әрқайсысы бар кедергілерді жоюға және тұрақты өсу үшін қолайлы жағдайлар жасауға бағытталуы тиіс:

- стратегиялық тұжырымдаманы қалыптастыру және басымдықтарды анықтау. Мемлекет шағын бизнестің ел экономикасының жалпы құрылымындағы нақты рөлін айқындап, оның басым бағыттарын айқындап, негізгі өсу нүктелерін белгілеуі керек. Бұл ресурстар мен назарды экономиканың ең перспективалы және стратегиялық маңызды секторларына шоғырландыруға мүмкіндік береді, мұнда шағын бизнес экономиканы әртараптандыру мен тұрақтылығына елеулі үлес қоса алады;

- шағын және орта бизнесті қолдаудың ұзақ мерзімді мемлекеттік саясатын әзірлеу. Мұндағы ең маңызды элемент шағын кәсіпкерлікті кешенді қолдауға бағытталған кешенді мемлекеттік бағдарламаны құру болып табылады – басынан бастап өсу және масштабтау кезеңдері. Бұл бағдарлама тікелей қаржыландыру шараларын да, кәсіпкерлікті қолдаудың инфрақұрылымын құруды да, оның ішінде салықтық және инвестициялық ынталандыруды қамтуы тиіс;

- құқықтық және нормативтік базаны жетілдіру. Нақты және болжамды ережелер болмаса, бизнестің дамуы шектеледі. Мемлекетке бизнесті құқықтық қамтамасыз етуді жетілдіру, әкімшілік рәсімдерді жеңілдету қажет, бұл нарыққа кірудегі кедергілерді азайтады және нормативтік талаптарды сақтау үшін бизнес шығындарын азайтады. Бұл бизнесті тіркеуге де, бухгалтерлік есеп пен есеп беруге де қатысты;

- қолайлы инвестициялық климат құру. Шағын және орта бизнеске инвестиция тарту – маңызды міндеттердің бірі. Ол үшін инвесторлардың құқықтарын қорғауды қамтамасыз ететін заңнаманы жетілдіру, сондай-ақ ісін жаңа бастаған кәсіпкерлер мен шағын бизнеске инвестиция салуды ынталандыруды дамыту қажет. Инвестициялық саясат инвесторлар үшін тәуекелдерді азайтуға және капиталдың ірі компанияларға ғана емес, сонымен қатар шағын бизнеске де келіп, олардың дамуына ықпал ететін жағдай жасауға бағытталуы тиіс;

- салық жүйесін реформалау. Шағын және орта кәсіпкерлікті басып-жаншудың орнына, оларды қолдау үшін салық жүйесін түбегейлі қайта қарау керек. Салық ставкаларын оңтайландыру және оларды, әсіресе, өндірістік немесе инновациялық қызметпен айналысатын кәсіпорындар үшін икемді ету қажет. Бұл экономикалық өсудің негізгі шарты болып табылатын кеңейтілген өндіріс пен инновацияға инвестицияны ынталандырады;

- несие-қаржылық механизмдердің дамуы. Қазақстандағы шағын және орта бизнес ұзақ мерзімді несиелерді, микроқаржыландыруды, венчурлық капиталды инвестициялауды және жаңа қаржылық технологияларды қоса алғанда, қолжетімді және әртүрлі қаржылық құралдарды қажет етеді. Бұл кәсіпкерлерге олардың қызметінің ерекшеліктеріне бейімделген қаржыландырудың икемді шарттарын ұсына алатын несиелік-қаржылық инфрақұрылымды дамытуды және кеңейтуді талап етеді;

- тікелей және жанама қаржыландырудағы мемлекеттің рөлін белсендіру. Мемлекет пайыздық мөлшерлемелерді субсидиялау, несиелер бойынша мемлекеттік кепілдіктер беру, болашағы бар жобалардың капиталына қатысу арқылы шағын бизнесті қолдауда белсендірек рөл атқаруы керек. Тікелей қаржыландыру икемді

несие шарттарымен үйлескенде бизнес тәуекелдерін азайтып, ұзақ мерзімді негізде кәсіпорындардың тұрақты дамуын қамтамасыз етеді [9]. Дамытудың негізгі бағыттарын, іс-шараларын, күтілетін нәтижелерді және мүдделі тараптарды 1-кестеде көрсетейік.

**1-кесте. Дамытудың негізгі бағыттары, іс-шаралар, күтілетін нәтижелер және мүдделі тараптар**

| Дамыту бағыттары | Іс-шаралар | Ожидаемые результаты | Заинтересованные стороны |
|---|---|---|---|
| **Қаржыландыруға қолжетімділікті жақсарту** | - ШОБ үшін жеңілдікті несиелеу бағдарламаларын құру | - Шағын және орта кәсіпкерлік үшін қаржылық ресурстардың қолжетімділігін арттыру | - Қазақстанның даму банкі, коммерциялық банктер, үкімет |
| | - Венчурлық қорларды дамыту және стартаптарға инвестициялау | - Инновациялық жобалар мен стартаптар санының артуы | - Инвесторлар, қаржы институттары, стартап-инкубаторлар |
| **Салық саясатын жетілдіру** | - ШОБ үшін салықтық жеңілдіктерді енгізу | - Салық жүктемесін азайту, шағын кәсіпкерліктің өсуін ынталандыру | - Салық органдары, шағын және орта кәсіпкерлер |
| | - Салық есептілігін оңтайландыру | - Іскерлік процедураларды жеңілдету | - Қаржы министрлігі, кәсіпкерлер |
| **ШОБ қолдау инфрақұрылымын дамыту** | - Бизнес-инкубаторлар мен акселераторларды құру | - Ресурстарға қол жеткізу және тәлімгерлік арқылы шағын бизнестің өсуін жеделдету | - Акселераторлар, кәсіпкерлер қауымдастығы |
| | - Арнайы экономикалық аймақтарды (АЭА) дамыту | - Шетелдік және жергілікті инвестицияларды тарту, өндіріс қуаттылығын арттыру | - Үкімет, инвесторлар, кәсіпкерлер |
| **Иновация және цифрландыру** | - Бизнес-процестерге цифрлық технологияларды енгізуді қолдау | - ШОБ субъектілерінің бәсекеге қабілеттілігін және өнімділігін арттыру | - IT-компаниялар, стартаптар, кәсіпкерлер, мемлекеттік бағдарламалар |
| | - Әкімшілік процестерді цифрландыру бағдарламалары | - Құжат айналымын және мемлекеттік органдармен өзара іс-қимылды жеңілдету | - Үкімет, бизнес қауымдастығы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | - Халықаралық нарықтарға шығу процедураларын жеңілдету | - Әлемдік нарықта сату географиясы мен шағын және орта бизнес мүмкіндіктерін кеңейту | - Министрліктер, экспорттық компаниялар |

Төмендегі 1-кестеде қаржыға қолжетімділікті, салық саясатын, білім беруді, инфрақұрылымды қолдауды, цифрландыруды, заңнаманы және экспорттық мүмкіндіктерді қоса алғанда, Қазақстандағы ШОБ жақсартудың негізгі аспектілері қамтылған.Шағын және орта бизнесті қолдаудың кешенді жүйесін құру, оның ішінде тек қаржылық ғана емес, сонымен қатар заңдық, әкімшілік және салықтық құралдармен де инвестиция тарту және осы саланың жедел дамуы үшін жағдай жасай алады. Салыстырмалы түрде тәуекелсіз қаржыландыруды, тартымды салықтық шарттарды және болжамды реттеуші ортаны ескере отырып, капитал міндетті түрде шағын және орта бизнеске ағылады. Бұл саланың өзін нығайтып қана қоймай, жалпы ұлттық экономиканың тиімділігін арттырып, тұрақты және әртараптандырылған өсім үшін жағдай жасайды.

Кәсіпкерліктің дамуына әсер ететін әлеуметтік-экономикалық факторларға монополияландыру мен жекешелендірудің төмен қарқыны жатады, бұл бәсекелестік үшін кеңістік жасайды және шағын бизнеске нарықта тұрақты тауашаларды иеленуге мүмкіндік береді. Дегенмен, нарықтық инфрақұрылымның дамымағандығы, қаржыландыру көздерінің шектеулігі және коммерциялық тәуекелдерді сақтандыру жүйесінің жоқтығы одан әрі өсуге айтарлықтай кедергі болып қала береді. Бизнесті жүргізуге байланысты тәуекелдерді тиімді сақтандыру мүмкін еместігі кәсіпкерлердің ұзақ мерзімді инвестициялық шешімдер қабылдауын шектейді.Саяси факторлар бизнестің дамуына бірдей маңызды әсер етеді. Мемлекеттік қолдаудың жеткіліксіздігі мен бюрократиялық кедергілер кәсіпкерлерге үлкен қиындықтар туғызуда. Бюрократиялық аппарат көбінесе бизнеске қосымша кедергілер қойып, мемлекеттік қолдау бағдарламаларына, несиелер мен субсидияларға қол жеткізуді қиындатады. Бұл проблемаларды шешу әкімшілік кедергілерді азайтуға және неғұрлым икемді және қолайлы бизнес-ортаны құруға бағытталған мемлекеттік реттеудің қолданыстағы жүйесін қайта қарауды талап етеді [10].

Шағын және орта бизнестің табысты дамуы мемлекеттік және экономикалық саясат деңгейінде жүйелі өзгерістерді қажет етеді. Бизнеске қолайлы жағдай жасауға бағытталған кешенді шаралар ғана кәсіпкерлік белсенділіктің ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етіп, ұлттық экономиканың өсуіне ықпал ете алады.

Қоғамдық пікірді зерттеуге сәйкес, Қазақстандағы кәсіпкерлердің басым бөлігі республикалық министрліктер мен жергілікті билік кәсіпкерлікті дамытуға бағытталған реформаларды қолдайтынына сенімді. Алайда, бұл реформаларды жүзеге асыруға кедергі келтіретін негізгі факторлар салық жүйесіндегі күрделі проблемалар мен нормативтік-құқықтық базаның жетілмегендігі болып қала береді. Заңнамадағы жиі өзгерістер бизнес үшін белгісіздік пен тұрақсыздық атмосферасын тудырады, бұл кәсіпкерлерді стратегиялық және ұзақ мерзімді жоспарлауға емес, қысқа мерзімді табыстарға назар аударуға мәжбүр етеді. Бұл бизнестің тұрақты дамуының негізін бұзады және жылдам пайда табуға бағытталған түнде ұшу схемаларын әзірлеуді ынталандырады. Бұл міндеттер кәсіпкерлікті мемлекеттік қолдауды күшейту қажеттігін көрсетеді. Қазақстанның қазіргі экономикасында шағын және орта бизнес нарықтық институттармен және тиісті инфрақұрылыммен тығыз өзара іс-қимылсыз тиімді жұмыс істей алмайды. Бұл тұрғыда еліміздің алдында жүйелі шешімді қажет ететін бірнеше негізгі міндеттер тұр.Біріншіден, әміршіл-әміршіл жүйенің күйреуімен сипатталатын посткеңестік кезеңде биліктің барлық деңгейінде кәсіпкерлерді аппараттық сыбайлас жемқорлықтың өктемдігінен қорғау өте маңызды. Сыбайлас жемқорлық әрекеттер мемлекеттік ресурстар мен қолдауға қолжетімділікті шектей отырып, бизнес үшін тең емес жағдай туғызады. Кәсіп-

керлер бәсекелестік пен әділетті ортада дамуы үшін озбырлық пен сыбайлас жемқорлық қысымынан қорғауды қажет етеді.Екіншіден, кәсіпкерлік белсенділікті қолдайтын инфрақұрылымды жаңғырту өте маңызды. Бұл коммерциялық банктерді, сақтандыру және айырбас институттарын құру мен дамытуға да, кәсіби қызмет көрсету секторын – аудиторлық және консалтингтік компанияларды дамытуға да қатысты. Мұндай институттар бизнесті қажетті қаржылық және ақпараттық ресурстармен қамтамасыз ете отырып, оның тиімді жұмыс істеуі үшін өміршілік маңызды негіз жасайды.Үшіншіден, бәсекені ынталандыратын экономикалық жағдай жасау қажет. Салауатты бәсеке болмаса, кәсіпкерлер инновациялық шешімдерді іздеуге және өз өнімдері мен қызметтерін жақсартуға ынталы емес. Бәсекелестік экономиканы жаңғырту мен жаңа нарықтарды құрудың драйвері ретінде қызмет етеді, бұл әсіресе шағын және орта бизнестің өсуі үшін маңызды. Дегенмен, мұндай бәсекелестік әділетті ойын ережелеріне негізделуі керек, мұнда табыс әкімшілік ресурстарды пайдалануға емес, басқару сапасына және инновациялық шешімдерге байланысты.

Төртіншіден, өркениетті бизнес-ортаны құруда мемлекет белсенді рөл атқаруы тиіс. Бұл кәсіпкерлерді құқықтық және экономикалық ынталандыруды ғана емес, сонымен қатар тұрақты бизнес-ортаны қамтамасыз ететін ашық және болжамды ережелерді енгізуді де қамтиды. Мемлекет дамуға қосымша кедергілер тудырмай, инфрақұрылымдық, құқықтық және қаржылық қолдау көрсететін іскер серіктес болуы керек.

Осы аспектілерді талдай отырып, кәсіпкерлік Қазақстанның ұлттық экономикасының дамуында шешуші рөл атқарады деп айтуға болады. Ол жұмыс орындарын ашып, салық түсімдерін көбейтіп қана қоймайды, сонымен қатар өсуді қамтамасыз ететін стратегиялық секторларда жұмыс істейді. Кәсіпкерлік ұлттық байлық пен жалпы ішкі өнімді жасауға, елдің экономикалық тұрақтылығын нығайтуға маңызды үлес қосуда [11].

**Қорытынды.** Алдағы жылдары Қазақстандағы шағын және орта бизнесті дамытудың негізгі векторларына келесі стратегиялық бағыттар айналады. Біріншіден, жаңа секторларды белсенді дамытуды және шикізаттық салаларға тәуелділікті азайтуды көздейтін экономиканы жеделдетілген әртараптандыру арқылы капиталдың тұрақты өсуін қамтамасыз етуге баса назар аударылатын болады. Бизнес ортаны жақсарту және жеңілдетілген реттеу рәсімдері арқылы кәсіпкерлікті қолдау, сондай-ақ сауданы ынталандыру бизнес үшін неғұрлым қолайлы жағдай туғызады.Өңірлердегі экономикалық белсенділікті айтарлықтай арттыра алатын маңызды сала ретінде туризмді дамытуға ерекше көңіл бөлінеді. Бұдан басқа, нәтижелі жұмыспен қамтуға жәрдемдесу және жұмыссыздық пен әлеуметтік қауіпсіздікті төмендетуге көмектесетін әлеуметтік қорғаудың тиімділігін арттыру негізгі міндеттер болмақ.ШОБ-ты дамытуда елордада кәсіпкерлік үшін инфрақұрылымды құру және нығайту маңызды рөл атқаратын болады, бұл мемлекеттік қызмет көрсету сапасының және тіршілікті қамтамасыз ету жүйелерінің сенімділігінің жоғарылауымен бірге жүреді. Бұған сонымен қатар тұрғын үй құрылысындағы процестерді жетілдіру және экономиканың тұрақты жұмыс істеуі үшін маңызды болып табылатын энергетикалық инфрақұрылымның тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету кіреді.Сонымен қатар, елдің макроөңірлерінің неғұрлым тиімді орналасуына ықпал ететін экономикалық әлеуеттің ұтымды аумақтық ұйымын қалыптастыруға баса назар аударылатын болады. Урбанизация жағдайында экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін жағдай жасауды талап ететін қалалық экожүйені сақтау және қалпына келтіру маңызды міндет болады.Бизнес пен үкіметтің өзара іс-қимылын жеңілдетуге және реформаларды жүзеге асыруды жеделдетуге көмектесетін мемлекеттік органдар қызметінің тиімділігін арттыру да бірдей маңызды бағыт болып табылады. Бірлескен бұл шаралар Қазақстанда шағын және орта бизнестің қарқынды дамуын қамтамасыз етуге қабілетті кешенді және тұрақты жүйені құруға бағытталған.

**Әдебиеттер**

1. Мочалова Л.А. Стратегический анализ и планирование: учебник / Л.А. Мочалова, В.И. Власов; Уральский государственный горный университет. - 2-е изд. - Москва : Ай Пи Ар Медиа , 2024. - 167 с. ISBN 978-5-4497-1853-2.

2. Елшибаев Р.К. Современное состояние и направления развития малого и среднего бизнеса Республики Казахстан// Вестник университета «Туран».- 2021.-№1.- С.84-90.

DOI 10.46914/1562-2959-2021-1-1-84-90

3. Как в Казахстане поддерживают малый и средний бизнес во время пандемии? // https://www.inform.kz.Дата обращения: 08.07.2024 г.

4. Дюсембаева Л.К. Роль малого предпринимательства в экономическом развитии РК// International journal of Professional Science. - 2020.- №10.- С.16-21.

5. Дингазиева Б.Д., Нурмуханбетова Д.Е., Байбатырова Г.Т. Развитие и государственная поддержка малого бизнеса в Казахстане // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2020.- № 3.1(72.1) - С.15-20.

6. Дюсембаева Л.К. Инфраструктура поддержки и развития экономического роста Казахстана// Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - №.1. - С.148-151. https://kazatu.edu.kz

7. Кошимова М.А. Экономика малого и среднего бизнеса: учебное пособие / М.А. Кошимова, А.И. Естурлиева. - Алматы: Экономика, 2016. - 437с. - ISBN 978-601-225-853-0.

8. Арыстанова Н.К., Протасова О.В. Становление и развитие малого бизнеса в Республике Казахстан // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования, 2019.- №7 (41).-С.5-12.

9. Жаксылыкова А.А. Проблемы в развитии малого и среднего бизнеса Казахстана и пути их решения // Вестник университета «Туран». - 2019.-№ 1-С.155-161.

10. Трансформация экономики Казахстана / Т. Хельм, Н. Шольц, Р. Ошакбаев, Б. Уакпаев и др. - Астана: Фонд имени Конрада Аденауэра, 2017. - 209 с. - ISBN 978-601-06-4166-2.

11. Мырзахметова А.М., Мухаметжан А.Е., Жакупова С.Т. Особенности и проблемы развития малого и среднего предпринимательства Казахстана в современных условиях//Вестник КазНУ,серия международные отношения и международное право).-№ 92(4).- С.65–75. DOI 10.26577/IRILJ.2020.v92.i4.07

**References**

1. Mochalova L.A. Strategicheskij analiz i planirovanie: uchebnik / L.A. Mochalova, V.I. Vlasov; Ural' skij gosudarstvennyj gornyj universitet. - 2-e izd. - Moskva : Aj Pi Ar Media , 2024. - 167 s. ISBN 978-5-4497-1853-2.[in Russian]

2. Elshibaev R.K. Sovremennoe sostojanie i napravlenija razvitija malogo i srednego biznesa Respubliki Kazahstan// Vestnik universiteta «Turan».- 2021.-№1.- S.84-90.

DOI 10.46914/1562-2959-2021-1-1-84-90.[in Russian]

3. Kak v Kazahstane podderzhivajut malyj i srednij biznes vo vremja pandemii? // https://www.inform.kz.Data obrashhenija: 08.07.2024 g.[in Russian]

4. Djusembaeva L.K. Rol' malogo predprinimatel' stva v jekonomicheskom razvitii RK// International journal of Professional Science. - 2020.- №10.- S.16-21.[in Russian]

5. Dingazieva B.D., Nurmuhanbetova D.E., Bajbatyrova G.T. Razvitie i gosudarstvennaja podderzhka

malogo biznesa v Kazahstane // Universum: Tehnicheskie nauki: jelektron. nauchn. zhurn. 2020.- № 3.1 (72.1) - S.15-20. [in Russian]

6. Djusembaeva L.K. Infrastruktura podderzhki i razvitija jekonomicheskogo rosta Kazahstana// Materialy Respublikanskoj nauchno-teoreticheskoj konferencii «Sejfullinskie chtenija-14: Molodezh', nauka, innovacii: cifrovizacija – novyj jetap razvitija». - 2018. - №.1. - S.148-151. https://kazatu.edu.kz. [in Russian]

7. Koshimova M.A. Jekonomika malogo i srednego biznesa: uchebnoe posobie / M.A. Koshimova, A.I. Esturlieva. - Almaty: Jekonomika, 2016. - 437s. - ISBN 978-601-225-853-0. [in Russian]

8. Arystanova N.K., Protasova O.V. Stanovlenie i razvitie malogo biznesa v Respublike Kazahstan // Innovacionnaja jekonomika: perspektivy razvitija i sovershenstvovanija, 2019.- №7 (41).-S.5-12. [in Russian]

9. Zhaksylykova A.A. Problemy v razvitii malogo i srednego biznesa Kazahstana i puti ih reshenija // Vestnik universiteta «Turan». - 2019.-№ 1-S.155-161.[in Russian]

10. Transformacija jekonomiki Kazahstana / T. Hel' m, N. Shol' c, R. Oshakbaev, B. Uakpaev i dr. - Astana: Fond imeni Konrada Adenaujera, 2017. - 209 c. - ISBN 978-601-06-4166-2. [in Russian]

11. Myrzahmetova A.M., Muhametzhan A.E., Zhakupova S.T. Osobennosti i problemy razvitija malogo i srednego predprinimatel' stva Kazahstana v sovremennyh uslovijah//Vestnik KazNU,serija mezhdunarodnye otnoshenija i mezhdunarodnoe pravo).-№ 92(4).- S.65–75. DOI 10.26577/IRILJ.2020.v92.i4.07.[in Russian]

***Авторлар туралы мәліметтер***

Мукушев Т.Б**. -** докторант, Л.Н.Гумилев ат Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: Tolegen1986@mail.ru;

Жуматаева Б.А.**-**PhD, қауымдастырылған профессор, Қ.Құлажанова атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: bahyt_jumataeva@mail.ru;

Амерханова А.Б.- PhD, қауымдастырылған профессор, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КЕАҚ, Астана, Қазақстан, e-mail: a_ab85@mail.ru;

Баярлин А.Е. -э.ғ.к., аға оқытушы, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ. Қазақстан, e-mail: mtbb1986@gmail.com;

Кожабергенова К.Д.- техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор,Құлажанова атындағы Қазақ технология және бизнес университеті,Астана қ. Қазақстан, e-mail: Everest-astana@mail.ru;

***Information about the authors***

Mukushev T.B. - doctoral students, L.N. Gumilyov at Eurasia University, Astana, Kazakhstan, e-mail:Tolegen1986@mail.ru;

Zhumatayeva B.A. -PhD, Acting Associate Professor, K.Kulazhanova atyndagy Kazakh technology and business university, Astana, Kazakhstan, e-mail: bahyt_jumataeva@mail.ru;

Amerkhanova B.A.- PhD, Acting Associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana Kazakhstan, e-mail: a_ab85@mail.ru;

Bayarlin A.E. - PhD in Economics , Senior Lecturer, Kazakh Research Agrarian University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan, e-mail:mtbb1986@gmail.com;

Kodzhabergenova K.D. -PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: Everest-astana@mail.ru

МРНТИ 06.61.23: 06.71.07 https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-733

# МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

**Б.У. Сыздыкбаева**

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

*Корреспондент-автор: bakyt_syzdykbaeva@mail.ru*

Выбор оптимального места размещения логистической инфраструктуры способствует повышению качества, безопасности продукции и уровня удовлетворенности потребителей, снижению затрат.

В статье рассматривается методологический подход к формированию и определению потенциальных мест размещения логистической инфраструктуры: складских хранилищ, оптово-распределительных центров по хранению, сбыту и торговле агропродовольственной продукцией на территории страны, а также предполагаемых зон их обслуживания, способствующих повышению эффективности их функционирования.

Предлагаемый подход, в отличие от существующих ранее, учитывает особенности функционирования инфраструктуры хранения, сбыта и торговли, взаимоувязывает эти объекты с транспортной и складской доступностью на территории регионов.

Предлагаемая методика позволяет определить потенциальные характеристики логистической инфраструктуры по хранению продукции в зависимости от выделенных критериев; потенциальные места размещения и количество региональных логистических инфраструктур по хранению, сбыту и торговле, а также зоны их обслуживания с учетом их функционального назначения. Является источником важной информации в процессе проектирования логистической инфраструктуры, проведения дифференцированной инвестиционной политики при ее строительстве и эксплуатации.

**Ключевые слова:** методологический подход, логистическая инфраструктура, критерий выбора и размещения, социальные факторы, экономические факторы, инфраструктурно-географические факторы, производственные факторы, экологические факторы.

# АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНІМДЕРІНІҢ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫН ОРНАЛАСТЫРУДЫ ЖОБАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

**Б.Ұ. Сыздықбаева**

*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан, e-mail: bakyt_syzdykbaeva@mail.ru*

Логистикалық инфрақұрылым үшін оңтайлы орынды таңдау сапаны, өнімнің қауіпсіздігін, тұтынушылардың қанағаттану деңгейін арттыруға және шығындарды азайтуға көмектеседі.

Мақалада логистикалық инфрақұрылымның: ауыл шаруашылығы өнімдерін сақтау қоймалары, сақтау, өткізу және саудалау көтерме-тарату орталықтарының ықтималды орындарын қалыптастыру мен анықтаудың әдіснамалық тәсілі, сондай-ақ олардың жұмыс істеу тиімділігін арттыруға ықпал ететін қызмет көрсету аймақтары қарастырылады.

Ұсынылып отырған тәсілдің бұрын қолданылып жүргендерден айырмашылығы, сақтау, өткізу және сауда инфрақұрылымының қызмет ету ерекшеліктерін ескереді және бұл объектілерді өңірлердегі көліктік және қоймалық қолжетімділікпен өзара байланыстырады.

Ұсынылған әдістеме таңдалған критерийлерге байланысты өнімдерді сақтауға арналған логистикалық инфрақұрылымның әлеуетті сипаттамаларын анықтауға; сақтауға, өткізуге және саудалауға арналған өңірлік логистикалық инфрақұрылымдардың әлеуетті орындары мен санын анықтауға,

сондай-ақ олардың функционалдық мақсатын ескере отырып, олардың қызмет көрсету аймақтарын анықтауға мүмкіндік береді. Ол логистикалық инфрақұрылымды жобалау, оны салу және пайдалану кезінде сараланған инвестициялық саясатты жүзеге асыру процесінде маңызды ақпарат көзі болып табылады.

**Түйін сөздер:** әдістемелік тәсіл, логистикалық инфрақұрылым, таңдау және орналастыру критерийлері, әлеуметтік факторлар, экономикалық факторлар, инфрақұрылымдық-географиялық факторлар, өндірістік факторлар, экологиялық факторлар

## METHODOLOGY FOR DESIGNING THE PLACEMENT OF LOGISTICS INFRASTRUCTURE FOR AGRI-FOOD PRODUCTS

**B.U. Syzdykbayeva**

*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail: bakyt_syzdykbaeva@mail.ru*

Choosing the optimal location of the logistics infrastructure helps to improve the quality, safety of products and the level of customer satisfaction and contributes to cost reduction.

The article considers a methodological approach to the formation and identification of potential locations of logistics infrastructure: warehouse storage facilities, wholesale distribution centers for storage, marketing and trade of agri-food products in the country, as well as their intended service areas that contribute to improving the efficiency of their functioning.

The proposed approach, as opposed to previous ones, takes into account the specifics of the functioning of the storage, sales and trade infrastructure, and connects these objects with transport and warehouse availability in the regions.

The proposed methodology allows us to determine the potential characteristics of the logistics infrastructure for storing products depending on the selected criteria; potential locations and the number of regional logistics infrastructures for storage, sales and trade, as well as their service areas, taking into account their functional purpose. It is a source of important information in the process of designing logistics infrastructure, conducting a differentiated investment policy during its construction and operation.

**Keywords:** methodological approach, logistics infrastructure, selection and placement criteria, social factors, economic factors, infrastructural and geographical factors, production factors, environmental factors

**Введение.** Решение проблемы оптимального размещения и зоны обслуживания логистических инфраструктур по хранению, сбыту и торговле агропромышленной продукцией по территории страны и их эффективной работы является актуальной для Казахстана.

Несмотря на многочисленные научные разработки по выбору места размещения распределительных центров (РЦ) для сбыта агропродовольственной продукции и их проектирования, а также оценки эффективности их деятельности, можно констатировать, что имеющиеся решения научной проблемы в области организационно-методического обеспечения формирования логистической инфраструктуры требуют более обстоятельного изучения, в особенности, применительно к сельскохозяйственной продукции.

Цель исследования - разработка методических решений по формированию и эффективному размещению логистической инфраструктуры по хранению, сбыту и торговле агропродовольственной продукцией, в частности, складских хранилищ и оптово-распределительных центров (ОРЦ).

Методика позволяет проектировать и определять места размещения ОРЦ на территории с учетом транспортных сетей и транзитного потенциала, а также региональных факторов (социально-экономических, экологических, производственных). В настоящее время такая ме-

тодика отсутствует. Предполагаемые места размещения и предлагаемая мощность описаны в различных документах по развитию агропромышленного комплекса (АПК) и торговли Казахстана. Однако, в них отсутствуют методические подходы, методика и рекомендации по развитию логистической инфраструктуры по регионам.

Предлагаемый метод может быть использован как логистическими провайдерами для анализа и выбора оптимального места размещения логистического центра с учетом существующей клиентской базы, владельцами агропромышленных и транспортных зон, находящихся непосредственно на территории крупных регионов, так и государственными органами для планирования размещения логистических инфраструктур по территории страны.

**Материалы и методы.** *А. Методология создания и размещения логистической инфраструктуры оптово-распределительных центров агропродовольственной продукции.*

Проведенный анализ научной литературы позволил выявить значительное количество работ, в которых предложены математические модели и методы определения месторасположения сетей складов и транспортно-логистических терминалов, логистических центров (ЛЦ) на территории региона.

В настоящее время разработано множество методов решения задачи оптимального размещения складского терминала, среди которых можно выделить метод полного перебора, эвристический метод, метод центра тяжести, экономико-математические модели.

Анализ показывает, что при планировании и определении местоположения логистических или распределительных центров наиболее широко используются следующие методы и их смешанные модели: модель целочисленного программирования [1], методика предпочтения заказов [2], метод теории гравитации, многоцелевая оптимизационная модель, метод кластеризации K-средних [3], метод AHP (Процесс нечеткой аналитической иерархии), метод нечеткой комплексной оценки [4], ГИС-технологии [5], P-медианная модель [6], интегрированная модель производства и распределения агропродукции [7].

Указанные исследования решают задачу определения и размещения ЛЦ. Не умаляя достоинств каждого из вышеперечисленных методов, следует отметить, что, с одной стороны, данные методы требуют использования множества показателей (процесс сбора, обработки и вычисления - очень трудоемкий), многие методы дают приближенные оценку. С другой стороны, не учтены факторы, учитывающие привязки ЛЦ к конкретным географическим и территориальным образованиям. Кроме этого, в них не предусмотрена взаимная увязка местоположения транспортной и логистической инфраструктуры на территории страны.

В методологии проектирования распределительной сети важным элементом является формирование ее структуры, определение количества эшелонов и для каждого эшелона - типа, размера, количества и расположения объектов, где продукт временно хранится на пути к клиенту [8]. Вопрос проектирования разнообразных распределительных сетей и выбор из них оптимальных вариантов состоит из трех этапов [9]: 1)генерация вариантов конфигурации и предварительная оценка; 2)количественная оценка созданных вариантов; 3)детальное проектирование и точная настройка.

Вопросы проектирования распределительной и складской сети для продовольственного рынка рассмотрены в работах [10-14]. В указанных работах на первоначальном этапе оценивалась привлекательность региона на основе ключевых социально-экономических факторов, выбор участка для РЦ. На втором этапе строилась целевая функция, минимизирующая суммарные затраты, связанные с перемещением товаров от поставщиков до конечных потребителей с использованием методов дискретной оптимизации. Проектирование сельскохозяйственного РЦ [15] состоит в изучении зоны обслуживания и выбора участка под его создание. Попов П. В., Мирецкий И. Ю. [16] выделяют два этапа в формировании логистических инфраструктуры регионов: опре-

деление районов, где целесообразно размещение объектов логистической инфраструктуры; привязка объектов на местности и определение их мощности и вида транспортных средств.

В работе [17] предложена двухэтапная модель планирования для размещения центров сбора продуктов для ЛЦ на основе двух моделей. Детерминированная модель определяет места расположения центров сбора продукции. Стохастическая модель определяет потенциальные места сбора продукции с учетом факторов окружающей среды и риска.

Выбор местоположения ЛЦ проведен с помощью методов многокритериального принятия решений на основе ранжирования предпочтений для критериев с учетом различных сценариев, в которых используются весовые коэффициенты критериев [18]. Анализ показал наличие эффективности при совместном использовании предложенных методов.

Местоположение ЛЦ влияет на экономическую, социальную и экологическую устойчивость городской логистики [19]. Так, время в пути, транспортные расходы, выбросы углерода варьируются от расстояния ЛЦ до центра города, что требует планирования маршрутов движения транспорта. На выбор конфигурации и на процесс проектирования логистической сети влияет сезонность поставок скоропортящихся продуктов [20].

В указанных исследованиях процесс проектирования ЛЦ осуществляется для конкретных товаров или группы товаров, или ЛЦ с узкими функциональными назначениями, тогда как распределение, хранение и торговля продовольственной продукцией имеет свои особенности (широкий ассортимент товаров), которые нужно учитывать при определении места их размещения в зависимости от их функционального назначения объектов хранения, распределения и торговли.

Применяемые на практике модели и методы определения оптимального месторасположения объектов логистической инфраструктуры дают приближенное решение. Кроме того, в них не предусмотрен процесс формирования взаимоувязанных складской и транспортной инфраструктуры на территории региона.

Можно заключить, что в литературе нет единого мнения относительно этапов процесса проектирования, выбора и использования показателей, определяющих места размещения объектов, к которым следует оптимально следовать (предписывающие) при принятии решения о выборе элементов и структуры хранения или распределения. Также оспариваются начало процесса и его последовательность.

Вклад нашего исследования заключается в комбинированном использовании разных методов на разных этапах исследования. Применение метода стандартизации показателей, кластерного анализа, регрессионного анализа, факторного анализа, метода центра тяжести, метода ранжирования регионов по выделенным нами критериям для выбора типа ОРЦ позволяет разработать более практичный способ уточнения количества ОРЦ, что позволяет учитывать факторы спроса на ОРЦ по регионам. Данный метод, с учетом предлагаемых факторов, позволит избежать строительства невостребованных ОРЦ.

Еще одной особенностью предлагаемого методического подхода является построение взаимоувязанной транспортной и логистической инфраструктуры на территории региона.

По нашему мнению, предложенный вариант позволит существенно повысить эффективность использования транспортно-логистической инфраструктуры в регионах в соответствии их потребностям на основе учета социально-экономических, географических, экологических, производственных факторов и требований. Выполнение данных требований позволит кардинально повысить процесс создания и реализации потребительской ценности ОРЦ: системно предоставлять клиенту именно то, чего он хочет, в нужное ему время и удобном для него месте.

Таким образом, распределение, хранение и торговля агропродовольственной продукцией в цепях поставок имеют свои особенности, кото-

рые нужно учитывать при определении места их размещения в зависимости от их функционального назначения объектов хранения, распределения и торговли.

Поэтому с точки зрения оптимальности и эффективности функционирования системы хранения, распределения и торговли продукцией справедливым остается одно требование: формирование системы показателей, дающей оценку всех включенных в ее состав функций аграрного сектора, торговой, складской и транспортной сети.

*Б. Факторы, влияющие на формирование и размещение логистической инфраструктуры оптово-распределительных центров агропродовольственной продукции*

Проведенный анализ научной литературы позволил выявить значительное количество работ, в которых предложены математические методы и модели или подходы к определению месторасположения сети складов и транспортно-логистических терминалов на территории региона.

Выбор факторов местоположения - комплексная проблема, цель которой - сделать процесс определения местоположения более научным, стандартизированным и практичным. На основе предыдущих исследований, с точки зрения условий товародвижения [21], законов и политики [22], условий ресурсов [23], бизнес-среды [24], окружающей природной среды [25], качества информации [26] и других построена система оценки местоположения логистического распределительного центра (РЦ).

Традиционные модели выбора места размещения основаны на большом количестве допущений, влияющих на выбор местоположения, и предполагают экспресс-оценку предполагаемой логистической инфраструктуры. Но на практике некоторые факторы местоположения ЛЦ не являются определенными, такие как географические факторы, факторы окружающей среды, время транспортировки в зависимости от трафика. Таким образом, формируется неопределенная среда расположения ЛЦ. При разработке сложной системы логистики следует учитывать эти неопределенные факторы.

На выбор и размещение распределительных сетей продовольственной продукции влияет множество факторов: системные факторы, влияющие на проектирование распределительных сетей, выбор места их размещения [27]; структура распределения продукции, включая выбор местоположения объектов [28]; эффективность работы РЦ [29]; проектирование логистического канала [30].

Анализируя различные социально-экономические, географические факторы во взаимосвязи с цепочкой поставок агропродовольственной продукции, влияющие на выбор местоположения и размещения логистических объектов хранения, распределения и торговли продукцией, мы разделили их на пять групп факторов: социальные, экономические, региональные (инфраструктурно-географические), производственные и экологические (рисунок 1). Показатели, используемые в каждой группе факторов, могут отличаться по количеству и по качеству.

Для выбора показателей в каждой группе факторов проведен анализ наиболее часто используемых показателей.

*Социальные факторы.* Показатели, определяющие состояние социальной среды сельских районов, должны быть представлены уровнем удовлетворенности потребителей, ростом совокупного уровня потребления [14], численностью населения, уровнем доходов и покупательской способности населения [16]. Эта необходимость призвана выявить степень влияния социальных факторов на экономическое благополучие территорий и определить дальнейшее направление развития. Использование таких показателей, как доход на одного жителя, покупательская способность в районах, объем потребления продуктов питания населением свидетельствуют о наличии благоприятного социального климата.

*Экономические факторы.* Для оценки эффективности функционирования товаропроводящей сети районов первоначально необходимо опреде-

лить какие районы формируют результативность. Ввиду этого уместным является включение таких показателей, как количество производителей агропродовольственной продукции, валовой выпуск сельского хозяйства [31], а также объемные показатели всей производимой сельскохозяйственной продукции в натуральном выражении [14], уровень спроса на продукции [17], прирост сельскохозяйственных организаций, доля валового производства малых форм хозяйствования в общем объеме сельскохозяйственного производства [27].

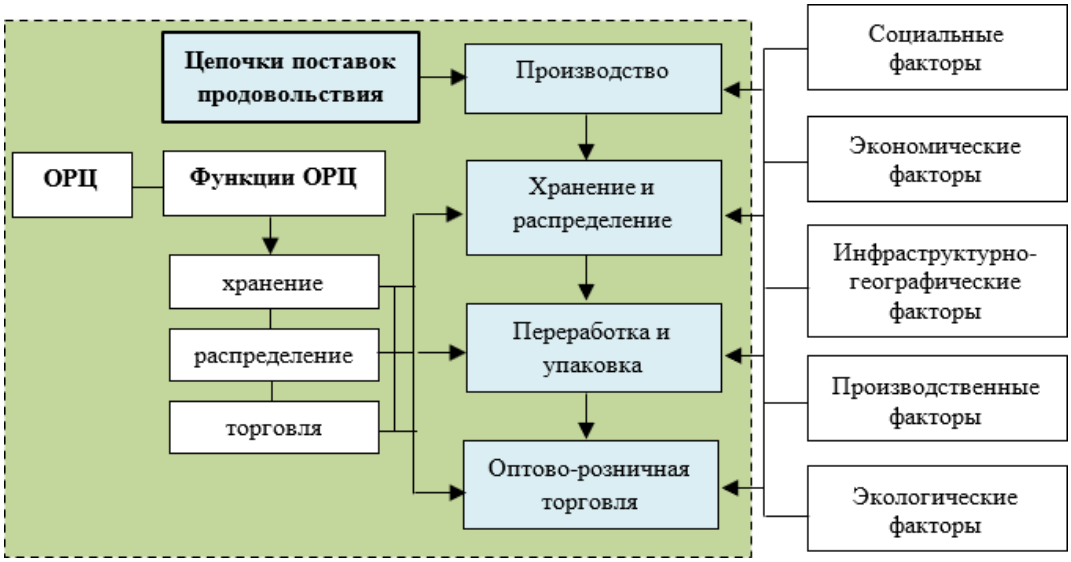



**Рис. 1 - Взаимосвязь цепи поставок агропродовольственной продукции и ОРЦ и основные факторы, влияющие на выбор места размещения логистической инфраструктуры**

*Примечание – Разработано автором на основании анализа источников [14 – 17, 32 - 36]*

Оптимальность размещения может быть определена затратами на реализацию конечной продукции [28]. Эффективность может быть определена через применение следующих показателей: получение прибыли на одного товаропроизводителя, рентабельность производства и реализации продукции [3], удельный вес убыточных предприятий, входящих в товаропроводящую сеть.

*Инфраструктурно-географические факторы*. характеризуют потенциал и способность переработать, производить и реализовывать через сеть продукцию. Их показатели: численность предприятий и цехов по переработке и производству агропродовольственной продукции, наличие мощностей для хранения продукции, торговые площади, численность торговых сетей, складская площадь, протяженность автомобильных дорог, расстояние от райцентра до областного центра на автомобильном транспорте, время проезда на автотранспорте, обеспеченность инженерной и телекоммуникационной инфраструктурой, плотность автомобильных и железных дорог [16, 32 - 34] и др.

*Производственные факторы* включают объемные показатели производства и реализации сельскохозяйственной продукции [35].

*Экологические факторы* характеризуются объемом твердых отходов при реализации продукции [19], выбросами в атмосферу загрязняющих веществ [36].

Такое выделение связано с наличием соответствующего элемента в структуре системы. Каждый из этих факторов, в конечном итоге, влияет на эффективность и конкурентоспособность РЦ, надежность, устойчивость и качество обслуживания.

Следует отметить, что выбор местоположения

логистических объектов зависит не только от вышеназванных факторов, но также и от их функционального назначения, которые не были рассмотрены в указанных работах.

С точки зрения устойчивости, наряду с экономическими факторами, экологическими и социальными аспектами важны также географические и транспортные возможности региона, являющиеся важными критериями для выбора места расположения ЛЦ [16], что было учтено в наших исследованиях.

**Результаты и обсуждение.** Отсутствие методологических подходов и рекомендаций по развитию логистической инфраструктуры регионов определило проблему, поставленную в рамках данной статьи, главная идея которой состоит в разработке методологического подхода по решению задачи эффективного размещения объектов логистической инфраструктуры агропродовольственной продукции на территории регионов Казахстана.

Построение модели ОРЦ агропродовольственной продукции проводится в последовательности, включающей следующие этапы.

*Этап 1.* Определение потенциальных мест размещения ОРЦ

1.1. Анализ и отбор показателей, определяющих места выбора и размещения

1.2. Стандартизация показателей

1.3. Определение весовых коэффициентов показателей

1.4. Факторный анализ показателей и выявление наиболее важных факторов

1.5. Кластерный анализ для выявления территориального распределения производств продукций АПК и формирование кластеров

1.6. Расчет рейтингов и дифференциация районов по уровню привлекательности размещения логистических инфраструктур

*Этап 2.* Уточнение потенциальных мест размещения

2.1. Определение радиуса действия логистической инфраструктуры

2.2. Определение потенциальных мест размещения

*Этап 3.* Определение зоны обслуживания

3.1. Определение зоны обслуживания ОРЦ

3.2. Экономическая интерпретация полученных результатов

*1 этап. Определение потенциальных мест размещения ОРЦ*

На этом этапе определяются потенциально возможные места размещения РЦ на основе выбранных критериев, анализа производства сельскохозяйственной продукции на территории каждого района и городских агломераций, а также сложившейся схемы транспортных путей, размещения объектов логистической и транспортной (железнодорожного и автомобильного транспорта) инфраструктуры.

Выбор критериев размещения и определения потребности в объектах логистической инфраструктуры на примере ОРЦ проводится в следующей последовательности.

1.1 Анализ и отбор показателей, определяющих места выбора и размещения по статистическим данным за определенный промежуток времени.

На основе теоретического анализа, исходя из цели исследования, для характеристики ОРЦ, из литературных источников выбираются показатели, прямо или косвенно влияющие на выбор места размещения логистических объектов по статистическим данным Бюро национальной статистики Республики Казахстан (БНС РК). Вычисление корреляционной матрицы для переменных, участвующих в анализе, позволяет исключить зависимые (коррелирующие) параметры, отобрать наиболее значимые факторы. Оценивается значимость показателей и исключаются незначимые факторы.

1.2. Приведение показателей к стандартному виду, в связи с неравнозначностью их измерения.

Стандартизация показателей, с целью приведения неравнозначных значений показателей к однородным значениям, необходима для сравнения показателей, имеющих разные единицы из-

мерения. Размерность матрицы определяется как *n*m*, где n – количество объектов наблюдения, а m – количество элементарных признаков.

Осуществляется переход от матрицы исходных данных (*x*) размерности (n x m) к матрице стандартизированных показателей (*z*) размерности (n x m). При пересчете всех элементов матрицы в стандартизированный вид используется формула (1) следующего вида:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j}{\sigma_j}, \quad (1)$$

где $x_{ij}$ – *i*-элемент *j*-наблюдения;

$x_j$– среднее значение *i*-элементов *j*-наблюдения;

$\sigma j$ – среднее отклонение *i*-элементов *j* - наблюдения.

1.3. Определение весовых коэффициентов показателей позволяет определить их значимость для формирования рейтинга.

1.4. Проведение факторного анализа с целью выявления наиболее важных факторов.

Факторный анализ позволяет формировать, сократить количество переменных и группировать их. На основе анализа строятся матрицы значений факторов $F_{ji}$ для всех n территорий (районов, городских агломераций), которые в дальнейшем используются для расчета рейтинга места размещения логистических объектов.

1.5. Проведение кластерного анализа на основе *k*-средних, формирование кластеров.

Для изучения территориального распределения сельскохозяйственного производства районы Казахстана разбиваются на группы с помощью метода кластерного анализа.

1.6. Расчет рейтингов и определение интегрального показателя, дифференциация районов по уровню рейтингового значения.

Расчет самого рейтинга проводится по формуле (2):

$$R_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} F_{ji}}{\sum_{i=1}^{n} b_{nji}}, \quad (2)$$

где *Ri* - интегральный показатель привлекательности расположения ОРЦ *i*- региона, *Fji* - значение *j*-го фактора *i*-го региона, *n* – количество факторов, $b_{nji}$ - весовой коэффициент *n* показателя *j* фактора *i* региона.

Полученный в ходе расчета интегральный показатель ранжируется от наивысшего числа к наименьшему. Высокий балл рейтинга свидетельствует о потенциальной привлекательности размещения в регионе.

*Этап 2. Уточнение потенциальных мест размещения*

На втором этапе проводится корректировка потенциальных мест размещения логистических интегрированных РЦ на территории регионов с помощью метода центра тяжести – исходя из районов концентрации производства сельскохозяйственной продукции, транспортной доступности и других технико-экономических параметров, консолидированных в одном месте.

2.1. Определение радиуса действия торговой инфраструктуры.

На данном этапе проводится расчет радиуса действия ОРЦ с использованием метода «центра тяжести» [37].

2.2. Определение потенциальных мест размещения ОРЦ.

Определение потенциальных мест размещения проводится на основе факторного анализа матрицы значений $F_i$. Определяется среднее значение $F_i$ каждого из *n* территорий. Выбор видов ОРЦ осуществляется по отдельно сгруппированным факторным нагрузкам $F_i$, которые влияют на выбор хранения, сбыта и торговли, соответственно. Определяется их среднее значение для каждого района/города. Потенциальное место размещения объектов определяется, если их скорректированное на веса среднее значение $F_i$ больше единицы.

*Этап 3. Определение зоны обслуживания*

3.1. Зоны обслуживания ОРЦ (группы сельскохозяйственных районов) определяются в соответствии с потенциальными местами размещения на территории районов и городских агломераций.

3.2. Экономическая интерпретация получен-

ных результатов.

Предложенный методический подход к определению потенциального места размещения ОРЦ и их количества в зависимости от интегрированных показателей, представленных факторным анализом, является главным отличием от существующих. Данный подход позволяет быстро и эффективно определить потребности, исходя из целевого назначения объекта, повышает эффективность выбора и размещения логистической инфраструктуры.

Оригинальность методики состоит в том, что она дает возможность одновременно учесть места размещения ОРЦ в зависимости от их назначения (для хранения, распределения и торговли) и соответствующих факторов.

Предложенная методика выбора мест размещения транспортно-логистических мощностей, основанная на учете выявленных социально-экономических и инфраструктурных факторов, может быть рекомендована при составлении государственных программ по развитию логистики в регионах, а также крупным компаниям при принятии решения об инвестировании в логистическую отрасль.

Методика выбора мест размещения ОРЦ для хранения, распределения и торговли может быть рекомендована при государственном планировании развития логистической инфраструктуры регионов страны, а также крупным компаниям при принятии решения об инвестировании в логистическую отрасль.

Методика расчета состоит в формировании системы показателей, характеризующих оптимальность размещения и эффективность использования элементов логистической инфраструктуры, определении индексов, свидетельствующих об их изменении во временном интервале, вычислении агрегированного показателя, представляющего собой среднее значение индексов.

На основе полученных результатов расчета определяются количество, потенциальные места размещения, а также зоны обслуживания ОРЦ хранения, ОРЦ распределения, ОРЦ торговли.

**Выводы.** Для решения проблемы создания логистической инфраструктуры по распределению, хранению и торговле сельхозпродукцией автором предложен методологический подход, позволяющий формировать модель и определять месторасположение объектов логистической инфраструктуры.

В качестве ключевого параметра служит совокупность показателей социально-экономического, регионального, производственного и экологических факторов региона.

Методика выбора показателей и размещения объектов логистической инфраструктуры проводилась на основе расчета интегрального показателя определения эффективного места размещения, зон обслуживания и их количества в регионах, с использованием комплекса методов.

Методика выбора мест размещения ОРЦ для хранения, распределения и торговли может быть рекомендована при государственном планировании развития логистической инфраструктуры регионов страны, а также крупным компаниям при принятии решения об инвестировании в логистическую отрасль.

Использование данной методологии позволяет государственным органам или частным инвесторам заранее, до принятия решения о проектировании или модернизации существующих распределительных сетей, просчитать возможные варианты их оптимального размещения, исходя из плотности населения и транспортно-логистической и торговой инфраструктуры, экономической и физической доступности продуктов питания и других факторов, что позволяет повысить эффективность производства и реализации и устойчивость цепей поставок агропродовольственной продукции.

Используя данный методологический подход, автор провела исследования по проектированию размещения логистической инфраструктуры для хранения, распределения и торговли агропродовольственной продукции, что является материалом для следующей публикации.

***Финансирование.*** Данное исследование выполнялось в рамках грантового проекта, финансируемого Комитетом по науке Министерства

науки и высшего образования Республики Казахстан (AP19677634 «Развитие логистической инфраструктуры и устойчивых цепей поставок скоропортящейся продовольственной продукции на территории Казахстана», 2023 – 2025 гг.).

**Литература**

1. Rios J., Linfati R., Morillo-Torres D., Derpich I., Gatica G. Optimal placement design for picking and packing in distribution centers // Advances in Mechanical Engineering. – 2021. – Vol.13(4). -P 1-7. DOI 10.1177/16878140211010657

2. Li Y.,Liu X.D. and Chen Y. Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management // Expert Systems with Applications. – 2011. - Vol.38(6). - P.7901-7908. DOI 10.1016/j.eswa.2010.12.161

3. Wang P, Chen X.J.& Zhang, X.B. Research on Location of Logistics Distribution Center Based on K-Means Clustering Algorithm // Security and Communication Networks. – 2022. - Vol.8. - P.1-9. DOI 10.1155/2022/2546429

4. Cheng Yh., Zhou Sy. Research of Distribution Center Site Selection Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process / In book: Qi E., Shen J., Dou R. (eds) //Proceedings of the 22nd International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. – Paris: Atlantis Press, 2016. - P.335-342. DOI 10.2991/978-94-6239-177-2_34

5. Paçacı B., Erol S., Çubuk M.K. Çok modlu taşımacılığa uygun lojistik merkez yer seçimi için bir öneri: Türkiye uygulaması // Journal of Polytechnic. – 2023. – Vol. 26(2). – P. 923–928. DOI 10.2339/politeknik.1099560.

6. Huang, Y., Wang X. and Chen H. Location Selection for Regional Logistics Center Based on Particle Swarm Optimization // Sustainability. - 2022. - Vol. 14(24):16409. DOI 10.3390/su142416409

7. Herlina L., Machfud, Sukardi E.A. An Integrated Production and Distribution Planning Model in Shrimp Agroindustry Supply Chain // Industrial Engineering & Management Systems. - 2022. - Vol.21(1). - P.1-19. DOI 10.7232/iems.2022.21.1.001

8. Ambrosino D. and Scutella M.G. Distribution network design: New problems and related models // European Journal of Operational Research. –2005. -Vol.165(3). -P.610-624. DOI 10.1016/j.ejor.2003.04.009

9. Mangiaracina R., Perego A., Song G. A quantitative model to support strategic distribution network design // Proceedings of the 17th LRN (Logistics Research Network) Annual Conference. – Bedford: Cranfield University, 2012. ISBN *978-1-904564-43-0*

10. Romeijn H.E., Shu J., Teo C.-P. Designing Two-Echelon Supply Network // European Journal of Operational Research. – 2007. - Vol.178(2). -P.449–462. DOI 10.1016/j.ejor.2006.02.016.

11. Копылова, О.А. Методика выбора мест размещения транспортнологастических центров / О.А. Копылова, А.Н. Рахмангулов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 69-й межрегиональной научно-технической конференции. - Магнитогорск : Изд-во Магнитогорс. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2011. - № 1. - С. 13-16.

12. Romeijn H.E., Al-Gwaiz M., Chao X. Capacity Expansion and Cost Efficiency Improvement in the Warehouse Problem // Naval Research Logistics. – 2016. - Vol.63(5). - P.367–373. DOI 10.1002/nav.21703

13. Geunes J., Romeijn H.E., Van Den Heuvel W. Improving the Efficiency of Decentralized Supply Chains with Fixed Ordering // European Journal of Operational Research. - 2016. - Vol. 252(3). - P.815-828. DOI 10.1016/j.ejor.2016.02.004

14. Попов П. В., Мирецкий И. Ю., Логинова Е. В. Эффективное размещение распределительно-подсортировочных складов на территории региона // Экономика региона. -2017. - Т. 13, вып. 3. - С. 871-882. DOI 10.17059/2017-3-19

15. Горлова Е.Е. Методический подход к размещению центров распределения сельскохозяйственной продукции в регионе // Экономика и экологический менеджмент. – 2012. - №.1. – С.16-24. URL: https://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/6763.pdf (дата обращения 19.09.2024).

16. Попов П.В., Мирецкий И.Ю. Методология построения логистической инфраструктуры на территории региона // Экономика региона. - 2019. - Т. 15, вып. 2. - С. 483-492. DOI 10.17059/2019-2-13

17. Eslamipoor R.A two-stage stochastic planning model for locating product collection centers in green logistics networks // Cleaner Logistics and Supply Chain. – 2023. - Vol.6: 100091 DOI 10.1016/j.clscn.2022.100091

18. Keleş N., Pekkaya M. Evaluation of logistics centers in terms of sustainability via MCDM methods // Journal of Advances in Management Research. – 2023. - Vol.20(2). -P.291-309. DOI 10.1108/JAMR-04-2022-0087

19. Wang Y., Li Y., Lu C. Evaluating the Effects of Logistics Center Location: An Analytical Framework for Sustainable Urban Logistics // Sustainability. – 2023. – Vol. 15(4):3091. DOI 10.3390/su15043091.

20. Orjuela-Castro J.A., Orejuela-Cabrera J.P., Adarme-Jaimes W. Logistics Network Configuration for Seasonal Perishable Food Supply Chains // Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM). – 2021. –Vol. 14(2). –P. 135-151. DOI 10.3926/jiem.3161.

21. Lu L.,Qin J. Multi-regional logistics center location algorithm based on improved K-means clustering // Computer system application. – 2019. - Vol.28(8). - P. 251–255.

22. Musolino G., Rindone C., Polimeni A., Vitetta A. Planning urban distribution center location with variable restocking demand scenarios: General methodology and testing in a medium-size town // Transport Policy. – 2019. –Vol. 80. – P. 157-166. DOI 10.1016/j.tranpol.2018.04.006.

23. Ozmen M.Ë. and Aydogan E.K. Robust multi-criteria decision making methodology for real life logistics center location problem //Artificial Intelligence Review. – 2020. - Vol.53. - P.725-751. DOI 10.1007/s10462-019-09763-y

24. Yang Y. Analysis of Influencing Factors of Logistics Center Location Based on Comprehensive Quality Training // 2019 4th International Symposium on Management, Economics, E-business and Marketing (ISMEEM 2019). –UK: Francis Academic Press, 2019. –P. 30-34. DOI 10.25236/ismeem.2019.006.

25. Lei H., Li S. An improved algorithm of D-S evidence fusion // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1871(1): 012108. DOI 10.1088/1742-6596/1871/1/012108

26. Mieczyrnska M. and Czarnowski I. K-means clustering for SAT-AIS data analysis // WMU Journal of Maritime Affairs. - 2021. - Vol. 20. - P.377-400. DOI 10.1007/s13437-021-00241-3

27. Mangiaracina R., Song G. and Perego A. Distribution network design: a literature review and a research agenda // International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. – 2015. - Vol.45(5). - P.506-531. DOI 10.1108/IJPDLM-02-2014-0035

28. Onstein A.T.C., Tavasszy L.A., van Damme D.A. Factors determining distribution structure decisions in logistics: a literature review and research agenda // Transport Reviews. – 2019. - Vol.39(2). - P.243-260. DOI 10.1080/01441647.2018.1459929

29. Kendi S., Radjef M.S., Hammoudi A. Optimization of agri-food product distribution networks: Modeling and application // New Medit. – 2020. - Vol.19(4). - P. 51-68. DOI 10.30682/nm2004d

30. Prataviera L.B. & Melacini M. Designing global trade and logistics channels: a focus on the Chinese

food and beverage market // International Journal of Logistics Systems and Management. – 2023. - Vol. 44(2). - P.198-225. DOI 10.1504/IJLSM.2023.129001

31. Kuzman B., Prdić N., Dobraš Z. The importance of the wholesale markets for trade in agricultural products // Economics of Agriculture. -2017. - Vol.(64)3. -P. 1177-1190. DOI 10.5937/ekoPolj1703177K

32. Wiederer C., Straube F. A decision tool for policymakers to foster higher-value perishable agricultural exports // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. – 2019. - Vol.2: 100035. DOI 10.1016/j.trip.2019.100035

33. Banerjee A., Duflo E. & Qian N. On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China // Journal of Development Economics. – 2020. - Vol.145: 102442. DOI 10.1016/j.jdeveco.2020.102442

34. Nekrasenko L., Pittman R. & Doroshenko A. Grain logistics in Ukraine: the main challenges and effective ways to reach sustainability // Economic Annals-XXI. – 2019. -Vol.178(7-8). - P.70-83. DOI 10.21003/ea.V178-06

35. Feng Y.Q., Liu Y.K., Chen Y.J. Distributionally robust location-allocation models of distribution centers for fresh products with uncertain demands // Expert Systems with Applications. -2022. -Vol.209 (2) :118180. DOI 10.1016/j.eswa.2022.118180

36. Uyanik C., Tuzkaya G., Kalender Z.T., Oguztimur S. An integrated DEMATEL–IF-TOPSIS methodology for logistics centers' location selection problem: an application for Istanbul Metropolitan area // Transport. -2020. -Vol.35(6). -P.548-556. DOI 10.3846/transport.2020.12210

37. Geoffrion A.M., Morris J., Webster S. Distribution System Design // Facility Location: A Survey of Applications and Methods / Ed. Z. Drezner. -New York: Springer, 1995.- 572 p. ISBN 0387945458.

**References**

1. Rios J., Linfati R., Morillo-Torres D., Derpich I., Gatica G. Optimal placement design for picking and packing in distribution centers // Advances in Mechanical Engineering. – 2021. – Vol.13(4). -P 1-7. DOI 10.1177/16878140211010657

2. Li Y.,Liu X.D.,Chen Y. Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management // Expert Systems with Applications. – 2011. - Vol.38(6). - P.7901-7908. DOI 10.1016/j.eswa.2010.12.161

3. Wang P, Chen X.J.& Zhang, X.B. Research on Location of Logistics Distribution Center Based on K-Means Clustering Algorithm // Security and Communication Networks. – 2022. - Vol.8. - P.1-9. DOI 10.1155/2022/2546429

4. Cheng Yh., Zhou Sy. Research of Distribution Center Site Selection Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process / In book: Qi E., Shen J., Dou R. (eds) //Proceedings of the 22nd International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. – Paris: Atlantis Press, 2016. - P.335-342. DOI 10.2991/978-94-6239-177-2_34

5. Paçacı B., Erol S., Çubuk M.K. Çok modlu taşımacılığa uygun lojistik merkez yer seçimi için bir öneri: Türkiye uygulaması // Journal of Polytechnic. – 2023. – Vol. 26(2). – P. 923–928. DOI 10.2339/politeknik.1099560.

6. Huang, Y., Wang X. and Chen H. Location Selection for Regional Logistics Center Based on Particle Swarm Optimization // Sustainability. - 2022. - Vol. 14(24):16409. DOI 10.3390/su142416409

7. Herlina L., Machfud, Sukardi E.A. An Integrated Production and Distribution Planning Model in Shrimp Agroindustry Supply Chain // Industrial Engineering & Management Systems. - 2022. - Vol.21(1). - P.1-19.

DOI 10.7232/iems.2022.21.1.001

8. Ambrosino D. and Scutella M.G. Distribution network design: New problems and related models // European Journal of Operational Research. –2005. -Vol.165(3). -P.610-624. DOI 10.1016/j.ejor.2003.04.009

9. Mangiaracina R., Perego A., Song G. A quantitative model to support strategic distribution network design // Proceedings of the 17th LRN (Logistics Research Network) Annual Conference. – Bedford: Cranfield University, 2012. ISBN *978-1-904564-43-0*

10. Romeijn H.E., Shu J., Teo C.-P. Designing Two-Echelon Supply Network // European Journal of Operational Research. – 2007. - Vol.178(2). -P.449–462. DOI 10.1016/j.ejor.2006.02.016.

11. Kopylova, O.A. Metodika vybora mest razmeshhenija transportnologasticheskih centrov / O.A. Kopylova, A.N. Rahmangulov // Aktual' nye problemy sovremennoj nauki, tehniki i obrazovanija: materialy 69-j mezhregional' noj nauchno-tehnicheskoj konferencii. - Magnitogorsk : Izd-vo Magnitogors. gos. tehn. un-ta im. G.I.Nosova, 2011. - № 1. - S. 13-16. [in Russian]

12. Romeijn H.E., Al-Gwaiz M., Chao X. Capacity Expansion and Cost Efficiency Improvement in the Warehouse Problem // Naval Research Logistics. – 2016. - Vol.63(5). - P.367–373. DOI 10.1002/nav.21703

13. Geunes J., Romeijn H.E., Van Den Heuvel W. Improving the Efficiency of Decentralized Supply Chains with Fixed Ordering // European Journal of Operational Research. - 2016. - Vol. 252(3). - P.815-828. DOI 10.1016/j.ejor.2016.02.004

14. Popov P. V., Mireckij I. Ju., Loginova E. V. Jeffektivnoe razmeshhenie raspredelitel' no-podsortirovochnyh skladov na territorii regiona // Jekonomika regiona. -2017. - T. 13, vyp. 3. - S. 871-882. DOI 10.17059/2017-3-19 [in Russian]

15. 1Gorlova E.E. Metodicheskij podhod k razmeshheniju centrov raspredelenija sel' skohozjajstvennoj produkcii v regione // Jekonomika i jekologicheskij menedzhment. – 2012. - №.1. – S.16-24. URL: https://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/6763.pdf (data obrashhenija 19.09.2024). [in Russian]

16. Popov P.V., Mireckij I.Ju. Metodologija postroenija logisticheskoj infrastruktury na territorii regiona // Jekonomika regiona. - 2019. - T. 15, vyp. 2. - S. 483-492. DOI 10.17059/2019-2-13[in Russian]

17. Eslamipoor R.A two-stage stochastic planning model for locating product collection centers in green logistics networks // Cleaner Logistics and Supply Chain. – 2023. - Vol.6: 100091 DOI 10.1016/j.clscn.2022.100091

18. Keleş N., Pekkaya M. Evaluation of logistics centers in terms of sustainability via MCDM methods // Journal of Advances in Management Research. – 2023. - Vol.20(2). -P.291-309. DOI 10.1108/JAMR-04-2022-0087

19. Wang Y., Li Y., Lu C. Evaluating the Effects of Logistics Center Location: An Analytical Framework for Sustainable Urban Logistics // Sustainability. – 2023. – Vol. 15(4):3091. DOI 10.3390/su15043091.

20. Orjuela-Castro J.A., Orejuela-Cabrera J.P., Adarme-Jaimes W. Logistics Network Configuration for Seasonal Perishable Food Supply Chains // Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM). – 2021. –Vol. 14(2). –P. 135-151. DOI 10.3926/jiem.3161.

21. Lu L.,Qin J. Multi-regional logistics center location algorithm based on improved K-means clustering // Computer system application. – 2019. - Vol.28(8). - P. 251–255.

22. Musolino G., Rindone C., Polimeni A., Vitetta A. Planning urban distribution center location with variable restocking demand scenarios: General methodology and testing in a medium-size town // Transport Policy. – 2019. –Vol. 80. – P. 157-166. DOI 10.1016/j.tranpol.2018.04.006.

23. Ozmen M.Ë. and Aydogan E.K. Robust multi-criteria decision making methodology for real life

logistics center location problem //Artificial Intelligence Review. – 2020. - Vol.53. - P.725-751. DOI 10.1007/s10462-019-09763-y

24. Yang Y. Analysis of Influencing Factors of Logistics Center Location Based on Comprehensive Quality Training // 2019 4th International Symposium on Management, Economics, E-business and Marketing (ISMEEM 2019). –UK: Francis Academic Press, 2019. –P. 30-34. DOI 10.25236/ismeem.2019.006.

25. Lei H., Li S. An improved algorithm of D-S evidence fusion // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1871(1): 012108. DOI 10.1088/1742-6596/1871/1/012108

26. Mieczyrnska M. and Czarnowski I. K-means clustering for SAT-AIS data analysis // WMU Journal of Maritime Affairs. - 2021. - Vol. 20. - P.377-400. DOI 10.1007/s13437-021-00241-3

27. Mangiaracina R., Song G. and Perego A. Distribution network design: a literature review and a research agenda // International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. – 2015. - Vol.45(5). - P.506-531. DOI 10.1108/IJPDLM-02-2014-0035

28. Onstein A.T.C., Tavasszy L.A., van Damme D.A. Factors determining distribution structure decisions in logistics: a literature review and research agenda // Transport Reviews. – 2019. - Vol.39(2). - P.243-260. DOI 10.1080/01441647.2018.1459929

29. Kendi S., Radjef M.S., Hammoudi A. Optimization of agri-food product distribution networks: Modeling and application // New Medit. – 2020. - Vol.19(4). - P. 51-68. DOI 10.30682/nm2004d

30. Prataviera L.B. & Melacini M. Designing global trade and logistics channels: a focus on the Chinese food and beverage market // International Journal of Logistics Systems and Management. – 2023. - Vol. 44(2). - P.198-225. DOI 10.1504/IJLSM.2023.129001

31. Kuzman B., Prdić N., Dobraš Z. The importance of the wholesale markets for trade in agricultural products // Economics of Agriculture. -2017. - Vol.(64)3. -P. 1177-1190. DOI 10.5937/ekoPolj1703177K

32. Wiederer C., Straube F. A decision tool for policymakers to foster higher-value perishable agricultural exports // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. – 2019. - Vol.2: 100035. DOI 10.1016/j.trip.2019.100035

33. Banerjee A., Duflo E. & Qian N. On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China // Journal of Development Economics. – 2020. - Vol.145: 102442. DOI 10.1016/j.jdeveco.2020.102442

34. Nekrasenko L., Pittman R. & Doroshenko A. Grain logistics in Ukraine: the main challenges and effective ways to reach sustainability // Economic Annals-XXI. – 2019. -Vol.178(7-8). - P.70-83. DOI 10.21003/ea.V178-06

35. Feng Y.Q., Liu Y.K., Chen Y.J. Distributionally robust location-allocation models of distribution centers for fresh products with uncertain demands // Expert Systems with Applications. -2022. -Vol.209 (2) :118180. DOI 10.1016/j.eswa.2022.118180

36. Uyanik C., Tuzkaya G., Kalender Z.T., Oguztimur S. An integrated DEMATEL–IF-TOPSIS methodology for logistics centers' location selection problem: an application for Istanbul Metropolitan area // Transport. -2020. -Vol.35(6). -P.548-556. DOI 10.3846/transport.2020.12210

37. Geoffrion A.M., Morris J., Webster S. Distribution System Design // Facility Location: A Survey of Applications and Methods / Ed. Z. Drezner. -New York: Springer, 1995.- 572 p. ISBN 0387945458.

***Сведения об авторе***

Сыздыкбаева Б.У. – д.э.н., профессор Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан. e-mail: bakyt_syzdykbaeva@mail.ru

***Автор туралы мәліметтер***

Сыздықбаева Б.Ұ. – э.ғ.д., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің профессоры, Астана, Қазақстан. e-mail: bakyt_syzdykbaeva@mail.ru

***Information about the author***

Syzdykbayeva B.U. - doctor of economic sciences, professor of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan. e-mail: bakyt_syzdykbaeva@mail.ru

ҒТАМР 82.13.01 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-797**

# МЕМЛЕКЕТТІК ҚЫЗМЕТТЕГІ ҰЙЫМДАСТЫРУШЫЛЫҚ МӘДЕНИЕТІ: (ЖЕТІСУ ОБЛЫСЫ, ҚАРАТАЛ АУДАНЫ ӘКІМШІЛІГІ МЫСАЛЫНДА)

**Б.А.Сериев, Г.А.Жакупова**

*Жансүгіов атындағы Жетісу университеті, Талдықорған, Қазақстан*

*Корреспондент-автор: gulima8888888@mail.ru*

Мемлекеттік қызметшілердің ұйымдастырушылық мәдениеті мемлекетік қызмет атқаруда қайшылықты басқару тәжірибесінде жиі кездеседі. Мемлекетік қызметшілерді басқару, ұйымдастыру саласында басшының жеке дара көшбасшылық қасиеттеріне және біліміне байланысты. Мемлекеттік қызметшілерді басқаруда ұйымдастырушылық қабілеті мен кәсіби қызметінің тиімділігі игеруіне байланысты анықталады. Мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетті қалыптастыру мекеме басшысына тікелей байланысты екені сөзсіз, осы тұрғыдан қарағанда ұйымдастырушылық мәдениетті мемлекеттік қызметте жұмыс жасайтын қызметкерлердің құндылықтары, нанымдары, дәстүрлері мен мінез-құлық нормалары жиынтығы құрайды. Мақалада мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениеті жеке мәдениет элементтері қарастырылады. Сол себепті мемлекеттік қызметке қабылдау кезінде білім мен тәжірибеге ғана емес, құндылықтар мен мінез-құлық нормаларына мән беру керектігі қарастырылған. Аталған жағдайды есептеу кезінде қызметкердің түрлі оқиғалар мен жағдайларға көзқарасы, еңбектің қолайлығына, отбасы мен жұмыс арасында уақытты бөлуде ұйымдастырушылық мәдениеті маңызды. Мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетді дамытуда реформалау тәжірибесінде кезінде дамыған елдердегі мемлекеттік қызметшілердің мәдинетіне ғылыми зерттеулер жүргізген. Мемлекеттік қызметтің және оның ұйымдастырушылық қызметінің принциптері мен құндылықтары мен мәдениет маңызы қарастырылды. Бұл зерттеу жұмысында мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетіне құқықтық талдаулар**,** Жетісу облысындағы Қаратал ауданының мысалында зерттеулер жүргізілген.

**Түйін сөздер:** Мемлекеттік қызмет, ұйымдастырушылық мәдениеті, корпоративтік мәдениет, мінез-құлық нормасы, мемлекеттік орган.

# ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЕ: (НА ПРИМЕРЕ АКИМАТА КАРАТАЛЬСКОГО РАЙОНА ОБЛАСТИ ЖЕТІСУ)

**Б.А.Сериев, Г.А.Жакупова**

*Жетысуский Университет имени И. Жансугурова, Талдыкорган, Казахстан*
*e-mail: gulima8888888@mail.ru*

Организационная культура государственных служащих часто встречается в практике противоречивого управления на государственной службе. В области управления, организации государственных служащих зависит от индивидуальных лидерских качеств и знаний руководителя. Организаторские способности и эффективность профессиональной деятельности в управлении государственными служащими определяются в зависимости от их усвоения. Несомненно, формирование организационной культуры на государственной службе напрямую зависит от руководителя учреждения, с этой точки зрения организационную культуру составляет совокупность ценностей, убеждений, традиций и норм поведения работников, работающих на государственной службе. В статье рассматриваются элементы индивидуальной культуры организационной культуры на государственной службе. Поэтому при приеме на государственную службу необходимо уделять внимание ценностям и нормам поведения, а не только знаниям и опыту. При расчете указанной ситуации важно отношение работника к различным событиям и ситуациям, его организационная культура в распределении времени между семьей и работой, комфортность труда. В ходе практики реформирования в развитии организационной культуры на государственной службе проводились научные исследования

культуры государственных служащих в развитых странах. Рассмотрены принципы и ценности государственной службы и ее организационной деятельности и культуры. В данной исследовательской работе проведен правовой анализ организационной культуры на государственной службе, на примере Каратальского района области Жетісу.

**Ключевые слова.** Государственная служба, организационная культура, корпоративная культура, норма поведения, государственный орган.

## ORGANIZATIONAL CULTURE IN PUBLIC SERVICE: (USING THE EXAMPLE OF THE AKIMAT OF THE KARATAL DISTRICT OF THE ZHETYSU REGION)

**Б.А.Сериев, Г.А.Жакупова**

*Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan*
*e-mail: gulima8888888@mail.ru*

The organizational culture of civil servants is often found in the practice of contradictory management in the civil service. In the field of management, the organization of civil servants depends on the individual leadership qualities and knowledge of the head. Organizational skills and the effectiveness of professional activities in the management of civil servants are determined depending on their assimilation. Undoubtedly, the formation of organizational culture in the civil service directly depends on the head of the institution, from this point of view, organizational culture is a set of values, beliefs, traditions and norms of behavior of employees working in the civil service. In the article, organizational culture in the civil service consists of separate cultural elements. Therefore, when applying for public service, it is necessary to pay attention to values and norms of behavior, rather than knowledge and experience. When calculating this situation, the employee' s attitude to various events and situations, his organizational culture in the allocation of time between family and work, and the comfort of work are important. In the course of the reform practice in the development of organizational culture in the civil service, scientific research was conducted on the culture of civil servants in developed countries. The principles and values of the civil service and its organizational activities and the importance of culture are considered. In this research paper, a legal analysis of organizational culture in the civil service is carried out, using the example of the Karatal district of the Zhetysu region.

**Keywords.** Civil service, organizational culture, corporate culture, standard of conduct, government agency.

**Кіріспе.** XX ғасырдың 70-жылдарында ұйымдастыру мәдениетін әлеуметтік және гуманитарлық ғалымдармен зерттеу аясында жүргізіле бастады. Әр түрлі меншік нысанына қарамастан қызметкердің жұмыс сапасын күшейту, еңбегінің тиімділігін көтеру және өндірістің өнімділігін арттыру мақсатында басқарушылық буын қалыптастырылады. Осы мақсатты іске асыру үшін мекеме қызметкерінің мінез-құлқын және сапалы қызмет жиындығын қажетті нәтижелі жетістікке бағыттау болып табылады. Ұйымдастырушылық мәдениетте аталған жиынтықты көздейтін бағыттарға байланысты әлеметтік-гуманитарлық ғылымдар тұрғысынан қарастыруы тиіс.

Ұйымдастырушылық мәдениетін зерделеу барысында шетелдік және Қазақстандық ғалымдар ұйымдастырушылық мәдениет ұғымының түрлі мағынадағы анықтамаларын берді. Сондай-ақ ұйымдастырушылық мәдениет жөнінде ғылыми пәндердің әрқайсысы оқытылатын саланың ерекшелігін негізге ала отырып, өзіндік мағынасын нақтылады. Қазақстан Республикасының «Мемлекеттік қызмет туралы» заңында мемлекеттік қызметкер, мемлекеттік қызмет ұғымдарына анықтама берілген. Қазақстан Республикасының «Мемлекеттік қызмет туралы» Заңының 1-бабының 1-тармағының 12-тарамағына сәйкес «Мемлекеттік қызметші – мемлекеттік органда Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген тәртіппен республикалық

немесе жергілікті бюджеттерден не Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкінің және (немесе) Қазақстан Республикасының заңсыз иемденілген активтерді мемлекетке қайтару туралы заңнамасында айқындалған арнаулы мемлекеттік қордың қаражатынан ақы төленетін мемлекеттік лауазымды атқаратын және мемлекеттің міндеттері мен функцияларын іске асыру мақсатында лауазымдық өкілеттіктерді жүзеге асыратын Қазақстан Республикасының азаматы» [1]. Әкімшілік құқықтық қатынастарының субъектісі ретінде мемлекеттік қызметкерлер мемлекеттік органдардағы лауазымдық өкілеттіктерін жүзеге асыру кезінде мемлекеттік биліктің мүддесі үшін функционалдық міндеттері мен өзге де қызметтерін атқаруға бағытталған іс-әрекеті.

Қазақстан Республикасында мемлекеттік қызметкерлердің қызметін ұйымдастыру және олардың еңбек қатынастарын Қазақстан Республикасының Конституциясы, Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі, Қазақстан Республикасының «Мемлекеттік қызмет туралы» Заңы және тағы басқада нормативтік құқықтық актілер реттестіреді. Мемлекеттік қызметкерлер еңбек еркіндігін таңдауға және әділ еңбек жағдайына, соның ішінде барлық азаматтар сияқты қауіпсіз және қолайлы еңбек жағдайында еңбек етуіне құқығы бар [2] делінген.

Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Әділетті Қазақстан: заң мен тәртіп, экономикалық өсім, қоғамдық оптимизм» атты Қазақстан халқына арналған жолдауында «Халық үніне құлақ асатын мемлекет» тұжырымдамасын ұсынғалы бес жылдан астам уақыт өтті. Осы уақыт ішінде қоғам мен билік құрылымдары арасындағы қарым-қатынас мәдениетін өзгерте алдық. Пікір білдірудің бірқатар тиімді тетігі және түрлі диалог алаңдары пайда болды. Мемлекеттік қызметшілердің азаматтармен тікелей сөйлесуі қалыпты жағдайға айналды. Бұл тұжырымдама мемлекеттік қызметшілер мінез-құлқының жаңа моделін қалыптастырды. Олар жауапкершілікпен, проактивті, ашық және тиімді жұмыс істей бастады. Дегенмен мемлекет пен қоғам арасындағы диалогтың сапасын одан әрі арттыра түсу үшін бәріміз адал әрі әділ болуымыз, тек заң аясында әрекет етуіміз, берген уәдеміз бен ісіміз үшін жауап бере білуіміз керек» [3]. Сөз етіп отырған «Халық үніне құлақ асатын мемлекет» тұжырымдасы мемлекеттік органдарының жұмысының тиімділігін арттыру мақсатында арнайы дайындығы бар кадрларды тарту мәселесіне назар аударылды. Аталған концепцияға сәйкес мемлекеттік билік өкілдері функционалдық міндеттемелерді орындауда, қоғаммен салиқалы қатынас орнатуда ұйымдастырушылық мәдениетті қалыптастыруы тиіс дегенді білдіреді.

Мемлекеттік басқарудың «адами орталықты» моделін қалыптастыру шеңберінде адами ресурстардың сапасын арттыру және мемлекеттік аппаратты кәсібилендіру ұйымда корпоративтік мәдениетті күшейтуді талап етеді. Мемлекеттік басқарудың жаңа моделі «халық үніне құлақ асатын», тиімді, есеп беретін, кәсіби және прагматикалық мемлекет қағидаттарына негізделетін болады. Қағидаттар мемлекеттік басқару жүйесінің негізгі қырларын, маңызды сипаттамаларын көрсетеді және мемлекеттік саясатты қалыптастыру мен іске асыруда, сондай-ақ мемлекеттік шешімдерді қабылдауда бағдар ретінде қызмет етуге арналған [4]. Мемлекеттік билік пен жасалып отырған реформалар «Ең алдымен адамдар» басты қағидатына бағынуға тиіс екендігі басты назарда болады. Қазіргі әлемде күшті және жетістікке жеткен ұйымның негізі болып құндылықтарға толы корпоративтік мәдениет құрайды. Қызметкерлердің адалдығына ықпал ететін ұйымдастырушылық мәдениет ретінде бағаланады, яғни соңғы нәтиже ұйымның жетістігіне әсер етеді деген ойлар келесідей.

Д.Элдриджу және А.Кромбидің айтуы бойынша «Ұйымдастырушылық мәдениет - жалпы мақсаттарға қол жеткізу үшін ұйым ішіндегі бірлескен топтар немесе жекелеген тұлғалар, құндылықтар, нормалар, мінез-құлық үлгісі және т.б. құрайды [5]. Мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетін әрбір қызметкер ескеруі қажет. Бірінші кезекте, ресми емес көшбасшылар, жоғары буын, сондықтан қызметкерлерді ынталандыру, қолдау маңызды болып табылады. Мемлекеттік органдардың атқаратын қызметтерінің тиімділігін, жұмысының

сапалығын арттыруда және өнімділігін көбейтуде мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениет негізгі рөлді атқарады. Қоғамға қызмет ету және басқарудағы жоғары нәтижелерге жету тұрғысында мінез-құлық ережелері мен нормалар сияқты өзіне қатысты құндылық жиынтығын қамтиды.

**Материалдар мен әдістер.** Ғылыми еңбек теориялық деңгейде дайындалған, онда мемлекеттік қызметкердің ұйымдастырушылық мәдениет мәселелері теориялық, әдіснамалық және практикалық тұрғыда жүйелі қарастырылған.

Мемлекеттік қызметкерге мемлекеттік функцияларды атқару қоғам мен мемлекет тарапынан білдірілген ерекше сенімі болып табылатынына сөзсіз, сондықтан ғылыми еңбекте мемлекеттік қызметшілердің адамгершілігіне, әдебіне мен моральдық бейнесіне жоғары талаптар қойылатыны зерттелді. Мемлекеттік қызметкерлердің ұйымдастырушылық мәдениетін қарастыруды экономика және құқықтық тұрғыдан зерттеу маңызды, сонымен қатар зерттеу барысында салыстырмалы-талдау әдістері қолданылды. Мемлекеттік қызметкерлердің еңбек қатынастарын реттеуде еңбек-құқықтық нормалары мен өзге де заңнамалық актілер қолданылды. Осылайша, мемлекеттік қызметкерлердің ұйымдастырушылық мәдениетін қалыптастыруда іскерлік қатынастарды зерттеуде психологиялық, философиялық, филологиялық, әлеуметтану, мәдениеттану, экономикалық және құқықтық тұрғыдан кешенді талдау жүргізілді.

**Нәтижелер мен талқылау.** Заманға сай ұйымдасқан жүйені дамыту үшін интеграциялық психологиялық үдерісте - мәдени парадигма үлкен рөл атқарады. Біз өз зерттеуімізді Жетісу облысы Қаратал ауданындағы мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетін зерттеуге арнадық.

Қаратал ауданындағы ұйымдастырушылық мәдениетінің жекелеген элементтерін дамыту бағытында 20 сұрақтан тұратын сауалнама жүргізілді, олар төрт негізгі бағытқа топтастырылды. Атап айтқанда, зерттелген мәселелер: қызметкерлердің жалпы жас ерекшеліктері және мемлекеттік органдағы жұмыс өтілі; ұжымдағы моральдық-психологиялық ахуал; еңбек тәртібін сақтау; жұмыс және еңбек жағдайларын ыңғайлы ету; ынталандыру жүйесі мен мансаптық өсу мүмкіндіктері; еңбек өнімділігін арттыруға бағытталған мотивация механизмдері; қызметкерлерге әлеуметтік-экономикалық қолдау көрсету; қызметтік міндеттерге жатпайтын қосымша жұмыстар немесе шамадан тыс жүктеме мәселелері; адалдық және кәсіби этика қағидаттарын сақтау; жас мамандарды қолдау шаралары.

«Әдеп және өзара қарым-қатынас» көрсеткіші бойынша мемлекеттік қызметшілер «әріптестер арасындағы қолдау мен өзара іс-қимыл деңгейі» өздерінің мемлекеттік органында «жоғары деңгейде» (79%) екенін атап өтті. Алайда, респонденттердің 20%-дан астамы ұжымдық ортада әрдайым өздерін жайлы сезінбейтінін білдірді. Бұл ұжымның бірлігін нығайту, проблемалық жағдайларды реттеу, топтық жұмыстың тиімділігін арттыру, іскерлік қатынастар мәдениетін қалыптастыру және белгіленген шектеулер мен тыйымдардың сақталуын бақылауды қамтамасыз ету қажеттілігін көрсетеді.

Мәселен, мемлекеттік әкімшілік қызметке алғаш кірген және мемлекеттік әкімшілік лауазымға алғаш тағайындалған мемлекеттік қызметшілерді қайта даярлау курстары аясында «әдеп және парасаттылық», «Сыбайлас жемқорлыққа қарсы мәдениет және парасаттылық» сияқты пәндер енгізілді. Сонымен қатар, «Мемлекеттік қызметшілердің этикасы мен имиджі», «Сыбайлас жемқорлыққа қарсы комплаенс» сияқты тақырыптар бойынша вебинарлар мен жаттықтырушы-тренингтер ерекше сұранысқа ие болды.

Мәдениеттің өзгеруі және бірқатар дамыған елдердің мемлекеттік қызметшілерінің санасының өзгеруі тәжірибесінде көшбасшылықты оқыту және дамыту арқылы айтарлықтай нәтижелерге қол жеткізіледі. Оқыту қозғаушы күшке (көшбасшылар, өзгеріс агенттері, басшылар) және басқа қызметкерлерге арналған оқыту бағдарламаларының кешенін білдіреді.

Ол үшін негізгі қызметкерлер көшбасшылық, жанжал - менеджмент, стресс-менеджмент

бойынша құзыреттерді күшейтетін ”өзгерістер агенттерінің білім орталығын” құру ұсынылады. Оқытуды мемлекеттің бағдарламалық міндеттері мен көзқарастарымен байланыстыру керек. Егер мемлекеттік қызметшілердің барлық санаттары үшін оқытуда мемлекеттік қызметшілердің мінез-құлқын түзететін Мемлекеттік қызмет құндылықтарын ілгерілету негіз болатын болса, онда қозғаушы күш үшін оқыту басқарушылық мәдениетті, көшбасшылықты, стратегиялық ойлауды, командалық білім беруді дамытуға негізделуге тиіс.

Осыған байланысты мыналар ұсынылады:

- мемлекеттік қызметшілерді дамыту және мансаптық ілгерілету шеңберінде тыңдаушылардың барлық деңгейлері үшін” мемлекеттік қызметтің құндылықтары ” (Оңтүстік Корея тәжірибесінде);

- ”А” корпусының мемлекеттік қызметшілері үшін мынадай бағыттар бойынша оқытудың арнаулы қысқа мерзімді бағдарламаларын құруға: мемлекеттік қызметтегі жанжалдарды басқару бойынша дәріс.

Осылайша, ұсыныстарды іске асыру үшін көшбасшылықты дамытуда, күшті ақпараттық жұмысты қоса алғанда, ішкі және сыртқы орта үшін коммуникациялар құруда, көшбасшылық бағдарламалары бойынша персоналды оқытуда, Сингапур мен Корея Республикасының тәжірибесі бойынша Мемлекеттік қызметтің құндылықтарында, персоналмен тұрақты идеологиялық жұмыста көрініс табатын ресурстармен өзгерістердің стратегиялық маңызды процесін үздіксіз қоректендіру қажет.

«Еңбек нормалылығы» бөлімі «Жұмыс жүктемесі», «Еңбек жағдайларына қанағаттанушылық», «Мамандардың жетіспеушілігі» сияқты мәселелерді қамтиды. Жүргізілген талдау нәтижелері бойынша деректер келесідей бөлінді: жүктемеге қанағаттанушылық деңгейі 79,6%-ды құрады, ал еңбек жағдайларына 87% респондент қанағаттанатындарын айтты. Сонымен қатар, 13% жұмыс орындарының жеткілікті деңгейде жабдықталмағанын, барлық қажетті ақпараттық жүйелерге үзіліссіз қол жеткізу үшін техникалық қамтамасыз етудің жеткіліксіздігін атап өтті.

Респонденттердің басым көпшілігі (80%-дан астамы) жұмыс көлемін орындауға қажетті мамандардың жүйелі түрде жетіспейтінін көрсетті, бұл өз кезегінде әрбір қызметкерге түсетін жүктеменің едәуір артуына әкеледі.

***1. Сыйақы жүйесі***

1.1. Жалақы деңгейіне қаншалықты қанағаттанасыз?

- Өте қанағаттанамын 6%

- Қанағаттанамын 26,5%

- Бейтарап 18,1%

- Қанағаттанбаймын 36,1%

- Мүлде қанағаттанбаймын 14,5%

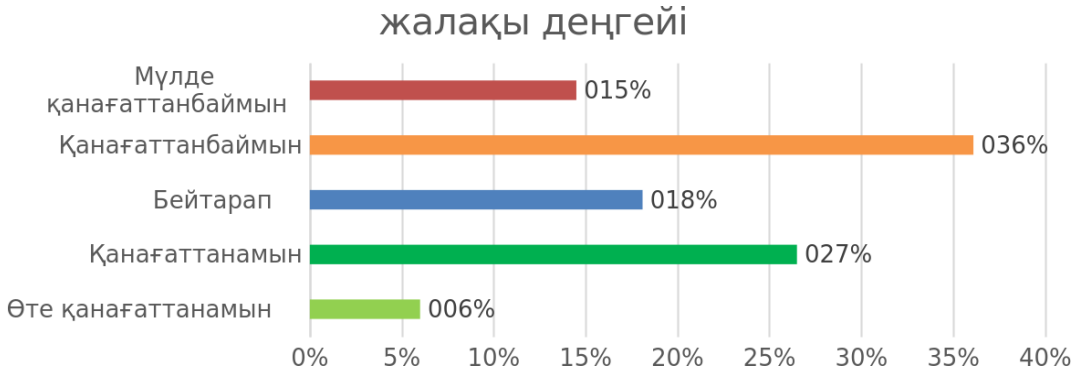



**Диаграмма 1 - Жалақы деңгейі**

1.2. Сыйақы мен бонустар жүйесі қаншалықты ашық және әділ?

- Толық ашық және әділ 25,3%

- Көбіне ашық 49,4%
- Көбіне ашық емес 18,1%
- Мүлде ашық емес 8,4%

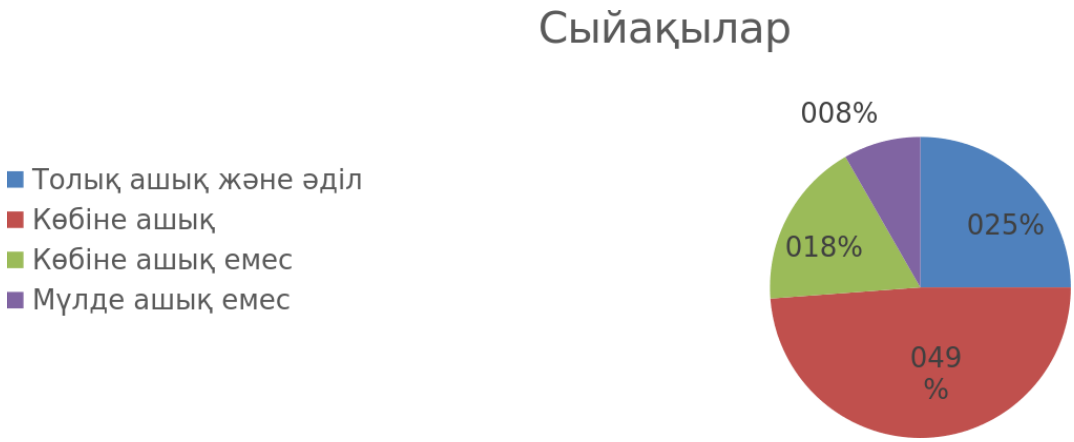



**Диаграмма 2 - Сыйақылар**

1.3. Жұмыстағы күш-жігеріңіз тиісті деңгейде бағаланады деп санайсыз ба?

- Иә, толық 30,1%
- Көбіне иә 42,2%
- Көбіне жоқ 21,7%
- Мүлде жоқ 6% [6].

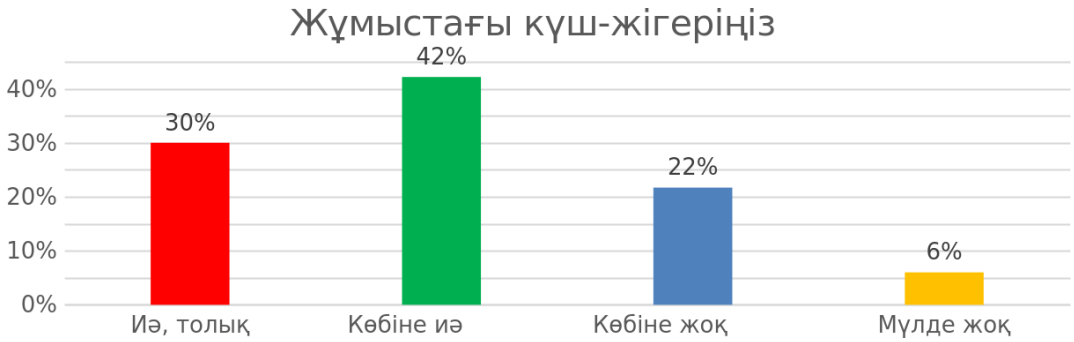



**Диаграмма 3 - Жұмыстағы күш-жігер деңгейі**

«Сыйақы тағайындау» бойынша сауалнамаға қатысқан респонденттердің 50%-дан астамы өз жалақыларына қанағаттанбағанын, бейтараптылықты 18% ұстаным білдірді, ал қызметкерлердің 32,5%-ы оң баға бергенін атап өткен жөн. Атап айтқанда, сауалнамаға қатысушылардың 74%-дан астамы сыйақы беру және ынталандыру механизмдеріне көңілі толатындағын және әділ әрі ашық деп санайды және тұтастай алғанда ол басқа жеке немесе басқа ұйымдардағы деңгейге сәйкес келеді. Бірақ сонымен бірге, 18,1% бұл пікірмен келіспейді, ал 8,4% бұл пікірмен абсолютті келіспеушілік бар. Мемлекеттік қызметшілерді ынталандыру тетіктері заңнамалық деңгейде реттелетінін атап өткен жөн. Дегенмен, бүгінгі күні мемлекеттік қызметшіні көтермелеу басшылықтың қалауы бойынша ғана шешіледі, бұл сауалнама нәтижелері бойынша әрқашан объективті бола бермейді.

Жалпы алғанда, Жетісу облысы Қаратал

ауданында мемлекеттік қызметшілері ұйымдастырушылық мәдениетті оң бағалады. Аудандағы моральдық-психологиялық климатты жоғары дейгейде екендігін атап өтті. Басшылық қол астындағы қызметкерлерге құрмет пен сыпайылықпен қарым-қатынасын қалыптастырылғандығын, іскерлік байланыс орнатқандығын мақтанышпен жеткізді. Дегенменде жұмысты жақсарту үшін келесідей ұсыныстар айтылды: мемлекеттік қызметке алғаш кірген мамандар және мемлекеттік әкімшілік лауазымға алғаш тағайындалған мемлекеттік қызметшілерді қайта даярлау курстары аясында «Мемлекеттік қызметшілердің этикасы мен имиджі», «Әдеп және парасаттылық» «Сыбайлас жемқорлыққа қарсы мәдениет және парасаттылық» сияқты тақырыптар бойынша вебинарлар мен жаттықтырушы-тренингтер ерекше сұранысқа ие болды. Екіншіден, аудандық әкімшіліктегі мамандардың жетіспеушілігі, жұмыс жүктемесінің ауырлығы, кейбір қызметкерлерге артық жүктеме беру жағдаяттары орын алуда, бұл қызметкердің шамадан тыс жұмыстар орындау барысында шаршауына және қызмет сапасының төмендеуіне әкеп соғады. Үшіншіден, жұмыс уақытының аяқталуына қарамастан, үйге уақытылы қайта алмауы. Мекеме басшылығының жұмыс орнында жиі ұстап қалады. Олар функционалдық лауазымдық міндеттеріне сай келмейтін жұмыстар тапсыратындығын ескертті. Мекеме басшысы күні бойы өзі жұмыс орнында отырмағанына қарамастан, қызметкерді басшылықтан бұрын жұмыс орнынан шығып кетуіне жол бермеуге тырысатындығын байқатты. Сауалнамаға қатысушылар тапсырмалар орындау мерзімінің қысқа мерзімге берілуі, жұмысты қайта жасауға себеп болуы деп түсіндіреді.

Сонымен қатар, жұмыс орындарының жеткілікті деңгейде құрал-саймандармен, компьютерлік-техникамен жабдықталмағанын, барлық қажетті ақпараттық жүйелерге үзіліссіз қол жеткізу үшін техникалық қамтамасыз етудің жеткіліксіздігін атап өтті.

Жұмыстан босатылатын қызметшілермен жүргізілген сауалнамаға сәйкес мемлекеттік қызметтен кетудің негізгі себептері еңбектің қалыптан тыс болуы, жалақының төмендігі, жұмыстың мақсаттар мен үміттерге сәйкес келмеуі, сондай-ақ мансаптық өсу перспективасының болмауы болып табылады. Бұл ретте өз еркімен жұмыстан шығарылғандардың 72%-ы қызметте 3 жылдан аз жұмыс істеді [6]. А.Ж. Аяғанова мен Б.А. Тұрғазы «Мемлекеттік қызметкердің кәсіби және психологиялық мәдениеті» атты еңбегінде «бүгінгі таңда мемлекеттік қызмет жүйесінің мазмұны мен рөліне деген көзқарастың өзгеруі осы сала мамандарының кәсіби және психологиялық мәдениетіне талапты күшейтіп отыр. Билік пен халық арасындағы өзара ынтымақтастыққа қол жеткізуге, әлеуметтік-экономикалық жаңғыруды жүзеге асыруда басқарушылық тетіктерді оңтайландырып қоймай, сонымен қатар мемлекеттік қызметшілердің қызмет тиімділігін арттыру жолдарын анықтау маңызды мәселелердің бірі болып табылады [7]. Авторлар ойынан шығатын қорытынды мемлекеттік қызметкерлердің кәсіби және психологиялық мәдениетін жетілдіру мәселесіне көңіл аударылып, билік пен халық арасында ашық диалог орнату арқылы серіктестікті орнату керектігі, сонымен қатар билік механизмдерін жаңғырту арқылы мемлекеттік қызметшілердің функционалдық міндеттеріне жауапкершілікпен қарауды және жұмыс тиімділігін көтеру нысаналы бағыттарын анықтау тетіктерін іздестіру өзекті проблема екендігі анықталды.

Мемлекеттік органдар және олардың басшылары мемлекеттік қызметкердің еңбек нормаларын бұзуға өздері итермелейтіндігі, жасанды түрде жасайтындығы байқалды. Аталған сұрақтарды шешу үшін облыс және республикалық маңызы бар қалалардың әкімдігі аппаратының басшылары үшін жұмыс режимін сақтауды, оның ішінде қолайлы жұмыс кестесі, үстеме еңбегі үшін ақы төлеу, қосымша еңбек демалыстарын беруді көздейтін негізгі нысаналы индикаторлар белгілеуді ұсынған болатын [8, 21 б.]. Авторлар зерттеу барысында мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетті қалыптастыру үшін қолайлы еңбек жағдайын жасауды ұсынған. Сондай-ақ

ҚР мемлекеттік органдарда корпоративтік мәдениеттің қалыптасуы мен дамуына ерекше көңіл аударылады. Жүргізілген зерттеулерге сәйкес Ж.Байжомартова мен М.Кадырова мемлекеттік қызметкерлердің арасындағы жүргізілген сауалнаманың талдауы бойынша жұмысты жақсарту қажеттілігі анықталды: ұжымдағы қолайлы еңбек жағдайының моральді-психологиялық климат және қызметкерлерді ынталандыру жүйесіне байланысты практикалық ұсыныстар енгізеді.

Мемлекеттік қызметшілердің ұйымдастырушылық мәдениетін қалыптастыру бойынша әлеуметтанушылармен, философтармен, басқару жүйесіне қатысты ғалымдармен зерттелді.

Ресейлік ғалым Т.С. Соломанидина келесіні ұсынған болатын «Ұйымдастырушылық мәдениет – ұйымның жетістікке жетуіне мүмкіндік беретін, компания қызметкерлерінің мінез-құлқы және мәселелерді шешу тәсілдері құрайды. Сондай-ақ материалдық және материалдық емес көтеру арқылы қалыптасқан, анық және жасырын, процестер мен құрылымдарға саналы және саналы емес философиялық, идеологиялық және құндылықтар бірлігін анықтайтын ұйымның әлеуметтік-рухани өрісі [9, 43 б.].

И.В. Грошевтың пікірінше «Ұйымдастырушылық мәдениет – ұйымның басым көпшілік мүшелелерін бөлінетін сыртқы ортаға бейімдеу құралы болып табылатын ынталандыру және олардың қызметін қамтамасыз ету барысында нормалар мен құндылықтар ретінде қарастырды» [10,105 б.]. Қызметкерлердің мінез-құлқы уақыт өте келе белгілі бір заңдылықтарды, стильдерді, нормаларды қалыптастырады. Қызметкердің жекелеген әрекеттері жалпы нәтижелерге әсер етуі ықтимал, ал нақты жағдайларды талқылау құндылықтарға негізделеді. Қызметкер жұмыс бабында жүріп, тәжірибие жинақтау арқылы уақыт өте «нығайып», ұйымдастырушылық мәдениетті қалыптастыру кезінде қызметкерлердің мінез-құлқын өзі анықтайды. Хофштеде әдістемесі бойынша ұйымдастырушылық мәдениеттің бес негізгі көрсеткіші есептелді. Даралық көрсеткішке сүйенсек, жекелеген адамдар арасындағы байланыс болмашы қоғамды сипаттайды деген пайымдау қалыптасқан. Әрбір қызметкер өзіне және отбасына қамқорлық жасайтыны анық [11].

Жалпы мемлекеттік қызметкердің кәсіби мәдениетін құндылықтар кешені мен мінез-құлық нормалары кешені құрайды. Әсіресе бұл мемлекеттік басқару жүйесінің көрсеткіші болып табылады. Осы орайда біз құндылықтарға тоқталып өтуді жөн көрдік. Құндылық - бұл адам қол жеткізу үшын бар ресурсын; күш-жігерін, уақытын, қаржысы және т.б. жұмсайтын жағдай. Құндылықтарды мәнез-құлықтың мәнді зерделеушісі (алға тартушы) ретінде тұжырымдауға болады. Зерттеулерде құндылықтардың көптеген сипаттамасы қарастырылды [11 - 13]. Ғалымдар М.С. Яницкий пен Isa Bertram, Robin Bouwman, ғылыми еңбектерінде мемлекеттік қызметкердің кәсіби мәдениетке құндылықтар мен мінез-құлық нормалары кешенін қарастырды. Сондай-ақ құндылықтардың белгілерін нақтылады. Мемлекетік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениеті - белгілі бір мемлекеттік органның мемлекеттік қызметшілері қабылдайтын және бірлескен қызметінің өнімі болып табылатын жағдайларда жүзеге асырылады, қызметтік жүріс-тұрыс нормалары мен құндылықтар жиынтығы құрайды [14]. Бұл жерде мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетін қалыптастыруда белгілі бір мемлекеттік органның қабылдайтын және бірлескен қызметінің өнімі болып табылатын жағдайларда жүзеге асырылатын қызметтік жүріс-тұрыс нормалары мен құндылықтар жиынтығы құрайды деген ойды білдіреді, бұл құптарлық жағдай. Ғалым П.Кенсок құндылықтарға негізделе отырып, өмірді ұйымдастырудың тиімді құралын ұсынады. Аталмыш ғалым еңбектерінде көрсетілген құрал жеке тұлғаның, сонымен қатар команданың құндылықтары мен роліне талдау жасауға көмектеседі. Осы зерттеулер көрсеткендей құндылықтарға бағдарланған басқару қарапайым тәжірибеге және шешім қабылдауға бағытталған болуы тиіс. Ұйымдастыру мәдениеті – менеджмент ғылымдарының сериясына енетін ең жаңа білім саласы. Ол салыстырмалы түрде жаңа білім саласында ерекшеленді - компаниядағы жалпы комбинацияларды, негіздерді, заңдар мен үлгілерді зерттейтін ұйымдық мінез-құлық.

Әр түрлі елдердің мемлекеттік қызмет құндылықтарының жиынтығын зерттеу, жалпы алғанда, бұл құндылықтар өте ұқсас екенін көрсетті. Көптеген құндылықтардың негізгі біріктіруші хабары азаматтарға адал қызмет ету болып табылады. Қазақстанның мемлекеттік қызметінің ұйымдастырушылық мәдениетін дамыту үшін Сингапурдың тәжірибесі жақсы үлгі болып табылады. Мемлекеттік қызметшілердің ұйымдық мәдениеті мен санасын өзгерту құралдарының бірі 1995 жылы мамырда енгізілген ”21 ғасырдағы Мемлекеттік қызмет” бағдарламасы деп танылады. Бағдарлама азаматтарға шығармашылық көзқарас пен тиімді қызмет көрсету мақсатында өзгерістерді болжауға, қарсы алуға және қабылдауға бағытталған Сингапурдың Мемлекеттік қызмет стандартының тасымалдаушысы болды. Ps21 бағдарламасының миссиясы бүкіл мемлекеттік секторға өзгерістер енгізу және екі негізгі тапсырманы орындау болып табылады:

- жоғары сапа, сыпайылық және жеделдік стандарттарымен азаматтарға қызмет көрсетудің жоғары сапасына ұмтылуға тәрбиелеу;

- мемлекеттік қызметшілердің моральдық, адамгершілік рухы мен әл-ауқатын ескеретін қазіргі заманғы басқару құралдары мен әдістерін пайдалану арқылы нәтижелілік пен экономикалық тиімділікті арттыру үшін үздіксіз өзгерістерді қолдау және ынталандыру жағдайларын жасауға жәрдемдесу.

Бағдарлама Сингапур мемлекеттік қызметінің ойлау, мінез-құлық, ұйымдастырушылық мәдениетінің дамуына әсер етті. Сингапур мемлекеттік қызметінің негізгі мақсаты-ұлт пен мемлекетке адал қызмет ету. 2003 жылы қайта қаралған және қайта бекітілген Мемлекеттік қызметтің негізгі құндылықтары-адалдық, қызмет және шеберлік. Бұл құндылықтар бағдар ретінде қызмет етеді, мемлекеттік қызметшілердің мінез-құлық ережелері мен жұмыс мазмұнын анықтайды, мақтаныш пен мемлекеттік қызметшілер қатарына жату сезімін тудырады. Осы үш құндылыққа берілгендік Сингапур мемлекеттік қызметінің басқару саласындағы халықаралық беделінің өсуіне ықпал етті. Бұл құндылықтар ережелер мен нұсқаулықтарға енгізілген, мемлекеттік қызметтегі жаңартылған мінез-құлық кодексіне енгізілген.

Ұлыбританияда мемлекеттік қызметтің негізгі құндылықтары мен барлық мемлекеттік қызметкерлер ұстанатын мінез-құлық стандарттары азаматтық қызмет кодексінде сипатталған. Мемлекеттік қызметтің негізгі құндылықтары адалдық (integrity), объективтілік (объективтілік) және бейтараптық болып табылады impartiality). Бұл құндылықтар мемлекеттік қызметке қатысты барлық мүмкін болатын ең жоғары стандарттарға қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Бұл өз кезегінде мемлекеттік қызметке үкіметті, парламентті, қоғамды және қызмет алушыларды құрметтеуге көмектеседі. Канаданың тәжірибесі басқа елдерден біршама ерекшеленеді. Канадада мемлекеттік қызметтегі құндылықтар мен этика бір мемлекеттік қызметтегі құндылықтар мен этика кодексіне біріктірілген - Values and Ethics Code For The Public Service. Мемлекеттік қызметтің құндылықтары құндылықтардың келесі үш түрінің теңдестірілген шеңберін құрайды:

- демократиялық құндылықтар (Democratic Values) – шенеуніктерге заң шеңберінде азаматтардың мүдделеріне қызмет етуге жәрдемдесу;

- кәсіби құндылықтар (кәсіби құндылықтар) - Құзыретті, шеберлікпен, тиімді, объективті және бейтарап қызмет ету; –

этикалық құндылықтар (этикалық құндылықтар) - әрқашан азаматтардың сеніміне ие болу үшін әрекет ету;

- адами құндылықтар (People Values) – азаматтармен және әріптестермен жұмыста құрмет, әділдік, сыпайылық көрсету.

Мемлекеттік қызмет жүйесіндегі кәсіби мәдениеттің тағы бір құрамдас бөлігі тұлғаның жеке қасиеттері болып табылады. Мемлекеттік қызметші құзыреттілігінің бірыңғай шеңберіндегі жеке қасиеттерге жауапкершілік, бастамашылдық және күйзеліске төзімшілдік жатады. Жауапкершілік – бұл өз әрекеті мен нәтижелеріне жауапкершілік таныту. Бастамашылдық дегеніміз жаңа идеяларды әзірлеу және ұсыну, негізгі міндеттерінен бөлек қосымша жұмыстарды орындау болып табылады. Ал күйзеліске

төзімшілдік – сынға сабырлық таныту және ол негізделген болса, кемшіліктерді жою бойынша шараларды қабылдау деп тұжырымдауға болады [15, 44 б.].

Ғалым М.Багатыров «Организационная культура: сущность и роль в системе управления» атты диссертациялық жұмысында шетелдік және ресейлік ғалымдарың еңбектерін талдай келе, ұйымдастырушылық мәдениеттің негізгі үш позициясын:

- басқару объектісі ретінде;

- басқару әдістемесі не басқару құралы ретінде;

- ұйым қызметкерелерін басқару ортасы ретінде ұсынған болатын [16, 44 б.].

Ресейлік ғалым М.Багатыровтың ұйымдастырушылық мәдениетке қатысты айтылған үш позициясы да орынды деуге болады. Кеңестік ғалым Е.В. Козниевская зерттеулерде өзіндік бағалау кәсіби өзіндік сананың жүйе қалыптастырушы бөлшегі болып табылады. Бұл жағдайда кәсіби өзіндік бағалау мемлекеттік қызметшілердің жетістікке жету мотивациясының факторы ретінде алға шығады [17,122 б.].

Мемлекеттік органдарда корпартивтік мәдениетті қалыптастыру үшін ресми іскерлік қарым-қатынас орнату маңызды. Ресми іскерлік қарым-қатынас мәдениеті мемлекеттік органдардың кәсіби қызметінің құрамдас бөлігі ретінде қалыптасады.

Отандық ғалым К.О. Айтмухаметова атап өткендей «Мемлекеттік қызметте негізінен ресми стиль қолданылады. Ресми іскерлік қатынас деп адамдардың кәсібі, мамандығымен байланысты қызмет орындарында, мәдени-көпшілік мекемелерде жүзеге асатын қатынастың түрін айтамыз. Мұндай орындардағы мұндай қатынастың түрі ресми сипатқа ие. Мемлекеттік қызметшілердің, оқытушы мен магистранттың арасындағы қарым-қатынас ресми іскерлік қарым-қатынасқа жатады [18,84 б.]. Тілдік нормалардан ауытқу және іскерлік коммуникация қағидаларын бұзу жұмыс тиімділігіне теріс әсер етуі мүмкін» деген болатын. Сондықтан, мемлекеттік қызметкерлер алдында жариялы баяндама жасау дағдысы мен сөйлеу мәдениеті дамытуға назар аудару маңызды. Осылайша, мемлекеттік органдардағы жұмыс тиімділігін арттыруда және халыққа сапалы қызмет көрсетуде - мемлекетік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениеті маңызды құрал ретінде бағаланады.

Қоғамдық өмірдің әр саласында қызмет етіп жүрген адамдардың еңбегіне лайық әр түрлі атақ-дәрежелері болады. Мәдениетті елдің дәстүрінде ондай атақ, кісі фамилиясымен қоса айтады [19,105 б.]. Ақырында, кәсіби білім мен қабілеттердің өтімділік дәрежесі менеджер тек осы ұйымда ғана талап етілетін бірегей жұмыстарды және тиісті лауазым үшін стандартты жалпы сипаттағы жұмыстарды орындайтын пропорцияны білдіреді. Кәсіби маманның табыстылығы адамның өзін бағалауына байланысты болады. Сонымен қатар өзіндік бағалау адамның күшін ұтқырландыруға, жасырын мүмкіндігін, шығармашылық әлеуетін жүзеге асыруға жағдай туындататын маңызды фактор болып табылады. Осы тұста айта кететін жайт төмен өзіндік бағалауды шетелдік зерттеулерде ұят сезімінде болады деп тұжырымдайды [20].

Бұл зерттеулерде ұят сезімі тұлғаның әлеуметтік Мен құрылымын құнсыздандырады. Мәселен өзіндік бағалаудың төмен болуы әлеуметтік тұрғыда нашар бағаланатын қызметте көрініс береді. Қызмет тиімділігінің төмендеуі әлеуметтік жағдайға қауіп төндіретін психологиялық күйлердің жоғары реакцияларына әкеледі. Атап айтқанда, әлеуметтік өзін өзі бағалаудың төмендеуі және ұят сезімінің жоғарылауы [21].

«Мемлекеттік қызметшілер өз қызметінде мемлекеттік саясатты ұстануға және оны дәйекті түрде іс жүзіне асыруға, қоғамның мемлекеттік қызметке, мемлекет пен оның институттарына деген сенімін сақтауға және нығайтуға ұмтылуы тиіс» [22]- деп көрсетілген. Мемлекеттік қызметшілердің қызметтік әдебі мынадай қағидаттарға негізделеді:

- адал ниеттілік – қоғам игілігі үшін мемлекетке кәсіби және жауапты қызмет ету;

- адалдық – өз міндеттеріне шынайы көзқарас;

-әділдік – жеке және заңды тұлғалардың,

қоғамдық топтар мен ұйымдардың ықпалына қарамастан заңды шешім қабылдау және кез келген мән-жайлар бойынша біржақтылық пен субъективтілік себебінен адамдарды кемсітуге жол бермеу;

- ашықтық – жұртшылықпен жұмыс істеуге дайын екенін көрсету және өз іс-қимылының ашықтығын қамтамасыз ету;

- сыпайылық – азаматтар мен әріптестерге дұрыс және құрметпен қарау;

- клиентке бағдарлану – мемлекеттік қызметтерді тұтынушы ретінде халықтың сұраныстарына толықтай бағдарлай отырып, көрсетілетін мемлекеттік қызметтердің сапасын арттыру және жолданымдарды қарау кезінде төрешілдік көріністеріне және әуре-сарсаңға салуға жол бермеу жөнінде шаралар қабылдау.

Жоғарыдағыларды тарқатсақ, мемлекеттік қызмет оны атқаратын азаматқа қоғам мен мемлекет атынан артылатын «сенім жүгі», оны атқаруда азаматқа қоғам тарапынан биік адамгершілік құндылықтарды ұстану, кәсіби әдеп нормаларын сақтау талаптар қойылады. Елімізде шенеуніктерді жұмысқа қабылдауда азаматтардың шынайы түрде ұстанатын әдеп стандарттары мен адалдық талаптары әлі қалыптаспаған. ҚР мемлекеттік қызмет істері агенттігі мен БҰҰ ДБ (ПРООН) бірігіп жасаған есебінен, мемлекеттік қызметке кіруде өзінің туындауы мүмкін мүдделер қақтығысы туралы жариялаамау, қызметтік ілгерілеудегі мүдделер қақтығысының жиі ұшырасуы салдарынан мемлекеттік құрылымдарға деген сенімнің төмендеп келе жатқанын көруге болады [23]. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, мемлекеттік қызметтің қоғам мен халық алдындағы міндетін атқару барысында адамгершілік құндылықтарды ұстану, кәсіби әдеп нормаларын сақтау жөніндегі талаптар қойылған. Францияның мемлекеттік қызметін этикалық реттеу тәжірибесін талдай отырып, жыл сайынғы тәртіптік санкциялар кестесін жүргізу тәжірибесі қызығушылық тудырады. Францияда бұл кестеде нақты мемлекеттік органның қызметкерлері жасаған құқық бұзушылықтар және оларға қолданылған санкциялар туралы мәліметтер бар. Бұл ретте құқық бұзушылық жасаған қызметкерлердің тегі мен лауазымы ашылмаған күйінде қалады.

**Қорытынды.** Мемлекеттік қызметкерлердің жүріс-тұрысы мен мінез-құлқы іскерлік қатынастарын реттеуде мемлекеттік қызметті ұйымдастыру маңызды болып табылады.

Осының ішінде ең маңыздысы жоғарғы органдар мен лауазымды адамдардың шешімдері және мемлекеттің жүктеген міндеттерін орындау барысында әділ, парасатты, адал, қиянаттыққа бармайтын, көңілге сенім ұялататын, отанға деген парызының беріктік қасиеттері атқару болып саналады. Біздің ойымызша төмендегідей қорытындыларға келдік:

Біріншіден, мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениетті қалыптастыруда ұйым қызметкерлері арасында функцияларды теңдей бөлмеу, кейбір қызметкерлерге артық жүктеме беру жағдаяттары орын алуда, бұл қызметкердің шамадан тыс жұмыстар орындау барысында шаршауына және қызмет сапасының төмендеуіне әкеп соғады. Сондай-ақ құрылымдық бөлімдерде мамандардың жетіспеушілігі орын алатын жағдайлар тағы бар. Жұмыс жүктемесінің шамадан тыс болуы қызметкердің жұмыстан кетуіне себеп болуы мүмкін. Сондықтан, мекеме басшысына қарамағындағы қызметкерлерге жұмысты бірқелкі беруі тиіс деген ойдамыз.

Екіншіден, мемлекеттік қызметкерлердің жиі жұмыстан ауысу мәселесі жылдан-жылға қайталанып келеді. Мемлекеттік қызметтегі басшылықтың командалық әдіспен жұмысқа келуі, іскер азаматтардың жұмыстан кетуіне әкеліп соғуда. Қызметкерлерге лауазымдық міндеттерге сай келмейтін жұмыстар тапсыру жұмыстан өз еркімен кетіруге негіз болуы мүмкін. Облыстық маңызы бар қалалар, аудан, ауданға теңестірілген қалалардың әкімдігінде ауыс-түйіске жол бермеу шараларын іздестіру маңызды, себебі жергілікті әкімшіліктерде сол ауданның тұрғылықты халқы жұмыс істейтінін назарда ұстауы қажет.

Үшіншіден, мемлекеттік қызметкердің қызметінің тиімділігін және жұмыс сапасын арттыру үшін ынталандыру механизмдерін енгізу маңызды. Ынталандыру материалдық және материал-

дық емес нысанда болуы мүмкін. Мемлекеттік органдарда ынтыландыру кезінде лайықты емес қызметкерлер иеленуі не марапатталуы орын алады деген теріс пікірлер бар. Бұл мемлекеттік органдағы қызметкерлер арасында алауыздық пен сенімсіздік туғызады. Ынталандыруды кей жерлерде ақылы және ақылы емес депте қарастыралады.

Оңтүстік Кореяда қызметкерді ақшалай және ақшалай емес ынталандыруды ұсынған. Ақшалай ынталандыру сыйақы, үстемақы және жұмысты сәтті орындаған тұлғаға төлем. Ақшалай емес ынталандыру қызметкердің нәтижелері жетістіктерді есепке алу жүйесінде ескеріледі, марапаттар беріледі. Бұл бағалаулар жыл қорытындысы бойынша жалақы көтеруде басшылыққа алынады.

Мемлекеттік қызметкерлерді ынтыландыру үшін сыйақы беруде ашықтық пен жариялық қағидалары арқылы іске асыру қажет. Сондай-ақ, сыйақы беру жалғыз басшымен шешілмеу керектігі қозғалды, яғни түрлі құрылымдық бөлімшелер қызметкерлер арасынан құрылған комиссия жасырын дауыс беру арқылы анықтағаны жөн деген ойдамыз. Үздіктерді және ақшалай сыйақыға лайықты қызметкерлерді анықтау үшін жасырын дауыс беру жүйесін енгізу пайымдалды. Осылайша, сыйақы беру кезінде мемлекеттік қызметкердің жұмыс сапасын арттыру жағдайын және қызметінің тиімділігін бағалау критерийлерін ескеру маңызды.

Төртіншіден, мемлекеттік қызметкердің ұйымдастырушылық мәдениетін қалыптастыру үшін әдеп ережелерін сақтау ерекше маңызға ие. Басшы тарапынан қарамағындағы мемлекеттік қызметкерге қатысты әдепке жатпайтын (кекету, мұқату, дөрекілік, қорлау, балағатты сөздер, харассмент, қол көтеру) іс-әрекеттер орын алуы мүмкін. Республикалық маңызы бар қалалар мен облыстық әкімшіліктерде мемлекеттік қызметтегі ұйымдастырушылық мәдениеттің қалыптасуы мен әдеп ережелерінің сақталуын әдеп жөніндегі уәкіл іске асырады. Мемлекеттік органдарда әдеп жөніндегі уәкіл институт енуімен байланысты мекеме ішінде іскерлік қарым-қатынас орнауына, ұйымдастырушылық мәдениеттің қалыптасуына, қызметтегі мүдделер қақтығысының алдын алу, қызметкерлердің жүріс-тұрысы мен мінез-құлқын реттеуде, белгілі бір шектеулер мен тыйым салу процесін сақтауда бақылау күшейтілді. Әдеп жөніндегі уәкілдік жүктелген қызметкер тапсырмаларды орындамаған не тиісті дәрежеде орындамаған жағдайда жауаптылыққа тарту қиынырақ, себебі негізгі жұмысы болып табылмайды. Осыған байланысты, облыстық маңызы бар қалалар, аудан, ауданға теңестірілген қалалар әдеп жөніндегі уәкілдік штаттық бірлігін енгізу ұсынылып отыр.

Бесіншіден, мемлекеттік қызметкердің ұйымдастырушылық мәдениетін қалыптастыру үшін тағы бір маңызды қоғамдық институттың қажеттілігі бар. Мемлекеттік органдардағы әдеп ережелері мен мемлекеттік қызметкердің ұйымдастырушылық мәдениетін қалыптастыру үшін әдеп жөніндегі Қоғамдық ұйымды құру қажеттілігі бар деп есептеймін, қоғамдық кеңес мүшелері жасырын дауыс беру арқылы әдеп жөніндегі уәкіл мемлекеттік органдардағы абыройлы және құрметке лайық мемлекеттік қызметкерлер ішінен сайлануы тиіс.

Алтыншыдан, Бекітілген заңнама бойынша мемлекеттік қызметкердің зейнетке шығу жасы 63 құрап отыр. Егде жасқа жеткет қызметкер тез шаршайды, жұмыстың тез әрі нәтижелі бітуін емес, жұмыс уақытының тез аяқталуын қалайтыны ақиқат. Тиісінше жұмыс өнімділігі мен тиімділігінің азаюына, сапаның төмендеуіне әкеп соғады. Шаршаған мемлекеттік қызметкердің ешнәрсеге зауқы болмайды, нәтиже бермейді. Сондықтан, мемлекеттік қызметкердің зейнетке шығу жасын 60-жасқа азайту қажеттілігі бар, мұны өмір көрсетті. Бұл зейнетке шығу жас шамасы халықаралық тәжірибеге сай келеді. Сондай-ақ, зейнетке шығу жағдайы әлемде қалыптасып отырған экономикалық және демографиялық жағдайға сүйенген процесс.

Жетіншіден, зерттеу негізінде ұйымдық мәдениетті басқару процесін ұйымдастырудың төрт негізгі тетігі ұсынылады: адамдармен жұмыс істеу, қызметкерлермен идеологиялық жұмысты күшейту, қызметкерлерді оқыту,

”өзгерістер агенттерінің білім орталығын”құру. Қызметкерлердің мотивациясы және олардың ұйымға деген адалдығы оларды жеңістер мен сәтсіздіктердің жалпы тарихы біріктіретін топтардағы, топтардағы іс-шаралар жағдайында айтарлықтай артатынын есте ұстаған жөн. Оқыту мемлекеттік қызметшілердің санасын жаңғыртуға, Мемлекеттік қызмет құндылықтарын ілгерілетуге, басқарушылық мәдениетті, көшбасшылықты, стратегиялық ойлауды дамытуға, командалық білім беруге бағытталуы тиіс.

***Қаржыландыру.*** *Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігінің ғылым комитеті қаржыландыратын Грант №BR 27195163 бағдарламасы*

## Әдебиеттер

1. Қазақстан Республикасының Мемлекеттік қызметі туралы: Қазақстан Республикасының Заңы 2015 жылғы 23 қарашадағы № 416-V ҚРЗ. // https://adilet.zan.kz Жүгінген күні: 01.12.2024

2.Сарсен Ж. Трудовые государственых служащих// https://www.gov.kz.Жүгінген күні: 01.12.2024

3.Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Әділетті Қазақстан: заң мен тәртіп, экономикалық өсім, қоғамдық оптимизм» атты Қазақстан халқына Жолдауы 2024 жылғы 2 қыркүйек.// https://www.akorda.kz Жүгінген күні: 01.12.2024

4. Қазақстан Республикасында Мемлекеттік басқаруды дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасын бекіту туралы: Қазақстан Республикасының Президенті 2021ж.26 ақпандағы № 522 Жарлығы// https://adilet.zan.kz. Жүгінген күні:01.12.2024

5. Gschwantner, S., Hiebl, M.R.W. Management control systems and organizational ambidexterity.//Journal of Management Control.- 2016.- Vol. 27(4).-P.371-404.

DOI 10.1007/s00187-016-0236-3

6. Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік қызметтің жағдайы туралы ұлттық баяндама // https://www.gov.kz Жүгінген күні: 01.12.2024

7. Аяғанова А.Ж., Тұрғазы Б.А «Мемлекеттік қызметкердің кәсіби және психологиялық мәдениеті» Психология және социология сериясы.// 2021.- № 1(76). -104- 112.б. DOI 10.26577/JPsS.2021.v76.i1.010

8. Байжомартова Ж., Кадырова М. Развитие корпоративной культуры как инструмент повышения эффективности деятельности государствееных служащих // Мемлекеттік басқару және мемлкеттік қазмет.// 2022. - №4 (83). - 13-23 бб. DOI 10.52123/1994-2370-2022-914

9. Соломанидина Т.О. Организационная культура компании: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2015. -624 с. ISBN 978-5-16-003946-6

10. Грошев И.В. Организационная культура в системе менеджмента современного российского предприятия: дис. ... д-ра экон. наук. - Тамбов, 2007. - 493 с.

11. Barodi M., Lalaou S. Civil servants' readiness for ai adoption: the role of change management in morocco's public sector//' Problems and Perspectives in Management. -2025.-Vol.23(1). - P.63-75 DOI 10.21511/ppm.23(1).2025.05

12. Birken, S.A., Currie, G. Correction to: Using organization theory to position middle-level managers as agents of evidence-based practice implementation //Implementation Science.- 2021.-Vol.16(1). – P.1-6. DOI 10.1186/s13012-021-01106-2)

13. Bertram I., Bouwman R., & Tummers L. Getting what you expect: How civil servant stereotypes affect citizen satisfaction and perceived performance// Public Administration.-2024.- -Vol.102(4).-P.1468-1491. DOI 10.1111/padm.12986

14. Жаркешова А., Джунусбекова Г. Применение метода Organizational Culture Assessment Instrument в диагностике организационной культуры в государственной организации // Экономика и статистика.- 2017.- № 3. - С. 99-109.

15. Жақыпова Ф.Н., Ахметов А.А., Давлетбаева Ж.Ж., Рысбекова Ж.К., Жаров Е.К. Мемлекеттік қызметшінің әдебі және мінез-құлық нормалары. -Астана, 2018. - 84 б.

16. Богатырев М.Р. Организационная культура: сущность и роль в системе управления: дис. ... канд. экон. наук. - М., 2005. - 178 с.

17. Козиевская Е.В. Профессиональная самооценка в развитии мотивации достижения государственных служащих: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.13. – М., 1998. – 155 с.

18. Айтмұқаметова Қ.Ө. Мемлекеттік қызметкерлердің ресми іскерлік қарым-қатынас мәдениеті // Мемлекеттік басқару және мемлекеттік қызмет. - 2013.-11-15 бб. // URI: http://localhost:8080

19. Issenova G., Bokayev G., Nauryzbek M., Kosherbayeva A., Amirova A. An Examination of Civil Servants' Assessment of the New Civil Service Reforms in Kazakhstan// Central European Journal of Public Policy. -2024.-Vol.18(2).-P. 2–16 p. DOI 10.2478/cejpp-2024-006

20. Ehrenreich B. Patterns for college Writing (12th ed.). – Boston: Bedford/St. Martin's, 2007. -p. 680. ISBN: 978-0-312-67684-1

21. Gruenewald T.L., Kemeny M.E., Aziz N., Fahey J.L. Acute threat to the social self: Shame, social self-esteem, and cortisol activity // Psychosomatic Medicine.- 2004.- Vol.66(6).- P. 915-924. DOI 10.1097/01.psy.0000143639.6169.3.ef

22. Қазақстан Республикасы Қазақстан Республикасы мемлекеттік қызметшілерінің әдептілік нормаларын және мінез-құлық қағидаларын одан әрі жетілдіру жөніндегі шаралар туралы Қазақстан Республикасы Президентінің 2015 ж. 29 желтоқсандағы Жарлығы [электрондық ресурс] – Айналым режимі https://adilet.zan.kz Жүгінген күні: 01.12.2024

23. БҰҰДБ мен ҚР Мемлекеттік қызмет істері агенттігі мемлекеттік қызметшілердің әдеп деңгейі бойынша зерттеу нәтижелерін ұсынды / Қазақстан. - 2021 ж. [Электрондық ресурс] - Айналыс режимі: https://www.undp.org (жүгінген күні: 27.03.2024) Жүгінген күні:01.12.2024

## References

1. Қazaқstan Respublikasynuң Memlekettik қyzmeti turaly: Қazaқstan Respublikasynuң Zaңy 2015 zhylғy 23 қarashadaғy № 416-V ҚRZ. // https://adilet.zan.kz Zhүgingen kүni: 01.12.2024.[in Kazakh]

2.Sarsen Zh. Trudovye gosudarstvenyh sluzhashhih// https://www.gov.kz.Zhүgingen kүni: 01.12.2024. [in Russian]

3.Memleket basshysy Қasym-Zhomart Toқaevtuң «Әdiletti Қazaқstan: zaң men tәrtip, jekonomikalyқ өsim, қoғamdyқ optimizm» atty Қazaқstan halқyna Zholdauy 2024 zhylғy 2 қyrkүjek.// https://www.akorda.kz Zhүgingen kүni: 01.12.2024.[in Kazakh]

4. Қazaқstan Respublikasynda Memlekettik basқarudy damytudyң 2030 zhylға dejingi tұzhyrymdamasyn bekitu turaly: Қazaқstan Respublikasynyң Prezidenti 2021zh.26 aқpandaғy № 522 Zharlyғy// https://adilet.zan.kz. Zhүgingen kүni:01.12.2024.[in Kazakh]

5. Gschwantner, S., Hiebl, M.R.W. Management control systems and organizational ambidexterity.//Journal of Management Control.- 2016.- Vol. 27(4).-P.371-404. DOI 10.1007/s00187-016-0236-3

6. Қazaқstan Respublikasyndaғy memlekettik қyzmettiң zhaғdajy turaly ұlttyқ bajandama // https://www.gov.kz Zhүgingen kүni: 01.12.2024.[in Kazakh]

7. Ajaғanova A.Zh., Tұrғazy B.A «Memlekettik қyzmetkerdің kәsibi zhәne psihologijalyқ mәdenieti» Psihologija zhәne sociologija serijasy.// 2021.- № 1(76). -104- 112.b. DOI 10.26577/JPsS.2021.v76.i1.010.[in Kazakh]

8. Bajzhomartova Zh., Kadyrova M. Razvitie korporativnoj kul' tury kak instrument povyshenija effektivnosti dejatelnosti gosudarstvenyh sluzhashhih // Memlekettik basқaru zhәne memlkettik қazmet.// 2022. - №4 (83). - 13-23 bb. DOI 10.52123/1994-2370-2022-914. [in Russian]

9. Solomanidina T.O. Organizacionaja kultura kompani: Ucheb. posobie. 2-e izd., pererab. i dop. – M.: INFRA-M, 2015. -624 s. ISBN 978-5-16-003946-6. [in Russian]

10. Groshev I.V. Organizacionaja kultura v sisteme menedzhmenta sovremenogo rossijskogo predprijatija: dis. ... d-ra jekon. nauk. - Tambov, 2007. - 493 s. [in Russian]

11. Barodi M., Lalaou S. Civil servants' readiness for ai adoption: the role of change management in morocco's public sector//' Problems and Perspectives in Management. -2025.-Vol.23(1). - P.63-75 DOI 10.21511/ppm.23(1).2025.05

12. Birken, S.A., Currie, G. Correction to: Using organization theory to position middle-level managers as agents of evidence-based practice implementation //Implementation Science.- 2021.-Vol.16(1). – P.1-6. DOI 10.1186/s13012-021-01106-2)

13. Bertram I., Bouwman R., & Tummers L. Getting what you expect: How civil servant stereotypes affect citizen satisfaction and perceived performance// Public Administration.-2024.- -Vol.102(4).-P.1468-1491. DOI 10.1111/padm.12986

14. Zharkeshova A., Dzhunusbekova G. Primenenie metoda Organizational Culture Assessment Instrument v diagnostike organizacionnoj kul' tury v gosudarstvennoj organizacii // Jekonomika i statistika.- 2017.- № 3. - S. 99-109.[in Russian]

15. Zhaқypova F.N., Ahmetov A.A., Davletbaeva Zh.Zh., Rysbekova Zh.K., Zharov E.K. Memlekettik қyzmetshinің әdebi zhәne minez-құlyқ normalary. -Astana, 2018. - 84 b. [in Kazakh]

16. Bogatyrev M.R. Organizacionnaja kul' tura: sushhnost' i rol' v sisteme upravlenija: dis. ... kand. jekon. nauk. - M., 2005. - 178 s. [in Russian]

17. Kozievskaja E.V. Professional' naja samoocenka v razvitii motivacii dostizhenija gosudarstvennyh sluzhashhih: dis. ... kand. psihol. nauk: 19.00.13. – M., 1998. 155 c. [in Russian]

18. Ajtmұқametova Қ.Ө. Memlekettik қyzmetkerlerdің resmi iskerlik қarym-қatynas mәdenieti // Memlekettik basқaru zhәne memlekettik қyzmet. - 2013.-11-15 bb. // URI: http://localhost:8080. [in Kazakh]

19. Issenova G., Bokayev G., Nauryzbek M., Kosherbayeva A., Amirova A.
An Examination of Civil Servants' Assessment of the New Civil Service Reforms in Kazakhstan// Central European Journal of Public Policy. -2024.-Vol.18(2).-P. 2–16 p. DOI 10.2478/cejpp-2024-006

20. Ehrenreich B. Patterns for college Writing (12th ed.). – Boston: Bedford/St. Martin's, 2007. -p. 680. ISBN: 978-0-312-67684-1

21. Gruenewald T.L., Kemeny M.E., Aziz N., Fahey J.L. Acute threat to the social self: Shame, social self-esteem, and cortisol activity // Psychosomatic Medicine.- 2004.- Vol.66(6).- P. 915-924. DOI 10.1097/01.psy.0000143639.6169.3.ef

22. Қazaқstan Respublikasy Қazaқstan Respublikasy memlekettik қyzmetshilerinің әdeptilik normalaryn zhәne minez-құlyқ қaғidalaryn odan әri zhetildiru zhөnindegi sharalar turaly Қazaқstan Respublikasy Prezidentinің 2015 zh. 29 zheltoқsandaғy Zharlyғy [jelektrondyқ resurs] – Ajnalym rezhimi https://adilet.zan.kz Zhүgingen күni: 01.12.2024. [in Kazakh]

23. BҰҰDB men ҚR Memlekettik kyzmet isteri agenttigi memlekettik kyzmetshilerdiң ədep deңgeji bojynsha zertteu nətizhelerin ұsyndy / Қazaқstan. - 2021 zh. [Jelektrondyқ resurs] - Ajnalys rezhimi: https://www.undp.org (zhүgingen kүni: 27.03.2024) Zhүgingen kүni:01.12.2024. [in Kazakh]

***Авторлар туралы мәліметтер***

Сериев Б. А.- заң ғылымдарының кандидаты, профессор, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университетінің Басқарма мүшесі - жастар саясаты жөніндегі проректоры, Талдықорған қ., Қазақстан, e-mail: seriev_bolat@mail.ru;

Жакупова Г.А.- оқытушы-дәріскер І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан, e-mail: gulima88888888@mail.ru

***Information about the authors***

Seriyev B. A. - candidate of law, professor, Member of the Management Board - Vice-Rector for Youth Policy of Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: seriev_bolat@mail.ru;

Zhakupova G. A.lecturer, Zhetysu University named after I. Zhansugurov,Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: gulima88888888@mail.ru

IRSTI 14.15.15 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-794**

# DESIGN THINKING: AN OVERVIEW OF NEEDFINDING IN EDUCATION

**Zh. Kiizbayeva, A. Turegeldinova✉, B. Amralinova, Sh. Sarkambayeva, G.S. Mukhanova, A.T. Kazykeshova** ***(Analytical review)***

*[1] Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,*
*[2] D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan*
✉*Correspondent-author: a.turegeldinova@satbayev.university*

Nowadays, modern education is incredibly diverse. Each university or school uses different successful approaches, such as peer learning, flipped teaching, building Fab Labs, Makerspases and opening University-Based Incubators. Despite the many approaches, mindsets, techniques and tools available in education, there is not a universal formula for what should be included in the educational infrastructure, or which tools are the most effective. These questions are ”wicked”, complex and unclear. The design thinking approach can help us transition from knowledge space to the concept space to effectively utilizing it. This paper provides an overview of several popular approaches and tools that have proven effective in higher education. Furthermore, this paper aims to inspire future research, utilizing the design thinking tool known as ”desktop research.” Through review and reflection, we aim to understand the effectiveness of the needfinding approach and its potential to uphold the integrity of the university and fulfill its initial mission.

**Keywords:** design thinking, education, management, innovation, needfinding in education

# ДИЗАЙН-ОЙЛАУ: БІЛІМ САЛАСЫНДАҒЫ ҚАЖЕТТІЛІКТЕРГЕ ШОЛУ

**[1]Ж.Е. Киізбаева, [1]А.Ж. Турегельдинова✉, [1]Б.Б. Амралинова, [1]Ш.Г. Саркамбаева, [1]Г.С. Муханова, [2]А.Т. Казыкешова** ***(Аналитикалық шолу)***

*[1]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті, Алматы, Казақстан,*
*[2]Д.Серікбаев атындағы ШҚТУ,*
*e-mail: a.turegeldinova@satbayev.university*

Қазіргі білім беру жүйесі керемет әртүрлілігімен ерекшеленеді. Университеттер бірқатар инновациялық тәсілдерді қолданады, мысалы, бірлесіп оқу, «төңкерілген сынып» әдісі, Fab Labs және Makerspaces құру, сондай-ақ университет негізінде инкубаторларды дамыту. Әдістердің, идеялардың, техникалар мен құралдардың молшылығына қарамастан, білім беру инфрақұрылымының оңтайлы компоненттері мен ең тиімді құралдарын анықтайтын әмбебап формула әлі де жоқ. Бұл мәселелер «зұлым» проблемалар ретінде сипатталады — күрделі, екіұшты және көпқырлы.

Дизайн-ойлау әдіснамасы «білім кеңістігінен» «тұжырымдамалық кеңістікке» өтуге мүмкіндік беріп, алынған инсайттарды тиімді қолдануды қамтамасыз етеді. Бұл жұмыста жоғары білім беру саласында тиімділігін дәлелдеген кеңінен танылған тәсілдер мен құралдардың жан-жақты талдауы ұсынылған. Сонымен қатар, зерттеу дизайн-ойлау әдістерінің бірі — «кабинеттік зерттеу» арқылы болашақ ғылыми зерттеулерге шабыт беруді мақсат етеді. Осы тәжірибелерді сыни тұрғыдан талдай отырып, жұмыс needfinding әдісінің тиімділігін және оның университеттердің тұтастығын сақтап, олардың бастапқы миссиясына сәйкес болу әлеуетін бағалауға бағытталған.

**Түйін сөздер:** дизайн-ойлау, білім беру, басқару, инновация, білім берудегі қажеттіліктерді табу

# ДИЗАЙН-МЫШЛЕНИЕ: ОБЗОР ПОТРЕБНОСТЕЙ В ОБРАЗОВАНИИ

**[1]Ж.Е. Киізбаева, [1]А.Ж. Турегельдинова✉, [1]Б.Б. Амралинова, [1]Ш.Г. Саркамбаева, [1]Г.С. Муханова, [2]А.Т. Казыкешова (*Аналитический обзор*)**

[1]*Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,*
[2]*ВКТУ им.Д.Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан,*
*e-mail: a.turegeldinova@satbayev.university*

Современное образование отличается удивительным разнообразием. Университеты внедряют широкий спектр инновационных подходов, включая совместное обучение, перевернутый класс, создание Fab Labs и Makerspaces, а также развитие университетских инкубаторов. Несмотря на обилие методов, концепций, техник и инструментов, до сих пор не существует универсальной формулы, определяющей оптимальные элементы образовательной инфраструктуры или самые эффективные инструменты. Эти вопросы представляют собой «злые» проблемы — сложные, неоднозначные и многогранные.

Методология дизайн-мышления предлагает путь перехода от «пространства знаний» к «пространству концепций», обеспечивая эффективное применение полученных инсайтов. В данной работе представлен всесторонний обзор широко признанных подходов и инструментов, которые доказали свою эффективность в высшем образовании. Кроме того, исследование нацелено на вдохновение будущих научных изысканий с использованием метода дизайн-мышления, известного как «кабинетное исследование». Критически анализируя и оценивая данные практики, работа стремится изучить эффективность подхода needfinding и его потенциал в сохранении целостности университетов, а также в соответствии с их изначальной миссией.

**Ключевые слова:** дизайн-мышление, образование, менеджмент, инновации, поиск потребностей в образовании

**Introduction.** Design thinking extends the boundaries of traditional design by offering a universal methodology for solving “wicked problems” [1]. It is an analytical and creative process that involves experimentation, creating and prototyping models, collecting feedback, and refining solutions. It is applicable to a variety of disciplines, including education, business, and engineering [2]. Innovation in education is no longer limited to the introduction of new technologies or teaching methods. It is transforming into a process of co-creation of value that integrates people, culture and technology into a single ecosystem, where diversity and differences become the driving forces of progress [3].

*Needfinding* is a fundamental process for developing user-centered solutions. It involves learning what users cannot clearly express, but which is critical to a successful outcome [4]. Empathy is used to understand the user’s context and create solutions that truly solve their problems. It is important to focus on *hidden or implicit needs* that are difficult to identify using traditional methods. Analysis of current solutions and real user behavior helps not only to clarify the problem, but also to create innovative ideas based on existing scenarios.

Design thinking consists of three phases: *inspiration, ideation,* and *implementation*. In this paper, we will fully immerse in inspiration. The initial stages of design thinking emphasize a deep understanding of the problem through research and analysis. The key tools are empathy, studying best practices and conducting desktop research. This process helps to reveal hidden aspects of the problem, study successful approaches of others and form a well-founded direction for further prototyping and testing of solutions [5].

In this paper, we will dive into the context of the problem by understanding the needs and motivations of users. This will allow us to create a basis for an effective solution based on real data, not assumptions. Studying best practices and successful cases in similar areas allows us not only to determine the current level of standards, but also to be inspired by innovative solutions. This creates a basis for identifying areas that can be improved. With empathy we will reveal hidden or insufficiently studied aspects of the problem to provide a foundation for generating ideas that will truly be based on user needs and real data [6].

**Main part.** Learning is a process that requires *flexibility* and an *eclectic* approach that integrates elements of behaviorism, cognitivism, and constructivism. *Behaviorism* views learning as a change in observable behavior caused by a response to specific stimuli and reinforced by external influences. *Cognitivism* focuses on mental processes such as thinking, problem solving, and information processing, paying attention to how learners perceive, organize, and store knowledge. *Constructivism* views learning as a process of creating meaning through personal experience. Learning occurs in a context where knowledge is not transmitted but constructed by learners based on their experiences and interactions. Effective learning, however, requires an integration of approaches that match the cognitive needs of the task and the knowledge levels of learners. Behavioural strategies are effective for basic skill acquisition, cognitive methods support problem solving, and a constructivist approach is indispensable when working with ill-structured tasks that require critical thinking and independent interpretation of knowledge. Undoubtedly, modern educational systems increasingly require a shift away from traditional learning models to more dynamic, interactive, and human-centered approaches. Therefore, educational designers should ask not "Which theory is best?" but "*Which theory is most effective in developing the acquisition of specific tasks by specific students?* [7]"

At the same time, collaborative learning among students, based on the exchange of experience and joint problem solving, is becoming a key element of modern educational practice. Approaches such as *collaborative learning* and the use of educational spaces stimulate the social construction of knowledge and contribute to the formation of sustainable skills of interaction and creativity. Constructivist and collaborative approaches are linked, creating a synergy that stimulates the development of critical thinking, creativity and cooperation skills in students [8].

Collaborative learning is relevant in the context of the modern educational process, as it meets the key challenges of the 21st century. In an era when learning is becoming increasingly focused on the development of social and professional competencies, this approach ensures not only academic success, but also forms critical skills such as cooperation, mutual support and adaptability. The study by Laal & Ghodsi emphasizes the importance of moving from an individualistic and competitive approach to a cooperative one, which is especially relevant for creating inclusive and human-centered educational systems. This helps students realize the importance of mutual support and responsibility, as well as develop critical thinking and problem-solving skills through constant interaction and discussion [9].

Active collaborative learning, supported by social interactions and student engagement promotes knowledge sharing and collective discussion of ideas as stimulates the development of critical thinking, social responsibility and problem-solving skills, which makes the learning process deeper and more effective [10]. Collaborative learning has a significant positive impact on the development of students' critical thinking skills. It creates an *environment* in which students actively exchange ideas, discuss and analyze complex issues, which contributes to their cognitive development [11].

Of course, the environment plays a key role in the success of any educational process. The environment can be identified in different manifestations and be physical, digital, hybrid. Often, in higher education, the environment is considered in a broader sense, which includes both physical space and social interaction and cultural aspects. Hira & Hynes in their study offers a conceptual model based on three aspects: people — participants, including students, teachers and the community, who form unique cultural and educational conditions in each space; means — the tools, technologies and materials used, which are adapted to the goals and context of the educational space; and activities - a variety of educational events, from prototyping and experimentation to creative tasks, which are aimed at developing skills and achieving learning goals, which help create the best educational experience through *makerspaces* [12].

Based on the philosophy of constructionism,

makerspaces are unique learning environments where students use physical objects to co-create knowledge. Indeed, the culture of makerspaces in higher education is not limited to access to modern equipment, but represents more: the integration of space, community, and educational programs [13]. These spaces foster social constructivist learning environments where ideas are generated and developed through interaction, negotiation and collaboration. The teacher acts as a mentor, blurring the boundaries between teacher and student. This methodology supports deep immersion in the educational process, making learning active and personalized, which is especially important for preparing students for modern challenges [3].

Mersand, in his research on *makerspaces* and *Fablabs*, finds that such spaces democratize access to tools, ideas, and learning processes, allowing participants to become not only consumers but also creators of knowledge [14]. However, the analysis shows that most studies focus on practical and technological aspects, leaving issues of inclusion, impact on educational outcomes, and assessment methodologies without due attention.

But at the same time, Fablabs and Makerspaces play a key role in rethinking educational approaches, especially in the context of global challenges and changes. As unique educational spaces, they develop as digital skills, as key entrepreneurial competencies of the 21st century. However, full development of skills is only possible with clearly structured educational programs aimed at entrepreneurship [15]. Often such educational practices are focused on the creation of artifacts (products) through practical learning, where the emphasis is placed more on the process and result of creation than on the conscious development of skills [16]. Also, such FabLabs are an excellent example of a global ecosystem, for example, the FabLab Network is a global network of laboratories, including more than 3,000 laboratories, uniting students, engineers, designers and entrepreneurs to jointly solve problems and share knowledge.

However, in a Science for Policy report by the Joint Research Centre, three unique aspects of makerspaces are highlighted that make them particularly attractive for educational purposes [17]. First, makerspaces bring together traditionally separate disciplines such as *science, technology, engineering, arts, and mathematics* (STEAM). This allows for interdisciplinary connections, critical thinking, and creativity. Second, participants solve practical problems, which helps them acquire knowledge and make sense of it through real-world experience. This promotes both deliberate and incidental learning. Third, makerspaces provide a variety of learning formats, from peer learning, peer coaching, to individual mentoring and hands-on workshops.

According to the report, by 2034, Makerspaces could evolve into four key areas: as educational spaces integrated into schools and universities for hands-on learning; as a methodology focusing on a project-based approach and solving real-world problems; as communities that bring together people with different backgrounds to co-create and share knowledge; and as a vital skill that develops students and professionals with the creativity, innovative thinking, and entrepreneurial skills needed to succeed in a dynamic world. Each scenario highlights how Makerspaces can be more than just spaces, but also a strategy, tool, and means to achieve educational goals.

Co-curricular activities such as *entrepreneurship competitions*, *mentoring programs*, and *incubators* have a significant impact on startup activity by providing students with hands-on experience and opportunities to build social networks [18]. Modern university campuses are successfully transformed into *entrepreneurial ecosystems*. Campuses can serve as modern *"frontiers"* — spaces where entrepreneurs can experiment, leverage resources, and build innovative companies [19].

Universities create educational ecosystems that support interactions between the academic community and small businesses, contributing to regional economic development. This helps to simultaneously improve the innovation potential of Small and Medium Enterprises (SMEs) and increase the employability of graduates through University-Based Incubators (UBIs) and student internships [20].

Furthermore, *peer learning* provides unique cognitive and social benefits. Through collaborative discussion, assessment and feedback, students not only strengthen their knowledge but also develop critical thinking, reasoning and self-reflection skills [21]. Despite the active diversity of teaching methods, there is a need to apply innovative methods of learning support that focus not only on the analysis of current results, but also on building strategies for future development. Incorporating both *peer feedback* and *peer feedforward* into the collaborative learning process significantly improves the quality of argumentative essays, cognitive assimilation of material and the development of critical thinking skills. The peculiarity of peer feedforward is that it helps students focus on prospects and strategies for achieving goals, and not only on the current work, which makes the learning process more future-oriented and productive. This approach is especially effective in online environments, where students can interact anonymously, minimizing social biases and increasing the depth of cognitive processing [22].

Subsequently, providing students with opportunities to engage in peer feedback improves their academic performance, and also promotes the development of self-reflective skills. Peer feedback transforms the role of the teacher from a ”knowledge carrier” to a ”facilitator”, allowing students to take responsibility for their learning and become active participants in the educational process. By teaching students, the skills to give and receive feedback, it is possible to create a more dynamic and supportive learning environment, where mistakes are perceived as opportunities for growth and interactions between students become the main tool for learning [23].

In addition, *peer-to-peer learning* is becoming especially relevant in the context of increasing student numbers and limited resources in higher education. It supports the movement towards interactive and human-centered teaching methods, replacing traditional lectures with more active and involved approaches. Peer-to-peer learning is effective for developing metacognitive skills such as self-reflection, learning management, and autonomous learning. Students, taking on the role of ”teachers”, not only learn the material at a deeper level, but also develop critical thinking, communication skills, and the organization of their own learning activities. The teacher takes on the role of a facilitator, guiding students but allowing them to control the learning process themselves. Peer-to-peer learning meets the challenges of the 21st century, and this correspondence repeatedly emerges in various sources [24], [25], [26], [27].

At the same time, structured interactions, an active role of course organizers, and design of materials with clear invitations to participate are critical to successfully engaging students in online learning, where Peer-to-peer learning will be very valuable and will help to properly build an online platform [8]. Peer-to-peer learning is particularly effective when integrated as a complement, considering the needs of students and specific educational contexts. This approach helps reduce anxiety, improve student engagement in the educational process, and create learning communities [29].

*Communities of practice* are a powerful tool for stimulating learning through knowledge sharing and collaborative problem solving in a professional environment. They are formed organically and are based on social interaction, support and mutual learning between participants. These communities allow combining formal and informal learning, integrating practical experience and theoretical knowledge. An important aspect is their ability to support the development of professional identity and collective intelligence, which is especially important in the context of a rapidly changing information space. Hara in his research emphasizes the need to move away from the traditional approach to learning based on top-down knowledge transfer in favor of creating supportive and interactive learning environments [30].

Communities of practice are especially valuable in organizations where it is important to preserve and disseminate *tacit knowledge* such as professional histories, contextual decisions, and collective experience. This knowledge is

difficult to formalize because it is transmitted through experience, context, interaction, and observation. It includes intuition, practical skills, social interaction, professional ”tricks,” and deeply rooted understanding of work processes. Tacit knowledge forms the basis for sustainable competence growth. It is retained within the community even when members change. It also helps to develop a deep understanding of the profession that goes beyond standard training materials. Tacit knowledge becomes a key asset not only for personal growth but also for creating collective intelligence, making it central to the development of successful communities of practice. Tacit knowledge is a central element of professional competence, but due to its nature, it is difficult to transmit through traditional educational methods. Tacit knowledge plays a central role in our ability to understand and act in the world, despite its inaccessibility to full verbalization. Given that we live in an era of active digitalization and automation, the very idea that not all knowledge can be encoded or formalized is key to understanding the limitations of modern technologies such as artificial intelligence [31]. Attempts to formalize tacit knowledge can distort its essence, since it is linked to context and intuitive perception. It is transmitted through social interaction, observation, mentoring and practical activities, which makes it especially important in education [32].

Gafney & Varma-Nelson in their study *Peer-Led Team Learning* (PLTL) describe an innovative pedagogical model that integrates student-centered active learning into the educational process through specially organized workshops led by students [33]. An important feature of PLTL is the role of workshop leaders, who act as equal partners rather than authority figures, facilitating the creation of an informal environment for in-depth study of the material. The PLTL program has proven its effectiveness in more than 100 educational institutions, including universities, colleges and research centers, reaching over 20,000 students annually. It allows students to work in small groups, where they can discuss complex topics, solve problems and deepen their understanding of key concepts through cooperative efforts.

PLTL emerged as a response to the need to improve student engagement in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) subjects. Its implementation has shown that peer-based models can improve academic outcomes and create a culture of collaborative learning. An important element is the involvement of peer leaders who guide groups of students, helping them to solve problems together and deepen their understanding of the material. The supportive environment of the workshops helps students to participate in learning without fear of failure, which increases their confidence and motivation, which contributes to an inclusive environment [34].

Certainly, peer learning is effective through two key formats: cooperative learning and *peer tutoring*. Successful peer learning requires a clear structure for interactions that teachers create. Principles such as positive interdependence, individual responsibility, and group engagement ensure constructive social interactions and promote deeper learning. Peer learning techniques such as Jigsaw, Peer Tutoring, Constructive Controversy, Reciprocal Teaching, Think-Pair-Share, Collaborative Learning Groups, and Peer Assessment, as well as approaches such as Structured Academic Controversy and Numbered Heads Together, promote active student engagement by encouraging collaboration, critical thinking, and individual responsibility. Methods such as Learning Together, Team-Assisted Individualization, and Group Investigation further deepen understanding through collaborative problem solving and group reflection. Together, these strategies create a dynamic and inclusive learning environment, enabling students to deepen their knowledge, develop key interpersonal skills, and confidently contribute to collective learning outcomes [27].

Moreover, in the context of modern education, focused on the development of social and professional competencies, the integration of *service learning* is becoming extremely relevant. This approach not only combines theoretical training with practical experience, but also helps to strengthen the connection of universities with

communities, develop students' social responsibility and develop skills for solving real problems. Service learning is especially in demand in the context of human-centered educational systems, where the emphasis is on the individual needs of students and their role as active participants in social change. Service learning offers an effective model for integrating theory and practice, promoting the development of students' skills, their social responsibility and partnerships between universities and communities [35].

For example, in research universities, service-learning is not only a pedagogical approach but also a strategy that integrates teaching, research and service to society through integration into the mission of the university and the stimulation of research activities based on interaction with society [36]. However, there are significant pedagogical, political and institutional limitations to service learning in higher education [37].

Criticism of service-learning highlights the need to overcome the imbalance between universities and communities, ensure sustainability of projects and improve student training. It is important to consider the needs and perspectives of communities so that service-learning partnerships become truly mutually beneficial [38].

Also, universities, in an effort to support the development of their strategic initiatives and global challenges, resort to methodologies such as *project-based learning* (PBL) and *challenge-based learning* (CBL), which help develop transversal skills. CBL is a promising educational approach in higher education aimed at connecting theoretical knowledge with practical skills through solving real sociotechnical problems, involving students in interdisciplinary projects with the participation of academic and external actors [39]. CBL actively supports students' active participation in the learning process. Students take responsibility for choosing and solving a problem, which promotes their self-organization and independence. The role of the teacher changes: he or she becomes a facilitator who guides the process rather than transmits knowledge. CBL helps to unite different disciplines in solving complex, interdisciplinary challenges, such as sustainability, health, or technology. Students work in groups with diverse backgrounds, which improves communication and co-creation skills. However, despite the popularity of CBL, the methodology is often applied without a clear theoretical basis [40]. However, its ability to connect academic learning with practical problems makes it a promising tool for preparing students for today' s global challenges. CBL represents an evolution from problem-based learning, where the focus shifts to complex, interdisciplinary problems that require the participation of students, teachers and external stakeholders. A key element of CBL is not only learning through solving social and technological problems, but also the need for a systems approach [41]. Therefore, this methodology is often combined with other, more systematic approaches. For example, Charosky et. all in their study demonstrates the effectiveness of using Challenge-Based Education in combination with the design thinking methodology, which actively stimulates innovative thinking in students [42].

The world is changing rapidly and a lesson in a classic lecture format, where the teacher delivers a monologue, is almost of no value anymore. The pandemic has shown that methods such as *flipped teaching*, especially in online and blended formats, are ideally replacing traditional lectures with active and student-centered classes. Innovations such as e-flip and hyflex demonstrate its adaptability and potential for expanded use in the future. Flipped teaching changes the role of the teacher from a "sage on stage" to a "mentor and facilitator", increasing student responsibility for their learning and improving results [43]. The positive impact of the flipped approach is not only on the availability of materials, self-organization, but also on the independent pace of study. Which is especially important for a more customized and individual approach for each student [44]. The method is especially useful for disciplines that require a deep understanding of theory and its practical application, such as STEM. But despite all the advantages of flipped classrooms, it is worth considering that students are often not motivated enough to complete independent study [45].

The literature is full of successful examples, approaches, practices and methodologies for creating a better educational experience, but nevertheless we cannot take all of them and implement them in one educational institution. There is no coherence between them, there are no rules of the game, and we cannot implement inconsistent elements in a single university ecosystem. Although there is a tendency to oppose the traditional university model — *unbundling*. This concept means dividing traditional university functions, such as teaching, research, assessment, certification and student support, into separate services that can be provided by different organizations or platforms. Competition forces universities to follow this path, but the process must be carefully adapted to avoid undermining the fundamental goals of education. Unbundling can lead to *"hyperporosity"* of university boundaries, where the connection between them and society becomes so strong that the space for long-term academic research that is not focused on immediate results disappears. [46].

**Conclusion.** Disruptive educational institutions have moved away from traditional teaching and enable students to become active participants in their learning, develop key 21st century skills, and prepare for the challenges of a rapidly changing world. Design thinking is becoming the foundation for developing 21st century skills, including critical thinking, creative problem solving, and collaborative interaction. It integrates technology and real-world problems into educational processes, giving students the opportunity to develop metacognitive skills and adapt to the complex challenges of the future [47].

Knowledge creation spaces can be divided into social, cognitive, and structural factors [48]. Design thinking is particularly successful in addressing social and cognitive aspects, creating a trusting environment for idea sharing, analysis, and synthesis, leading to collective knowledge creation. This process involves social interaction, external knowledge adaptation, digital communication, and application in practice.

In this paper, we reviewed existing concepts and examples, available knowledge to expand our understanding and experience. Razzouk & Shute confirm in their research that design thinking is not just a tool, but a holistic way of thinking that transforms uncertain tasks into structured possibilities by creating a relationship between the *knowledge space* and the *concept space* [2]. The knowledge space is a collection of all available knowledge that already exists at the start of the design. The knowledge in this space includes both scientific facts and practical information accumulated through experience. An important feature is that it is limited only to what is already known, which emphasizes the need to involve experts and study existing data.

Design thinking is based on an iterative process of moving from *creative concepts* to *validated knowledge*. This process involves ideation, refinement, and empirical testing, which transforms initial concepts into feasible solutions. Design thinking combines *empirical* and *interpretive* approaches to solve complex problems, integrating creativity and practical knowledge [49].

Design thinking is based on the transition from the Concept Space to the knowledge space. This process involves the transformation of concepts into tested and implementable knowledge. Design begins with the formation of concepts, which are gradually refined and tested until they become part of the existing knowledge space. The iterative process involves expanding the concept space through experimentation, prototyping, and feedback, which contributes to the continuous growth of the knowledge space. In the future research, we plan to further expand our knowledge space by engaging experts in the field of education and collecting information from key stakeholders. We will move on to the concept space, where we will consider not yet tested and true ideas and concepts based on our knowledge space expanded by the conducted research.

This research was funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan under the Grant No. BR27198643 – “Development of digital competences of human capital in industry and logistics through cluster collaboration of science, education and industry”.

**References**

1.Melles G., Howard Z., & Thompson-Whiteside S. (2012). Teaching design thinking: Expanding horizons in design education// Procedia-Social and Behavioral Sciencesю-2012.-Vol.31.-P.162-166. DOI 10.1016/j.sbspro.2011.12.035

2.Razzouk R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important?// Review of educational research,- 2012.-Vol. 82(3).- P.330-348. DOI /10.3102/0034654312457429

3.Taricani E. Design Thinking and Innovation in Learning// Emerald Publishing Limited.-2021.-122 p. ISBN 978-1-80071-109-9

4.Ericson Å., Bergström M., Larsson A. C., & Törlind P. Design thinking challenges in education// In International Conference on Engineering Design:/- 2009.-Vol.10.-P.89-100

5.Lee J. H., Ostwald, M. J., & Gu, N. (2020). Design thinking: creativity, collaboration and culture.- Switzerland Springer.- 2020.- 245 p. ISBN 9783030565572 DOI 10.1007/978-3-030-56558-9

6.Melles, G. (Ed.). (2020). Design thinking in higher education: Interdisciplinary encounters. Springer Nature Singapore/- 2021.- ISBN 9811557829, 9789811557828

7. Ertmer P. A., Newby T. J. Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective.//Performance improvement quarterly.-1993.-Vol. 6(4), 50-72. DOI 10.1111/j.1937-8327.1993.tb00605.x

8.Supena I., Darmuki A.,Hariyadi A. The Influence of 4C (Constructive, Critical, Creativity, Collaborative) Learning Model on Students' Learning Outcomes//International Journal of Instruction.- 2021.-Vol.14(3).- P. 873-892. DOI 10.29333/iji.2021.14351a

9. Laal M., Ghodsi S.M. Benefits of collaborative learning //Procedia-social and behavioral sciences.- 2012.- Vol.31.-P. 486-490. DOI 10.1016/j.sbspro.2011.12.091

10.Qureshi M.A., Khaskheli A., Qureshi J.A., Raza S.A.,Yousufi S.Q. Factors affecting students' learning performance through collaborative learning and engagement//Interactive Learning Environments.- 2021.- Vol.31(4).- P.2371-2391. DOI 10.1080/10494820.2021.1884886

11.Warsah I., Morganna R., Uyun M., Afandi M.,Hamengkubuwono H. (2021). The impact of collaborative learning on learners' critical thinking skills//International Journal of Instruction.-2021.- Vol.14(2).- P.443-460. DOI 10.29333/iji.2021.14225a

12.Hira A.,Hynes M. M. People, means, and activities: A conceptual framework for realizing the educational potential of makerspaces //Education Research International.- 2018. Vol.(1).-P.1-10 DOI 10.1155/2018/6923617

13.Wilczynski V., Adrezin R. Higher education makerspaces and engineering education //In ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition.-2016 DOI 10.1115/IMECE2016-68048

14 .Mersand S. The state of makerspace research: A review of the literature//TechTrends.-2021.-Vol. 65(2).- P.174-186. DOI:10.1007/s11528-020-00566-5

15. Rayna T., Striukova L. Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces //Technological Forecasting and Social Change.-2021.-Vol.164:120391.

DOI 10.1016/j.techfore.2020.120391

16.Ioannou A., Miliou O., Adamou M., Kitsis A., Timotheou S., Mavri A. Understanding practicing

and assessment of 21st-century skills for learners in makerspaces and FabLabs// Education and Information Technologies.-2024.- DOI 10.1007/s10639-024-13178-w

17. Vuorikari R., Ferrari A., Punie Y. Makerspaces for Education and Training. Luxembourg: Publications

Office of the European Union, 2019. ISBN 978-92-76-09032-8 I DOI 10.2760/946996

18.Morris M.H., Shirokova G.,Tsukanova T. Student entrepreneurship and the university ecosystem: A multi-country empirical exploration//European Journal of International Management.-2017.-Vol.11(1). - P.65-85. DOI 10.1504/EJIM.2017.081251

19.Miller D. J., Acs Z. J. The campus as entrepreneurial ecosystem: the University of Chicago.// Small Business Economics. 2017-Vol.49(1).- P.75-95. DOI:10.1007/s11187-017-9868-4

20. Piterou A., Birch C. The role of Higher Education Institutions in supporting innovation in SMEs: university-based incubators and student internships as knowledge transfer tools.//Journal of Innovation Impact.-2016.-Vol. 7(1).-P.72-79

21.Noroozi O., De Wever B.T he power of peer learning: Fostering students' learning processes and outcomes/// Springer Nature. -2023.- 392 p.ISBN9783031294112, 9783031294105

22. Latifi S., Noroozi O.,Talaee E. Peer feedback or peer feedforward? Enhancing students' argumentative peer learning processes and outcomes//British Journal of Educational Technology.-2021.-Vol. 52(2).-P.768-784. DOI 10.1111/bjet.13054

23.Sackstein S. Peer feedback in the classroom: Empowering students to be the experts. //Ascd. 2017.-134 p. ISBN 978-1-4166-2366-3

24.Assinder W. Peer teaching, peer learning: one model.// ELT Journal.-Vol.45(3).-P.218-229. DOI 10.1093/elt/45.3.218

25.Guldberg K. Adult learners and professional development: peer-to-peer learning in a networked community// International Journal of Lifelong Education.-2008.-Vol. 27(1).-P.35-49. DOI 10.1080/02601370701803591

26.Alexander B.J., Lindow L.E., Schock M.D. Measuring the impact of cooperative learning exercises on student perceptions of peer-to-peer learning: A case study//The Journal of Physician Assistant Education.-2008.-Vol.19(3). - P.18-25. DOI 10.1097/01367895-200819030-00005

27. Topping K., Buchs C., Duran D., Van Keer H. Effective peer learning: From principles to practical implementation// Routledge.2017.- 192 p. ISBN 978-1-13-890649-5 DOI 10.4324/9781315695471

28.Ahn J., Weng C., Butler, B. S. The dynamics of open, peer-to-peer learning: what factors influence participation in the P2P University?. In 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 3098-3107). DOI 10.1109/HICSS.2013.515

29.Stigmar M. Peer-to-peer teaching in higher education: A critical literature review// Mentoring & Tutoring: partnership in learning/-2016.-Vol. 24(2).- P.124-136. DOI 10.1080/13611267.2016.1178963

30.HaraN. Communities of practice: Fostering peer-to-peer learning and informal knowledge sharing in the work place//Springer Science & Business Media.-2008-138 p. DOI 10.1007/978-3-540-85424-1 ISBN 978-3-540-85423

31. Howells J. Tacit knowledge// Technology analysis & strategic management.-1996.-P.91-106. DOI 10.1080/09537329608524237

32.Lejeune M. Tacit knowledge: Revisiting the epistemology of knowledge //McGill Journal of Education.-2011.-Vol. 46(1).- P.91-105. DOI:10.7202/1005671ar

33.Gafney L.,Varma-NelsonP. Peer-led team learning: Evaluation, dissemination and institutionalization of a college level initiative//Springer Science & Business Media.-2008.-155 p. DOI 10.1007/978-1-4020-6186-8

34.Gosser D. K., Gosser D. K. Peer-led team learning: A guidebook//Pearson College Div.- 2000- 133 p.

ISBN-13 978-0130288059

35.Bringle R.G., Hatcher J.A. Implementing service learning in higher education//The Journal of Higher Education.-1996.-Vol. 67(2).- P. 221-239.

36.Furco A. Advancing service-learning at research universities// New directions for higher education.-2001.- Vol.114.- P.67-78. DOI 10.1002/he.15

37. Butin D. W. The limits of service-learning in higher education// The review of higher education.-2006.-Vol. 29(4).- P.473-498. DOI 10.1353/rhe.2006.0025

38.Blouin D.D., Perry E.M. Whom does service learning really serve? Community-based organizations' perspectives on service learning// Teaching Sociology.-2009.-Vol. 37(2).-P.120-135. DOI 10.1177/0092055X0903700201

39. Gallagher S.E., Savage T. Challenge-based learning in higher education: an exploratory literature review//Teaching in Higher Education.- 2023.-Vol. 28(6). - P.1135-1157. DOI 10.1080/13562517.2020.1863354

40.Leijon M.,Gudmundsson, P., Staaf P,Christersson C. Challenge based learning in higher education - A systematic literature review //Innovations in education and teaching international. -2022.-Vol.59(9).-P.609-618. DOI 10.1080/14703297.2021.1892503

41.Malmqvist J., Rådberg K.K., Lundqvist U.Comparative analysis of challenge-based learning experiences. In Proceedings of the 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan, PR China. 2015.- P. 87-94

42. Charosky G., Leveratto L., Hassi L., Papageorgiou K.,Ramos-Castro J., Bragós, R. Challenge based education: an approach to innovation through multidisciplinary teams of students using Design Thinking. In 2018 XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE) DOI 10.1109/TAEE.2018.8476051

43.Gopalan C., Daughrity, S., Hackmann E. The past, the present, and the future of flipped teaching. //Advances in physiology education.- 2022.-Vol. 46(2).- P.331-334. DOI 10.1152/advan.00016.2022

44. Newman G., Kim J. H., Lee R. J., Brown B.A., Huston S.The perceived effects of flipped teaching on knowledge acquisition// Journal of Effective Teaching. -2016.-Vol.16(1). - P.52-71.

45.Yeung K. Making 'the flip'work: Barriers to and implementation strategies for introducing flipped teaching methods into traditional higher education courses//New Directions in the Teaching of Natural Sciences. -2014.-Vol.10. -P. 59-63. DOI 10.29311/ndtps.v0i10.518

46.McCowan T. Higher education, unbundling, and the end of the university as we know it //Oxford Review of Education.-2017.-Vol. 43(6).- P.733-748. DOI 10.1080/03054985.2017.1343712

47.Koh J H.L., Chai C.S.,Wong B., Hong H.Y., KohJ.H.L., Chai C.S., Hong H. Y. Design thinking and education // Springer Singapore.-2015.ISBN 978-981-287-443-6

48.Davis J.,Docherty C.A., Dowling K. Design thinking and innovation: Synthesising concepts of knowledge co-creation in spaces of professional development//The Design Journal.-2016.-Vol. 19(1).- P.117-139. DOI 10.1080/14606925.2016.1109205

49.Rylander A. Design thinking as knowledge work: Epistemological foundations and practical implications // Design Management Journal.-2009.-Vol. 4(1).-P.7-19. DOI 10.1111/j.1942-5074.2009.00003.x

***Information about the authors***

Kiizbayeva Zh. - PhD Student, senior lecturer, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: z.kiizbayeva@satbayev.university;

Turegeldinova A. - Candidate of Economic Sciences, PhD, associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-

mail: a.turegeldinova@satbayev.university;

Amralinova B. - PhD, associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: b.amralinova@satbayev.university;

Sarkambayeva Sh. - PhD, associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: sh.sarkambayeva@satbayev.university;

Mukhanova G. - candidate of technical science, associate professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: g.mukhanova@satbayev.university;

Kazykeshova A. - PhD, D.Serikbayev East Kazakhstan technical university, e-mail: AKazykeshova@ektu.kz

***Сведения об авторах***

Киізбаева Ж.Е. - PhD докторант, старший преподаватель, Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан, e-mail: z.kiizbayeva@satbayev.university;

Турегельдинова А.Ж. - к.э.н., PhD, ассоц. профессор, Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан, e-mail: a.turegeldinova@satbayev.university;

Амралинова Б.Б. - PhD, ассоц. профессор, Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан, e-mail: b.amralinova@satbayev.university;

Саркамбаева Ш.Г. - PhD, Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: sh.sarkambayeva@satbayev.university;

Муханова Г.С. - к.т.н., доцент, Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail:g.mukhanova@satbayev.university;

Казыкешова А.Т. - PhD доктор, ВКТУ им. Д. Серикбаева, e-mail: AKazykeshova@ektu.kz

IRSTI 06.61.53 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-907**

# FEATURES OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT SYSTEM THE CITY OF ALMATY

**[1]Sh. Smagulova, [2]A. Omarov, [3]A. Alibekova, [4]B. Omarova**

*[1,3]Kenzhegali Sagadiyev University of International Business, Almaty, Kazakhstan,*
*[2,4] International university of transport and humanities, Almaty, Kazakhstan*

*Correspondent-author: shsmagulova@mail.ru*

Passenger transport is an important part of urban infrastructure, and economic efficiency is crucial for the functioning of cities. The study uses the methods of multiple linear regression, correlation analysis and dispersion analysis. The aspects of increasing the investment attractiveness of the transport sector are investigated.

The results of the analysis show that the number of subway cars, passenger transportation revenues, CPI and fixed capital investments have a significant impact on passenger transportation revenues in Almaty. The multiple regression model showed a high degree of explanation of data fluctuations. In particular, the following factors were assessed here: the number of passenger buses, trolleybuses, subway cars, transportation tariffs and the amount of investment, etc. Correlation analysis showed that there is an important relationship between the number of passenger vehicles and transportation revenues, the rate of consumer price index, transportation tariffs and the volume of investment in fixed capital.

The purpose of the study is to analyze the economic factors affecting passenger transportation revenues and the level of GRP in Almaty. The regional development program ”Almaty - 2025” is aimed at modernizing the transport infrastructure, improving the quality of services and increasing investment in the transport sector. The data obtained indicate the importance of organizing the transport infrastructure and the level of development of economic factors in generating income. The paper provides recommendations for improving the development of the transport system of the city of Almaty.

**Keywords**: transport infrastructure, econometric model, passenger transportation, the city of Almaty

# ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА АЛМАТЫ

**[1]Ш. Смагулова, [2]А. Омаров, [3]А. Алибекова, [4]Б. Омарова**

*[1,3] Университет Международного Бизнеса имени Кенжегали Сагадиева, Алматы, Казахстан,*
*[2,4] Международный Транспортно-Гуманитарный Университет, Алматы, Казахстан,*
*e-mail: shsmagulova@mail.ru*

Пассажирский транспорт является важной частью городской инфраструктуры, и экономическая эффективность имеет решающее значение для функционирования городов. В исследовании используются методы множественной линейной регрессии, корреляционного анализа и дисперсионного анализа. Исследуются аспекты повышения инвестиционной привлекательности транспортного сектора.

Результаты анализа показывают, что количество вагонов метрополитена, доходы от пассажирских перевозок, ИПЦ и основные капитальные вложения оказывают значительное влияние на доходы от пассажирских перевозок в Алматы. Модель множественной регрессии показала высокую степень объяснения колебаний данных. В частности, здесь были оценены такие факторы: количество пассажирских автобусов, троллейбусов, вагонов метро, тарифов на перевозки и количество инвестиций и др. Корреляционный анализ показал, что существует важная связь между количеством пассажирских транспортных средств и доходами от перевозок, темпами индекса потребительских цен, тарифами на перевозки и объемом инвестиций в основной капитал.

Целью исследования является анализ экономических факторов, влияющих на доходы от пассажирских перевозок и уровень ВРП в городе Алматы. Региональная программа развития ”Алматы - 2025” направлена на модернизацию транспортной инфраструктуры, повышение качества услуг и увеличение инвестиций в транспортный сектор. Полученные данные свидетельствуют о важности организации транспортной инфраструктуры и уровня развития экономических факторов в получении дохода. В работе приведены рекомендации по совершенствованию развития транспортной системы города Алматы.

**Ключевые слова:** транспортная инфраструктура, эконометрическая модель, пассажирские перевозки, город Алматы

## АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ КӨЛІК ЖҮЙЕСІНІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**[1]Ш. Смагулова✉, [2]А. Омаров, [3]А. Алибекова, [4]Б. Омарова**

*[1,3] Кенжеғали Сағадиев атындағы Халықаралық Бизнес Университеті, Алматы, Қазақстан,*
*[2,4] Халықаралық Көлік-Гуманитарлық Университеті, Алматы, Қазақстан,*
*e-mail: shsmagulova@mail.ru*

Жолаушылар көлігі қалалық инфрақұрылымның маңызды бөлігі болып табылады, ал экономикалық тиімділік қалалардың жұмыс істеуі үшін өте маңызды. Зерттеуде көп сызықтық регрессия, корреляциялық талдау және дисперсияны талдау әдістері қолданылады. Көлік секторының инвестициялық тартымдылығын арттыру аспектілері зерттеледі.

Талдау нәтижелері Алматы қаласындағы жолаушылар кірісіне метро вагондарының саны, жолаушылар кірісі, ТБИ және негізгі капитал салымдары айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Көптік регрессия моделі деректердегі ауытқуларды түсіндірудің жоғары дәрежесін көрсетті. Атап айтқанда, мұнда келесі факторлар бағаланды: жолаушылар автобустарының, троллейбустардың, метро вагондарының саны, тасымалдау тарифтері мен инвестиция көлемі және т.б. Корреляциялық талдау жолаушылар көлігінің саны мен тасымалдаудан түскен кіріс, тұтыну бағаларының индексінің нормасы, тасымалдау тарифтері және негізгі капиталға инвестиция көлемі арасында маңызды байланыс бар екенін көрсетті.

Зерттеудің мақсаты – Алматы қаласындағы жолаушылар тасымалының кірісіне және ЖӨӨ деңгейіне әсер ететін экономикалық факторларды талдау. «Алматы – 2025» өңірлік даму бағдарламасы көлік инфрақұрылымын жаңғыртуға, қызмет көрсету сапасын арттыруға және көлік саласына инвестиция көлемін арттыруға бағытталған. Алынған мәліметтер көлік инфрақұрылымын ұйымдастырудың маңыздылығын және табыс алудағы экономикалық факторлардың даму деңгейін көрсетеді. Жұмыста Алматы қаласының көлік жүйесін дамытуды жақсарту бойынша ұсыныстар берілген.

**Түйін сөздер:** көлік инфрақұрылымы, эконометрикалық модель, жолаушылар тасымалы, Алматы қаласы

**Introduction.** The transport system is an integral part of the urban infrastructure, which plays a significant role in ensuring economic and social mobility. This is especially true for megacities such as Almaty, where the efficiency of transport is directly related to the quality of life of the population and the dynamics of socio-economic development. Analysis of the state and development of the transport system is becoming an urgent task due to the rapid growth of the urban population, urbanization and growing demand for transport services.

In addition, according to the ”Concept of Investment Policy of Kazakhstan until 2029” (Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 18, 2024, No. 868), the transport sector includes important measures to increase investment in: construction of new roads, renewal of freight transport and improvement of the

infrastructure of the transport hub.

Investments in fixed assets and modernization of vehicles are key factors in increasing the economic efficiency of passenger transportation systems. An integral part of this process are public and private investments aimed at developing infrastructure and improving the quality of transport services. The main objective of the study is to determine the factors that have the greatest impact on the revenues received from passenger transportation in Almaty. The study of factors affecting passenger transportation revenues not only identifies the main factors of economic activity in the region, but also provides recommendations for optimizing the city' s transport system. The study is conducted within the framework of the «Strategic Plan of the Almaty Development Program – 2025», which is aimed at modernizing and developing transport infrastructure, improving the quality of services and the efficiency of urban transport systems. The inclusion of initiatives such as updating vehicles, expanding and improving transport routes is part of a long-term plan aimed at improving the quality of life in the city.

In recent years, the transport system of large cities has been actively studied by researchers, since efficient transport infrastructure plays an important role in economic development and quality of life of the population. Many studies are aimed at studying the impact of transport factors on the economic development of cities.

Thus, energy policy in European countries stimulates economical and rational energy consumption, as well as increased energy productivity through the use of innovative and digital technologies. In particular, the work of Gruetzmacher, Vaz, Ferreira (2025) is devoted to the sustainability of transport activities in the EU. Here, scientists have implemented an economic analysis of the transport industry within the framework of applying alternative "Benefit-of-the-Doubt" models [1]. The authors concluded that in order to reduce the negative impacts on harmful emissions from transport, it is necessary to develop a strategy for improving green technologies and implement energy efficiency methods.

At the same time, today the organization and development of underground transport infrastructure "CCS" (Peng et al. 2024) is of significant importance for reducing harmful CO2 emissions. We believe that the use of the "CCS" system will provide an opportunity and incentives for the promotion of environmental monitoring projects and transport infrastructure sensing technology [2]. In addition, such systems will lead to increased transport safety in cities.

An analysis of existing studies on the impact of transport systems on the economic development of cities has shown that this issue is still relevant and multifaceted.

In general, transport infrastructure plays an important role in increasing population mobility, accessibility to markets and quality of life. However, the degree of its impact on the economic development of the city remains uneven. Almaty, as the largest economic center of Kazakhstan, faces a number of problems related to the modernization of the transport system, increasing tariffs and the impact of inflation. These factors not only affect production, but also create general conditions for the socio-economic well-being of the city.

Thus, this article describes the main relationship between the economic indicators of Almaty and revenues from passenger transportation. It is expected that the development of transport infrastructure and increased investment in the transport sector will have a significant impact on the growth of revenues from passenger transportation. To better understand these relationships, multiple correlation analysis was conducted to identify the most important factors affecting the efficiency of the transport sector. Addressing these issues is essential to developing an effective passenger transport management strategy and increasing the economic sustainability of urban transport systems.

**Materials and methods.** There are many approaches and models that explore the relationship between transport infrastructure and economic performance. However, the question of how the transport system affects the long-term economic

development of the city remains an active topic of discussion in the scientific community.

In a European study, the authors Mamcarz et al. (2023) conducted economic and mathematical modeling on determining the role of public transport in Europe for consumers of these services [3]. Using a survey, the researchers proved that there are both positive and negative results of satisfaction with transport services among 642 respondents. For example, it was found that waiting time and free travel on public transport seem to be a positive factor in the consumption of services.

There are works that reveal the level of influence of different types of transport on travel in cities (Mouratidis et al. 2023). For example, here, using the methodology of quantitative and qualitative assessment of statistical data, it was checked how passengers are satisfied with public transport services in Greek cities. Based on the results obtained, it was found that it is necessary to develop urban transport infrastructure, modernize the pedestrian and road system [4].

Castagna, Lobo, Coppola, Couto (2024) carried out a comparative assessment of the performance of 23 European metro systems using econometric regression based on the Cobb-Douglas production function. The findings demonstrated high efficiency of metro service companies in the short term [5]. This characterizes the achievement of maximum profitability and profit from the operation of subways in the first years. In subsequent years, operating costs for the maintenance of subways increase significantly.

Therefore, given the social significance of the metro, local and state support for this type of transport should be provided. At the beginning of the 21-st century, bus rapid transit (BRT) appears to be the most innovative type of transportation for urban passengers.

However, as Alnsour (2023) notes, the introduction of a new type of ”BRT” presents certain organizational, technical and economic risks [6]. In this regard, the analysis of the questionnaire by A. Alnsour using the SPSS software showed that it is necessary to assess the above risks. For this, already at the initial stage it is necessary to carefully consider the planning process, then at the stage of technical operation and practical implementation of BRT. The results of the modeling revealed the following risks of the transport system: volatility of fuel prices, underdeveloped infrastructure, traffic violations, corruption, etc. Accordingly, for the normal course of BRT activities, it was recommended to consider the noted risk factors.

First of all, we are talking about a constant influx of investments in the development of transport infrastructure and optimization of local management of city routes and bus schedules. The purpose of this study is to analyze the influence of various factors, including types of transport on the level of GRP using the example of Almaty. To study these relationships, correlation analysis and the multiple linear regression method are used, allowing us to assess how various independent variables affect the dependent variable. Statistical tests (t-statistics) were conducted, including regression coefficient analysis to assess the importance of the impact of each independent variable on the poverty level. It is important to note that the significance level of 0.05 is adopted for statistical significance, meaning that if the p-value of a variable is below this threshold, it is considered statistically significant for the model. After analysis using the multiple linear regression method, a model will be created to measure the impact of each factor on the level of GRP.

The regression coefficient reflects the intensity and direction of the relationship between the independent and dependent variables. High coefficients indicate a significant impact on the level of GRP, while *p*-values demonstrate the statistical significance of these relationships. Large standard errors or high p-values may indicate instability or lack of significance of the estimate, which requires careful interpretation of the results. The overall significance of the model and individual predictors is assessed using these statistical tests. The following hypotheses were tested in the study:

Null Hypothesis ($H_0$): Economic indicators such as fares, consumer price index, and fixed capital investment, as well as the number of passenger buses, trolleybuses, and subway, do not

have a statistically significant effect on passenger transportation revenues in Almaty.

Alternative Hypothesis 1 (*H1*): The number of passenger buses, trolleybuses, and subway has a statistically significant effect on passenger transportation revenues in Almaty.

Alternative Hypothesis 2 (*H2*): Changes in the fare index and CPI significantly affect passenger transportation revenues in Almaty.

Alternative Hypothesis 3 (*H3*): Fixed capital investment plays an important role in increasing passenger transportation revenues in Almaty.

The study examines the following main questions.

1) The role of transport infrastructure in generating revenues. How do the number and type of transport (buses, trolleybuses, metro cars) affect the efficiency of transportation? This clearly shows to what extent the number of transports is a decisive factor in the economic efficiency of transportation.

2) Economic factors affecting revenues. How do the fare index and the consumer price index (CPI) affect revenues from passenger transportation? This issue analyzes how changes in tariff policy and inflation processes affect revenues from transportation.

3) Investments in infrastructure and their impact on the transport economy. How do capital investments, including the modernization of vehicles and the development of infrastructure, affect revenues from passenger transportation? The problem is to assess the effectiveness of public and private investments in the development of the city' s transport sector.

This analysis is based on the longitudinal construction of time series of the study, since it covers changes in indicators over a long period of time (14 years).

Sample. Sample type: secondary data. Number of observations: 140 observations (from 2010 to 2023) for each variable (one for each year).

The econometric model is presented as follows:

$$Y = \beta 0 + X1 * \beta 1 + X2 * \beta 2 + X3 * \beta 3 + X4e * \beta 4 + X5 * \beta 5 + X6 * \beta 6 + X7 * \beta 7 + \epsilon$$

where:

1. *Y*— Gross regional product, million tenge, dependent variable.

2. Independent variables:

*X1* — Number of passenger buses, units

*X2* — Number of passenger trolleybuses, units

*X3* — Number of passenger subway cars

*X4* — Revenue from passenger transportation, million tenge

*X5* — Indices of transportation tariffs (in %)

*X6* — Rates of CPI %

*X7* — Investments in fixed capital, in %

3. $\beta 0$ is a constant (intercept).

$\beta 1, \beta 2, \beta 3, \beta 4, \beta 5, \beta 6, \beta 7$ — coefficients for each independent variable, showing the magnitude and direction of their influence on GRP.

4. $\epsilon$ — error coefficient.

Expected results: Assessment of the influence of factors: determination of the degree and nature of the influence of independent variables on GRP.

Statistical significance: Identification of statistically significant influencing factors to confirm or refute hypotheses.

Thus, the research methodology offers a comprehensive approach to the analysis of GRP, aimed at identifying the main factors and assessing their impact on the development of effective socio-economic strategies in the Almaty transport system.

**Results and discussions.** Currently, the world is undergoing an active process of urbanization (Larriva et al. 2023). The growth of the territory and population of cities requires the same pace of construction and new introduction of public transport routes [7]. Larriva et al. (2023) used econometric methodology to determine the level of influence of urban public transport projects on the well-being of different socio-economic groups. Thus, the researchers analyzed the influence of the first metro line on the adoption of rational decisions on planning investments in the development and mobility of transport infrastructure.

The transport system plays a very important role in the economic development of the city. It

directly or indirectly affects various aspects of life, including production, employment, consumption and distribution of goods and services.

Today, there is significant urban sprawl in the world (Giduturi, 2015). For the efficient operation of urban space, the availability of passenger transportation and services is necessary [8]. It is noted that the efficiency of urban planning should be observed in order to ensure the sustainability of urban transport infrastructure.

In the modern world, transport is an important element of infrastructure that contributes not only to the efficient movement of people and goods, but also to economic growth. Almaty, as the largest economic and cultural center of Kazakhstan, has a developed transport system, which includes buses, trolleybuses, metro and other types of transport. In recent years, the load on the transport infrastructure has increased due to the growth of the urban population and increased economic activity. Thus, the efficient operation of the city' s transport system directly affects the economy.

**Table 1 - Initial data**

| Years | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gross regional product, million tenge | Number of passenger buses, units | Number of passenger trolleybuses, units | Number of passenger subway cars | Revenue from passenger transportation, million tenge | Indices of transportation tariffs (in %) | Rates of CPI % | Investments in fixed capital, in % |
| 2 010,00 | 3 923 412,6 | 1 564,00 | 191,00 | 0,00 | 80 000,00 | 100,20 | 107,80 | 100,40 |
| 2 011,00 | 4 860 213,9 | 1 780,00 | 113,00 | 7,00 | 90 000,00 | 100,10 | 107,40 | 100,60 |
| 2 012,00 | 5 715 879,2 | 1 580,00 | 136,00 | 7,00 | 110 000,00 | 128,30 | 106,00 | 106,30 |
| 2 013,00 | 7 127 916,4 | 1 709,00 | 239,00 | 7,00 | 130 000,00 | 102,50 | 104,80 | 102,50 |
| 2 014,00 | 8 143 570,2 | 1 855,00 | 212,00 | 7,00 | 140 000,00 | 113,50 | 107,40 | 94,80 |
| 2 015,00 | 9 100 006,0 | 9 327,00 | 135,00 | 7,00 | 160 000,00 | 153,80 | 113,60 | 102,40 |
| 2 016,00 | 10 601 347,8 | 9 058,00 | 139,00 | 7,00 | 180 000,00 | 107,80 | 108,50 | 104,00 |
| 2 017,00 | 11 893 225,9 | 8 433,00 | 160,00 | 7,00 | 219 661,50 | 100,60 | 107,10 | 104,80 |
| 2 018,00 | 12 132 649,7 | 8 315,00 | 172,00 | 8,00 | 257 365,20 | 110,10 | 105,30 | 110,90 |
| 2 019,00 | 13 546 958,4 | 8 758,00 | 180,00 | 9,00 | 295 068,80 | 103,00 | 105,40 | 108,30 |
| 2 020,00 | 13 459 802,6 | 2 245,00 | 196,00 | 10,00 | 144 197,10 | 104,80 | 107,50 | 117,90 |
| 2 021,00 | 15 000 060,4 | 2 058,00 | 196,00 | 10,00 | 306 140,40 | 113,30 | 108,40 | 115,10 |
| 2 022,00 | 19 154 536,7 | 2 137,00 | 246,00 | 11,00 | 304 877,80 | 106,60 | 120,30 | 112,50 |
| 2 023,00 | 24 895 989,6 | 2 154,00 | 296,00 | 15,00 | 375 046,20 | 101,20 | 120,30 | 125,20 |
| Note - compiled by the authors based on sources [https://taldau.stat.gov.kz; https://stat.gov.kz] | | | | | | | | |

This analysis is devoted to identifying and assessing the factors affecting the gross regional product. The study was conducted using multiple regression, using various transport and economic variables to assess the impact of various factors on passenger revenues. Among the included variables are the number of passenger buses, trolleybuses, metro cars, the tariff index for transportation, the consumer price index (CPI) and investment in fixed assets. The main objective of the study is to determine the statistical significance of each factor and their impact on passenger transportation revenues (Table 1).

Analysis of the correlation between various economic and transport indicators will allow us to determine the relationship between them and assess the impact of one indicator on another. In this case, we consider several variables: gross regional product (GRP), the number of passenger

buses, trolleybuses, the number of cars, income from passenger transportation, transportation tariff indices, consumer price index and investment in fixed capital.

**Table 2 - Correlation model**

| Indicators | GRP million tenge | Number of passenger buses | Number of passenger trolleybuses | Number of passenger carriages, meter | Income from transportation of passengers | Indices of tariffs for transportation | Rates CPI % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Number of passenger buses, | 0,049 | | | | | | |
| Number of passenger trolleybuses | 0,674 | -0,433 | | | | | |
| Number of passenger carriages, meter | 0,875 | -0,051 | 0,521 | | | | |
| Revenues from passenger transportation | 0,918 | 0,214 | 0,552 | 0,774 | | | |
| Transportation tariff indices | -0,190 | 0,279 | -0,375 | -0,066 | -0,161 | | |
| CPI rates, % | 0,711 | -0,141 | 0,538 | 0,566 | 0,545 | 0,113 | |
| Investments in fixed capital | 0,847 | -0,109 | 0,530 | 0,788 | 0,730 | -0,188 | 0,499 |
| Note - Compiled by the authors | | | | | | | |

*1. Correlation between GRP and other variables.*

GRP shows a strong positive correlation with passenger transportation revenues ($R$=0.918). This shows that the growth of economic activity in Almaty is closely related to the increase in revenues in the transport sector. GDP has a significant impact on the development of transport infrastructure, especially passenger transportation.

GRP also shows a strong positive correlation with the number of metro passenger cars ($R$=0.875) and investment in fixed assets ($R$=0.847). This confirms that economic growth affects the development of infrastructure and the modernization of the transport sector, which contributes to an increase in the number of transport units, especially the metro.

In particular, Yang, Lin (2024) identified the criteria and favorable conditions for the construction of metro stations in cities using the example of the northern regions of China [9]. In order to improve the quality of metro construction, a system of engineering prefabricated and waterproofing structures is proposed. Such innovative engineering technologies of prefabricated metro construction contribute to the growth of quality, productivity and safety for the construction of public metro stations in cities.

*2. Correlation between the number of passenger buses, trolleybuses and metro cars.*

The number of passenger buses has a weak positive correlation with the number of passenger trolleybuses (R = 0.674), which may indicate that an increase in one mode of transport is associated with an increase in another mode of transport. However, this correlation is not strong enough, indicating differences in the demand and use of these modes of transport.

The number of passenger buses and trolleybuses is negatively correlated with the number of passenger metro cars (R = -0.051 and R = -0.433). This may mean that the increase in the number of buses and trolleybuses is not always related to the increase in the number of metro cars, and may also be related to different passenger needs depending on the type of transport network. Giagnorio, Börjesson, D' Alfonso (2024) examine the degree of electrification of city buses using Stockholm as an example. They found that optimization of fares and pricing policy of the bus fleet has a positive effect on improving the well-being of city residents [10].

*3. Fare Index and CPI.*

The fare index shows a weak negative correlation with passenger revenue ($R$ = -0.161) and the number of passenger buses ($R$ = -0.190). This suggests that the growth of transport costs may have some negative impact on total passenger revenue and

demand for buses. However, the correlation with the number of buses and trolleybuses remains small ($R$ = -0.141 and $R$ = -0.141), indicating that there is no direct relationship between inflation and the dynamics of the number of vehicles.

*4. Fixed Capital Investments.*

Fixed capital investments have a strong positive correlation with passenger revenues ($R$ = 0.788) and GRP ($R$ = 0.847), confirming the importance of investment in transport infrastructure for income growth in this sector and contributing to economic development.

**Table 3 - Model of coefficients**

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|---|---|---|---|---|---|
| Constant | -44201719 | 9183958 | -4,81 | 0,003 | |
| Number of passenger buses, | 274 | 123 | 2,22 | 0,068 | 2,37 |
| Number of passenger trolleybuses | 19515 | 9460 | 2,06 | 0,085 | 3,00 |
| Number of passenger carriages, meter | 447799 | 164063 | 2,73 | 0,034 | 3,78 |
| Revenues from passenger transportation | 16,79 | 6,80 | 2,47 | 0,048 | 5,35 |
| Transportation tariff indices | -36972 | 23086 | -1,60 | 0,160 | 1,51 |
| CPI rates, % | 272964 | 76534 | 3,57 | 0,012 | 2,04 |
| Investments in fixed capital | 168181 | 60758 | 2,77 | 0,033 | 3,18 |
| Note - Compiled by the authors | | | | | |

Thus, the correlation analysis showed that factors such as economic activity (GRP), transport infrastructure (number of passenger cars in the metro) and investment in fixed capital have the greatest impact on passenger transportation revenues in Almaty. These results highlight the importance of an integrated approach to the development of the transport sector, including the modernization of existing facilities and increased investment. On the other hand, tariff policy, although it affects transportation, does not have such a pronounced relationship with passenger transportation revenues, which is confirmed by a negative correlation with a number of variables. The data obtained in the correlation analysis can be used to improve the transport system and optimize tariff policy in Almaty, develop effective strategies to increase profitability and improve the quality of passenger transportation. For example, Hluško, Stanek, Ďurček, Kusendová (2024) determined the location and activity of public transport in Bratislava at different times of the day [11]. Thus, the authors modeled how convenient and accessible it is for certain categories of city residents based on the ”UPTS” transport route. The peculiarity here is that the ”UPTS” route has a high level of occupancy in the morning and evening. This is of particular concern to women, pensioners and children. Next, we will conduct a regression analysis. The regression equation looks like this:

$$Y = -44201719 + 274 \cdot X_1 + 19515 \cdot X_2 + 447799 \cdot X_3 + 16.79 \cdot X_4 - 36972 \cdot X_5 + 272964 \cdot X_6 + 168181 \cdot X_7$$

The results of the regression analysis are presented in Table 3.

*Evaluation of the significance of factors.*

1) The number of passenger buses (thousand units). The coefficient of the number of buses is 274, which indicates that an increase in the number of buses by 1 thousand units is associated with an increase in passenger transportation revenue by

274 thousand tenge, all other things being equal. Everything else is the same. However, the *p-value* (0.068) is greater than 0.05, so this factor is not statistically significant at the 5% level. The *t-value* (2.22) indicates low statistical significance, which can be significant at the 10% level.

2) The coefficient of the number of trolleybuses is 19.515, which indicates an increase in passenger transportation revenue by 19.515 thousand tenge and an increase in the number of trolleybuses by 1 unit. However, the *p-value* (0.085) is greater than the threshold of 0.05, which indicates that 5% is statistically insignificant. *t-value* (2.06) shows moderate significance of this parameter.

3) The coefficient of the number of metro cars is 447,799, which means that an increase in the number of vehicles by one unit is associated with an increase in passenger transportation revenue by 447,799 thousand tenge. *P-value* (0.034) indicates the statistical significance of this parameter at the 5% level, therefore, it is an important factor affecting transportation revenue.

4) Passenger transportation revenue. The coefficient of passenger transportation revenue is 16.79, which means an increase in revenue by 1 thousand tenge is associated with an increase in transportation revenue by 16.79 thousand tenge. *P-value* (0.048) confirms the statistical significance of this parameter at the 5% level. This indicates that it is important to consider current revenues in the process of forecasting future revenues.

5) Transportation tariff indices. The coefficient for the indices of transportation tariffs is -36.972, which indicates that as tariffs increase, transportation revenues decrease. However, the *blood value* (0.160) significantly exceeds the threshold of 0.05, so this parameter is statistically insignificant at the 5% level.

6) CPI (%). It is a coefficient of 272,964, which indicates that if the CPI increases by 1%, passenger transportation revenues will increase to 272,964 thousand tenge. The *t-value* (3.57) and *p-value* (0.012) confirm the statistical significance of this parameter at the 5% level.

7) Investment in fixed capital. The coefficient of investment in fixed capital is 168,181, which means that transportation revenues increase by 168,181 thousand tenge with an increase in investment by 1 thousand tenge. *T-value* (2.77) and *p-value* (0.033) indicate statistical significance of this parameter is at the level of 5%.

Multicollinearity problem. The *VIF* indicator for most variables is within the acceptable limit (*VIF* <5), indicating a low level of multicollinearity. The exception is the variable ”passenger revenue”. This variable is specified on December 5.35, which may indicate a correlation between these variables.

To assess the quality of the regression model, it is important to consider several basic statistical indicators: standard error (*S*), coefficient of determination (*R-sq*), adjusted coefficient of determination (*R-sq*(adj)) and predicted coefficient of determination (*R-sq*(pred)). These indicators not only assess the accuracy of the model, but also check the ability to generalize to new data (Table 4).

**Table 4 - Model**

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---|---|---|---|
| 991709 | 98,63% | 97,03% | 89,38% |
| Note - Compiled by the authors | | | |

Here are the obtained results of the model.

1) The standard error for this model is 991.709. This indicator shows the average deviation from the calculated value of the actual observation. The smaller the value of the standard error, the more accurate the model. In this case, the value is very low, which indicates good quality of the model in terms of forecasting.

2) Determination Ratio (*R-sq*): The decision ratio is 98.63%, which is a very high level of explanation of the variability in the dependent variable model. This means that the model accounts for almost 99% of the total variability in the data. Such high scores indicate good quality of the model. This indicates that the selected variable really affects the dependent variable.

3) The adjusted determination ratio (*R-sq*(adj)) is 97.03%, which is a very effective result. The adjusted decision factor considers the number of independent variables in the model and adjusts the square root of *R-sq* to avoid over-fitting the model. This indicator confirms that the model remains very stable even for possible additional variables.

4) Predicted coefficient of determination (*R-sq*(pred)) its value is 89.38%, which indicates that the model has a high generalization ability with unprecedented new data. This indicator evaluates the degree to which the model can predict the value of the tested sample and is an important indicator confirming the stability of the model in real conditions. A high value of this indicator confirms that the model can not only describe the current data well, but also predict the behavior of the dependent variables in future observations.

Based on the analysis of statistical indicators, it can be concluded that the proposed regression model is very effective for data analysis. High values of the measurement coefficients (*R-sq and R-sq*(adj)) and the predicted decision coefficients *R-sq*(pred) indicate the ability to describe the existing data well and adequately predict the results in new samples. The standard errors in the model also indicate high accuracy. Overall, this model can be considered reliable for use in other studies and practical applications.

**Table 5 - Analysis of variance**

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 7 | 4,24726E+14 | 6,06752E+13 | 61,69 | 0,000 |
| Number of passenger buses, | 1 | 4,86174E+12 | 4,86174E+12 | 4,94 | 0,068 |
| Number of passenger trolleybuses | 1 | 4,18512E+12 | 4,18512E+12 | 4,26 | 0,085 |
| Number of passenger carriages, meter | 1 | 7,32675E+12 | 7,32675E+12 | 7,45 | 0,034 |
| Revenues from passenger transportation | 1 | 6,00035E+12 | 6,00035E+12 | 6,10 | 0,048 |
| Transportation tariff indices | 1 | 2,52234E+12 | 2,52234E+12 | 2,56 | 0,160 |
| CPI rates, % | 1 | 1,25105E+13 | 1,25105E+13 | 12,72 | 0,012 |
| Investments in fixed capital | 1 | 7,53559E+12 | 7,53559E+12 | 7,66 | 0,033 |
| Error | 6 | 5,90092E+12 | 9,83487E+11 | | |
| Total | 13 | 4,30627E+14 | | | |
| Note - Compiled by the authors | | | | | |

To further assess the importance of the influence of various factors on passenger transportation revenues in Almaty, we used the analysis of variance. This method allows us to determine the importance of independent individual variables such as the number of passenger buses, trolleybuses, metro cars, passenger transportation revenues, the transportation tariff index, the consumer price index, and the amount of investment in fixed capital (Table 5).

1. Overall regression effect. The overall F-statistic value for the model is 61.69 and the *p-value* is 0.000, indicating that the overall model is statistically significant. This means that the set of

independent variables significantly affects Almaty' s passenger transportation revenue.

2. The number of passenger buses is one thousand. The F-value for the number of buses is 4.94 and the *p-value* is 0.068, which is slightly higher than the standard significant level of 0.05. This means that the coefficient of the number of buses is positive, but its effect on transportation revenue is statistically insignificant at 5%. However, given the *p-value* of 0.068, the effect of the number of buses can be significant at the 10% level.

3. The number of passenger trolleybuses. The *f-value* for the number of trolleybuses is 4.26 and the *p-value* is 0.08. Furthermore, it is not statistically significant at 5%, but it can be significant at 10%. Therefore, the impact of the number of trolleybuses on transportation revenues should also be the subject of further study.

4. Number of metro cars. The *f-statistic* is -7.45 for the number of metro cars, and the *p-value* is 0.034, which is statistically significant at the 5% level. This confirms that the number of metro cars has a significant impact on passenger transportation revenues in Almaty.

5. Passenger transportation revenues, million tenge. The F coefficient for passenger transportation revenues is 6.10, and the *p-value* is 0.048, which indicates statistical significance of this parameter at the 5% level. This confirms that passenger transportation revenues in the previous period had a significant impact on future revenues.

6. Transportation tariff index. The F-statistic is 2.56, and the *p-value* is 0.160. This value is significantly higher than 0.05 and shows that the fare index is not statistically significant in this model.

7. Consumer Price Index %. The *f-value* for CPI is 12.72 and the *p-value* is 0.012, indicating that the statistical significance of this indicator was confirmed at the 5% level. This shows that changes in the consumer price index have a significant impact on passenger transportation revenues in Almaty.

8. Fixed Capital Investment. The *f-value* for fixed capital investment is 7.66 and the p-value is 0.033, indicating that this parameter is statistically significant at the 5% level. This confirms the importance of investment in transport infrastructure to increase passenger transportation revenues.

**Conclusions.** Khademi-Vidra, Nemecz, Bakos (2024) conducted a case study on public transport operations in Hungary, Budapest. The authors conducted a survey among passengers using public transport in electronic form [12]. The study found that the following factors influence the growth of the number of passengers: investments in the quality of public transport, cleanliness, innovation, safety, and schedule. These results can allow local authorities to improve the development of urban public transport in the world.

The results of our analysis of variance confirm that the number of metro passenger cars, passenger revenues, consumer price index, and investment in fixed capital have a statistically significant effect on Almaty' s passenger revenues. However, the effect of the number of passenger buses and trolleybuses is less significant, which may be due to their smaller role in the entire transport system of the city during the study. This model is generally important, and its results can be used to develop new political and economic strategies aimed at improving transport infrastructure and increasing passenger revenues.

The study allowed us to conclude that transport infrastructure and macroeconomic factors have a heterogeneous effect on the gross regional product in Almaty. Regression analysis conducted from 2010 to 2023 showed that factors such as the number of passenger buses, trolleybuses and metro cars, consumer price index (CPI), transportation tariffs and investment in fixed assets significantly affect the revenue generated from passenger transportation in Almaty. Transport means such as metro and economic indicators related to tariffs and inflation are the most important for generating transportation revenue, which is confirmed by the high value of regression coefficient and the importance of factors. Multiple linear regression and analysis of variance methods analysis showed that effective management of transport infrastructure and economic factors can significantly improve the profitability of passenger transportation. In particular, improving transport infrastructure and increasing investment in transport

development, i.e. modernizing cars and expanding transport routes, can be important strategies to increase revenue. In addition, existing Almaty city development programs such as the «Almaty Development Program – 2025» are aimed at modernizing transport infrastructure and improving the quality of urban transport. This coincides with the conclusion of the study.

Improving the efficiency of transport systems is directly related to increasing revenues from transportation. According to the city' s strategic documents, transport services should be further improved, and the investment attractiveness of the sector should steadily grow. Thus, in the context of city development and improving the transport system, it is necessary to continue investing in upgrading infrastructure and vehicles to ensure stable growth in passenger transportation revenues in Almaty, and also consider the economic situation, such as the consumer price index and electricity prices. transport fees.

The prospects for the development of the urban transport system in the global economy include the introduction of zero-emission buses (Avenali et al. 2024). For example, Avenali et al. (2024) analyzed the factors affecting the use of zero-emission buses (ZEB) in cities. During the quantitative assessment, negative factors were revealed that lead to the inhibition of the development of "ZEB" [13]. In particular, these include: technological, organizational, managerial and economic factors. And the promotion of institutional, social and environmental indicators - stimulated the introduction of buses (ZEB).

The results of the study emphasize the need for an integrated approach to the development of transport infrastructure and macroeconomic regulation in the city of Almaty. In order to improve the efficiency of the urban transport system, it is recommended to modernize the existing infrastructure, optimize the tariff policy and promote the growth of passenger transportation.

Some experts assess traffic jams in cities that interfere with the normal movement of public transport (Cantos-Sánchez et al. 2011) The authors' recommendations are aimed at the strategic development of road infrastructure and optimization of the schedule of transport modes in cities [14].

In addition, stabilizing inflation and increasing the profitability of the transport sector can further stimulate economic growth. Recently, significant emphasis has been placed on the development of "Green Economy" measures in the world. In this regard, the processes of introducing innovations that reduce emissions into the atmosphere in the organization of public transport are increasing (Stępniak et al. 2023). At the same time, maintaining environmental sustainability in the operation of passenger transport is also supported [15].

It should be noted that future research could focus on studying the nonlinear effects of transport and macroeconomic factors, analyzing the long-term impact of transport investments, and developing multifactor models to more accurately forecast GRP.

## References

1. Sarah B. Gruetzmacher, Clara B. Vaz, Ângela P. Ferreira. Assessing the sustainable performance of the transport sector in European countries using alternative Benefit-of-the-Doubt models // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. – 2025. - Vol. 29. - P. 101326. DOI 10.1016/j.trip.2025.101326

2. Haoyan Peng, Zhao-Dong Xu, Hongfang Lu, Dongmin Xi, Zhiheng Xia, Cen Yang, Bohong Wang. A review of underground transport infrastructure monitoring in CCS: Technology and Engineering Practice // Process Safety and Environmental Protection. - 2024. - Vol. 190. - P. 726-745. DOI 10.1016/j.psep.2024.08.057

3. Piotr Mamcarz, Paweł Droździel, Aleksandra Gzik, Iwona Rybicka, Paulina Droździel. Characteristics of urban transport users and their level of satisfaction with transport services. A longitudinal study of

passengers in Lublin city in 2018 and 2020// Transportation Research Procedia. – 2023. - Vol. 74. - P. 371-378. DOI 10.1016/j.trpro.2023.11.157

4. Kostas Mouratidis, Jonas De Vos, Athena Yiannakou, Ioannis Politis. Sustainable transport modes, travel satisfaction, and emotions: Evidence from car-dependent compact cities // Travel Behaviour and Society. – 2023. - Vol. 33. - P. 100613. DOI 10.1016/j.tbs.2023.100613

5. Luigi Castagna, António Lobo, Pierluigi Coppola, António Couto. Benchmarking the efficiency of European metros from a production perspective // Research in Transportation Business & Management. - 2024. - Vol. 53. - P101102. DOI 10.1016/j.rtbm.2024.101102

6. Moawiah A. Alnsour. Assessment of risks affecting the operational activities of the Amman bus rapid transit (BRT) system // Alexandria Engineering Journal. - 2023. - Vol. 78. - P. 265-280. DOI 10.1016/j.aej.2023.07.036

7. Adriana Quezada Larriva, Daniel Orellana, María Laura Guerrero Balarezo, Javier Andrés García, Galo Cárdenas Villenas, Pablo Osorio Guerrero. Impact of Quito' s first metro line on the accessibility to urban opportunities // Journal of Transport Geography.- 2023. - Vol. 108. - P. 103548. DOI.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103548

8. Viswanadha Kumar Giduturi. Sustainable Urban Mobility: Challenges, Initiatives and Planning// Current Urban Studies.- 2015. - Vol. 3(03).- P.261-265. DOI 10.4236/cus.2015.33022

9. Xiuren Yang, Fang Lin. Research on prefabricated metro station structure and key assembly technologies // Tunnelling and Underground Space Technology.- 2024. - Vol. 153. - P.106029. DOI 10.1016/j.tust.2024.106029

10. Mirko Giagnorio, Maria Börjesson, Tiziana D' Alfonso. Introducing electric buses in urban areas: Effects on welfare, pricing, frequency, and public subsidies// Transportation Research Part A: Policy and Practice. - 2024. - Vol.185.- P.104103. DOI 10.1016/j.tra.2024.104103

11. Richard Hluško, Richard Stanek, Pavol Ďurček, Dagmar Kusendová. Urban public transport system accessibility for different groups of residents: Case of Bratislava city // Case Studies on Transport Policy.- 2024. - Vol. 16. -P. 101200. DOI 10.1016/j.cstp.2024.101200

12. Anikó Khademi-Vidra, Gábor Nemecz, Izabella Mária Bakos. Satisfaction measurement in the sustainable public transport of Budapest // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. -2024. - Vol. 23. - P. 100989. DOI 10.1016/j.trip.2023.100989

13. Alessandro Avenali, Giuseppe Catalano, Mirko Giagnorio, Giorgio Matteucci. Factors influencing the adoption of zero-emission buses: A review-based framework // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2024. -Vol. 197. - P. 114388. DOI 10.1016/j.rser.2024.114388

14. Pedro Cantos-Sánchez, Rafael Moner-Colonques, José J. Sempere-Monerris, Óscar Álvarez-SanJaime. Viability of new road infrastructure with heterogeneous users// Transportation Research Part A: Policy and Practice/ 2011. - Vol. 45(5). - P. 435-450. DOI 10.1016/j.tra.2011.02.003

15. Marcin Stępniak, Konstantinos Gkoumas, Fabio Marques dos Santos, Monica Grosso, Ferenc Pekár. Recent trends and progress in public transport innovation in the scope of European research projects // Transportation Research Procedia. - 2023 -Vol.72. - P. 295-4302. DOI 10.1016/j.trpro.2023.11.342

***Information about the authors***

Smagulova Sh.- Doctor of Economics, Professor, Kenzhegali Sagadiyev University of International Business, Almaty, Kazakhstan, e-mail: shsmagulova@mail.ru;

A.Omarov - doctor of technical sciences, Professor, International university of transport and humanities, Almaty, Kazakhstan, e- mail: Info@mtgu.edu.kz;

Alibekova A. - PhD student Kenzhegali Sagadiyev University of International Business, Almaty, Kazakhstan, e-mail:

ainura_alibekova97@mail.ru;

Omarova B.A. - candidate of Economics, of Economics, associate professor, International university of transport and humanities, Almaty,Kazakhstan; e-mail: bota1868@mail.ru

***Сведение об авторах***

Смагулова Ш.А. - доктор экономических наук, профессор, Университет международного бизнеса им. Кенжегали Сагадиева, Алматы, Казахстан, e-mail: shsmagulova@mail.ru;

Омаров А.- доктор технических наук, профессор,Международный транспортно-гуманитарный университет, Алматы, Казахстан, e-mail: Info@mtgu.edu.kz;

Алибекова А.Т. - докторант Университета Международного Бизнеса им. Кенжегали Сагадиева, Алматы, Казахстан, e-mail: ainura_alibekova97@mail.ru;

Омарова Б.А.-кандидат экономических наук, доцент,Международный транспортно-гуманитарный университет, Алматы, Казахстан, e-mail: bota1868@mail.ru

ҒТАМР 06.35.31 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-548**

# МЕМЛЕКЕТТІК АКТИВТЕРДІ БАСҚАРУ ТИІМДІЛІГІНІҢ АУДИТІН ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖӘНЕ ЖҮРГІЗУ ӘДІСТЕМЕСІ

**[1]Д.Н. Беделова, [2]С.Б. Мақыш**

[1]*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан,*
[2] Esil University, *Астана, Қазақстан*

Корреспондент-автор:everest-astana@mail.ru

Біздің республика үшін салыстырмалы түрде жаңа құрал тиімділік аудиті дамыған елдерде кеңінен тараған мемлекеттік аудиттің ерекше түрі болып табылады. Оның мақсаты қаржылық есеп берудің белгіленген нормаларға сәйкестігін тексерумен шектелетін дәстүрлі қаржылық аудиттен ерекшеленетін мемлекеттік ресурстарды басқарудың тиімділігіне, тиімділігіне және тиімділігіне терең талдау жасау болып табылады.

Бірқатар шет елдерде тиімділік аудитін қолдану үнемі кеңейіп келеді және кейбір жағдайларда жоғары мемлекеттік бақылау органдарының барлық қызметінің 60-70% құрайды.Бұл үрдіс биліктің ашықтығы мен жауапкершілігіне жоғары талаптар қоятын жетілген азаматтық қоғамның пайда болуына байланысты. Мұндай қоғамдардағы азаматтар мемлекеттік активтерді басқаруға белсенді қызығушылық танытады және оларды пайдалануды оңтайландыруды талап етеді, бұл тиімділік аудитін кеңірек деңгейде енгізуді ынталандырады.

Мемлекеттің жауапкершілігінің жоғары деңгейі тек күшті тәртіптік құрылымды қамтамасыз етіп қана қоймай, үкіметті мемлекеттік ресурстарды басқаруда әлеуметтік және қаржылық тиімділікті арттыру әдістерін шұғыл іздеуге мәжбүр етті. Атап өтілгендей, мемлекеттік қаражатты ұтымсыз, ысырап ету немесе тиімсіз пайдалану жағдайларын анықтауда тиімділік аудиті шешуші рөл атқарады. Осындай тексерулерді жүргізу арқылы мемлекеттік бақылау органдары бюджеттік ресурстарды басқаруды айтарлықтай жақсартуға және мемлекеттік сектордағы жалпы өнімділікті арттыруға бағытталған ұсыныстар әзірлейді. Бұл шаралар мемлекеттік шығындарды оңтайландыруға және ресурстарды неғұрлым жауапкершілікпен және тиімді пайдалануды қамтамасыз етуге көмектеседі, бұл өз кезегінде азаматтардың сенімін нығайтады және қоғамдық әл-ауқаттың өсуіне ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** аудит, басқару, жоспарлау, жүйелі тәсіл, кешенді талдау, мемлекеттік активтер, стандарттар, тиімділік аудиті.

# МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ

**[1]Д.Н. Беделова, [2]С.Б. Мақыш**

[1]*Евразийский Национальный Университет им. Л.Н.Гумилев, Астана, Казахстан,*
[2]*EsilUniversity, Астана, Казахстан,*
e-mail:everest-astana@mail.ru

Аудит эффективности – относительно новый для нашей республики инструмент – представляет собой особый вид государственного аудита, широко распространенный в развитых странах. Его целью является проведение углубленного анализа эффективности, результативности и результативности управления государственными ресурсами, что отличается от традиционных финансовых проверок, которые ограничиваются проверкой соответствия финансовой отчетности установленным нормам.

В ряде зарубежных стран использование аудитов эффективности постоянно расширяется и в ряде случаев составляет 60-70% всей деятельности высших органов государственного контроля.Эта тенденция обусловлена появлением зрелого гражданского общества, предъявляющего высокие требования к прозрачности и подотчетности правительства. Граждане в таких обществах проявляют

активный интерес к управлению общественными активами и требуют оптимизации их использования, что способствует внедрению проверок эффективности на более широком уровне.

Высокий уровень ответственности государства не только обеспечил сильную дисциплинарную структуру, но и заставил правительство срочно искать пути повышения социальной и финансовой эффективности управления государственными ресурсами. Как отмечалось, аудит эффективности играет решающую роль в выявлении случаев нерационального, расточительного или неэффективного использования государственных средств. Проводя такие проверки, органы государственного контроля вырабатывают рекомендации, направленные на существенное улучшение управления бюджетными ресурсами и повышение общей производительности в государственном секторе. Данные меры помогают оптимизировать государственные расходы и обеспечить более ответственное и эффективное использование ресурсов. В свою очередь, это укрепляет доверие граждан и способствует росту общественного благосостояния.

**Ключевые слова:** аудит, менеджмент, планирование, системный подход, комплексный анализ, государственные активы, стандарты, аудит эффективности.

## METHODOLOGY OF ORGANIZING AND CONDUCTING AN AUDIT OF THE EFFICIENCY OF STATE ASSETS MANAGEMENT

**[1]D.N. Bedelova✉, [2]S.B. Makysh**

[1]*L.N.Gumilyov Eurasian National University , Astana, Kazakhstan,*
[2]*Esil University, Astana, Kazakhstan,*
*e-mail:* everest-astana@mail.ru

Efficiency audit, a relatively new tool for our republic, is a special type of government audit, widespread in developed countries. Its purpose is to provide an in-depth analysis of the effectiveness, efficiency and effectiveness of the management of public resources, which differs from traditional financial audits, which are limited to checking the compliance of financial statements with established norms.

In a number of foreign countries, the use of performance audits is constantly expanding and in some cases accounts for 60-70% of all activities of supreme state control bodies.This trend is driven by the emergence of a mature civil society with high demands for government transparency and accountability. Citizens in such societies take an active interest in the management of public assets and demand optimization of their use, which encourages the introduction of performance audits at a broader level.

The high level of state responsibility not only provided a strong disciplinary structure, but also forced the government to urgently look for ways to improve the social and financial efficiency of the management of public resources. As noted, performance auditing plays a critical role in identifying cases of wasteful, wasteful or ineffective use of public funds. By conducting such audits, state control bodies develop recommendations aimed at significantly improving the management of budgetary resources and increasing overall productivity in the public sector. These measures help optimize government spending and ensure more responsible and efficient use of resources. In turn, this strengthens citizen confidence and contributes to the growth of public welfare.

**Keywords:** audit, management, planning, systems approach, comprehensive analysis, state assets, standards, performance audit.

**Кіріспе.** Тиімділік аудиті - бюджет қаражатының пайдаланылуын кешенді талдауға және атқарушы билік органдары жүзеге асыратын бағдарламалардың тиімділігін бағалауға бағытталған тәуелсіз бағалау [1].

Оның мақсаты - осы бағдарламалардың тиімділігін арттыру бойынша мақсатты ұсыныстар әзірлеу. Бұл аудит процеске қатысушылардың барлығын қамтиды – бюджет қаражатын басқаратын менеджерлер мен әкімшілерден бастап түпкі

пайдаланушыларға дейін, бюджет ресурстарын басқаруды жан-жақты жетілдіруді және оларды оңтайлы пайдалануды қамтамасыз етеді [2].

Заңнамалық тұрғыдан тиімділік аудитін мемлекеттік басқару тәжірибесіне енгізу бойынша маңызды қадамдар жасалуда. Атап айтқанда, Бюджет кодексіне және «Мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау туралы» Қазақстан Республикасының Заңына енгізілген соңғы өзгерістер мемлекеттік бағдарламаларды бағалау процесінде тиімділік аудитінің рөлін күшейтті.

Маңызды өзгерістер өңірлік тексеру комиссияларын Жоғарғы есеп палатасының аумақтық департаменттеріне айналдыруды көздейтін аудит жүйесін реформалаумен де байланысты. Бұл шара аудиторлық процедураларды стандарттауға және жүргізілетін аудиттердің тәуелсіздігін арттыруға бағытталған.

Тиімділік аудитін дамытуда 2030 жылға дейінгі мемлекеттік қаржыны басқару тұжырымдамасы маңызды рөл атқарады. Ол ұзақ мерзімді жоспарлауды және мемлекеттік ресурстарды пайдалану тиімділігін бағалауды қамтамасыз ететін тәуекелге бағытталған тәсілді және стратегиялық аудитті енгізу арқылы аудит әдіснамасын жетілдіруді көздейді. Тиімділік аудитін дамыту перспективалары басқару шешімдерін неғұрлым сапалы және объективті бағалауды қамтамасыз ететін деректерді жинау мен талдаудың бірыңғай ақпараттық жүйесін құрумен де байланысты.

Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік активтерді басқарудың тиімділік аудиті дамудың тұрақты тенденциясын көрсетеді. Осы құралды іске асыруды қолдайтын заңнамалық бастамалар, сондай-ақ қол жеткізілген практикалық нәтижелер оның мемлекеттік басқару тиімділігін арттыру және мемлекеттік ресурстарды ұтымды пайдалану үшін маңыздылығын растайды.

Тиімділік аудиті мемлекеттік органдар мен бюджет қаражатын алушылардың өз функциялары мен міндеттерін орындау кезінде осы қаражатты пайдаланудың тиімділігі мен ұтымдылығын кешенді бағалауға бағытталған іс-шаралар кешенін қамтиды [3].

Тиімділік аудиті ұлттық ресурстарды және мемлекеттік қаржыларды басқаруды жақсарту жолдарын анықтайды, олардың сапасын жақсарту үшін қажетті шараларды қабылдауға көмектеседі.

Қазақстанның ерекшеліктерін ескере отырып, бұл мәселенің маңыздылығы еліміздің алдында экономиканы әртараптандыру, инфрақұрылымды жаңғырту, табиғи ресурстарды басқару және әлеуметтік саясаттың тұрақтылығын қамтамасыз ету сияқты бірқатар міндеттер тұрғанымен түсіндіріледі. Бұл міндеттерді мемлекеттік активтерді тиімді басқарусыз шешу мүмкін емес, бұл олардың пайдаланылуын тексеруді ерекше өзекті етеді.

Зерттеу нәтижелері мемлекеттік сектордың қаржылық жағдайын жақсартуға тікелей әсер ететін мемлекеттік активтерді басқарудың қолданыстағы процестерін бағалау және оңтайландыру тетіктерін жетілдіру бойынша ұсынымдарды әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Мақаланың мақсаты – мемлекеттік ресурстарды басқару сапасын арттыру және оларды ұтымды пайдалануды қамтамасыз ету үшін мемлекеттік активтерді басқару тиімділігіне аудитті ұйымдастыру және жүргізу әдістемесін әзірлеу және негіздеу.

*Зерттеудің гипотезасы:* кешенді тәсілді және қазіргі заманғы талдау әдістерін қолдану негізінде мемлекеттік активтерді басқару тиімділігінің аудитін ұйымдастыру мен жүргізудің әдіснамалық негізделген жүйесін әзірлеу және енгізу мемлекеттік басқару органдарының ашықтығын, тиімділігін және ұтымдылығын айтарлықтай арттырады. мемлекет активтерін пайдалану. Бұл өз кезегінде активтерді басқаруды оңтайландыруға, тиімсіз пайдалану тәуекелдерін азайтуға және олардың елдің экономикалық дамуына қосатын үлесін арттыруға әкеледі.

**Материалдар мен әдістер.** Аудиторлық қызметтің тәуелсіз саласы ретінде тиімділік аудитінің бастауы 1970 жылдан басталады, ол кезде «атқарушы аудит» термині алғаш рет айтылып, Жоғары қаржылық бақылау органдарының халықаралық конгресінде (INTOSAI) ресми түрде танылды.

Бұл термин 1977 жылғы Лима декларациясында да көрініс тапты. Қаражаттың дұрыс пайдаланылуын тексеруге және қаржылық есептерді жасауға бағытталған стандартты қаржылық аудиттен басқа мемлекеттік қаражаттардың тиімділігі мен рентабельділігін бағалауға бағытталған бақылаудың жеке түрі бар екенін атап өткен жөн.

Бақылаудың бұл нысаны басқарудың жекелеген элементтерін, оның ішінде басқару қызметінің барлық саласын, оның ішінде тұтастай басқару жүйесінің құрылымы мен ұйымын зерттеу шеңберінен әлдеқайда асып түседі [4].

Алибекова Б.А., Зейнелгабдин А.Б., Карибаев А.А.-К., Макыш С.Б., Мухаметкарим А.М., Ногербекова С.Н., Нурхалиева Д.М., Тажикенова С.К., Торебекова Б.О., К.Э. Тиімділік аудиті шешуші рөл атқарады деп саналады, өйткені ол бағалау мүмкіндігін ғана емес, сонымен қатар бюджет қаражатын пайдалану тиімділігінің дәрежесін егжей-тегжейлі талдауды қамтамасыз етеді [5].

1-кестеде шетелдік ғылыми сала өкілдерінің тиімділік аудитінің анықтамасы берілген.

**1 - кесте. Шетелдік ғылыми сала өкілдерінің пікірі бойынша тиімділік аудитінің анықтамасы**

| | |
|---|---|
| А.Н.Саунин | мемлекет қаражатын пайдалану нәтижесінде алынған экономикалық нәтижелерді талдауға бағытталған қаржылық бақылау механизмі [6]. |
| Е.Н. Синиева | бюджет қаражатын пайдалану тиімділігін неғұрлым егжей-тегжейлі және жан-жақты бағалауға бағытталған мемлекеттік қаржылық бақылаудың құрамдас құралы болып табылады [7]. |
| С.Н.Рябухин | ақшаның қаншалықты тиімді және үнемді пайдаланылғанын жан-жақты бағалауға бағытталған ұйымның қызметін терең зерттеу болып табылады. Ол сондай-ақ басқару процестері мен ресурстарды пайдалануды жақсартудың ықтимал бағыттарын анықтай отырып, қол жеткізілетін мақсаттар мен міндеттердің барлық спектрін бағалайды [8]. |
| Ф.В.Голубев | бұл ұйымның ресурстарын пайдаланудың үнемділігін, тиімділігі мен тиімділігін зерттеуге бағытталған кешенді аналитикалық бағалау [9]. |
| Ескерту - [6-10] дереккөз негізінде автор әзірлеген | |

Тиімділік аудиті жағдайында мемлекеттік ресурстар мемлекеттің билігіндегі активтердің кең ауқымын қамтиды. Қазақстан Республикасының заңнамасына сәйкес оларға мемлекеттің стратегиялық мақсаттары мен міндеттеріне қол жеткізу үшін пайдаланылатын қаржы ресурстары, табиғи ресурстар, өндірістік қуаттар, еңбек және ақпараттық ресурстар жатады. Бұл анықтамада мемлекеттік ресурстарға қаржылық (бюджеттік қорлар, мемлекеттік мүлік) де, қаржылық емес активтер де (табиғи ресурстар, еңбек ресурстары, ақпарат) жататынын атап көрсетеді.

Мемлекет қаржысы өз кезегінде мемлекет қаржысын қалыптастыру, бөлу және пайдалану жүйесін білдіреді. Оларға бюджет қаражаты, мемлекеттік бюджеттен тыс қорлар және мемлекеттік органдардың қарамағындағы басқа да қаржылық активтер жатады. Мемлекеттік қаржыны басқару мемлекеттік бағдарламалар мен функцияларды іске асыру үшін қаржы ресурстарын тиімді және мақсатты пайдалануды қамтамасыз етуге бағытталған.

Тиімділік аудитінде мемлекеттік ресурстар мен қаржыны пайдалануды бағалау мемлекеттік органдар өз мақсаттарына жету үшін қаржылық және қаржылық емес активтерді қаншалықты тиімді және тиімді басқаратынын талдауды қамтиды.

Тиімділік аудиті мемлекеттік органдардың жауапкершілігін арттыруда және азаматтардың

мемлекеттік институттарға сенімін нығайтуда басты рөл атқарады. Мемлекеттік органдардың қызметін дербес және объективті бағалау арқылы аудит кемшіліктерді, ресурстарды тиімсіз пайдалануды және бұзушылықтарды анықтауға көмектеседі, бұл оларды жою бойынша негізделген шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

Аудит тетіктері мемлекеттік органдардың жауапкершілігін арттырады:

- аудит нәтижелерін жариялау азаматтардың мемлекеттік органдардың қызметі туралы ақпаратқа қол жеткізуін қамтамасыз етеді, бұл ашықтыққа ықпал етеді және сыбайлас жемқорлық тәуекелдерін азайтады;

- бұзушылықтарды немесе нашар тәжірибелерді анықтау және құжаттау лауазымды тұлғаларды түзету шараларын қолдануға міндеттейді, бұл олардың қоғам алдындағы жауапкершілігін арттырады;

- аудит қорытындысы бойынша берілген ұсынымдар көрсетілетін мемлекеттік қызметтердің сапасына тікелей әсер ететін процестерді оңтайландыруға және басқару тиімділігін арттыруға бағытталған.

Тиімді басқаруды және мемлекеттік ресурстарды пайдалану үшін жауапкершілікті көрсетуге үкіметтің адалдығын көрсету арқылы тиімділік аудиті арқылы есеп беруді жақсарту қоғамның сенімін арттырады.

Тиімділік аудиті халықтың сенімін арттыруға және халықтың әл-ауқатын жақсартуға көмектеседі:

- сыбайлас жемқорлық тәуекелдерін азайту: тұрақты және мұқият тексерулер сыбайлас жемқорлық жағдайларын анықтайды және алдын алады, ресурстарды неғұрлым әділ және әділетті бөлуді қамтамасыз етеді;

- қаражатты бөлудің ашықтығын қамтамасыз ету: аудит халықты мемлекет қаражатының қалай және қайда жұмсалатыны туралы ақпаратпен қамтамасыз етеді, бұл азаматтардың мемлекеттік шығындардың орындылығы мен негізделуіне деген сенімін арттырады;

- тиімсіз шығыстарды анықтау және оларды оңтайландыру бойынша ұсыныстар беру үнемделген қаражатты әлеуметтік маңызы бар жобаларға жұмсауға, халықтың өмір сүру сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, тиімділік аудиті мемлекеттік ресурстардың пайдаланылуын бақылауды қамтамасыз етіп қана қоймайды, сонымен қатар азаматтардың мемлекеттік институттарға сенімін арттыру құралы ретінде қызмет етеді, халықтың әл-ауқатын нығайтуға ықпал етеді.

Бұл материалдарды мақалаға қосу бізге негізгі терминдердің мағынасын толық ашуға және мемлекеттік ресурстарды басқару және халықтың сенімін нығайту контекстінде тиімділік аудитінің практикалық маңыздылығын көрсетуге мүмкіндік береді.

Аудиттің бұл түрі әлеуметтік топтардың мемлекет қаражатын пайдаланумен қанағаттануын жай ғана өлшеумен шектелмейді; ол сондай-ақ осы қанағаттанудың негізгі себептерін анықтауға мүмкіндік береді. Тиімділік аудиті ашықтықтың жоғарылауын ғана емес, сонымен қатар елдің мемлекеттік қаржысы мен ресурстарын басқару тиімділігін кеңінен түсінуді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ол оңтайландыру мүмкіндіктерін анықтайды, сол арқылы жалпы мемлекеттік ресурстарды басқару мен пайдалануды жақсартуға көмектеседі.

Зерттеу әдістері: зерттеу теориялық талдау, жіктеу және индукция әдістерін қолдану арқылы жүзеге асырылады.

**Нәтижелер мен талқылау.** Тиімділік аудиті процесі тексерілетін ұйымның немесе бағдарламаның өз міндеттерін тиімді және нәтижелі орындау және қойылған мақсаттарға жету үшін қолда бар ресурстарды қалай пайдаланғанын зерттейді. Тиімділік аудитінің негізгі мақсаты қызметтің немесе бағдарламаның тиімділігін, үнемділігін және тиімділігін қамтамасыз ету болып табылады. Мемлекеттік активтерді басқару аудиті тиімділік аудитінің он негізгі бағытының ішінде ерекшеленеді.

Тиімділік аудиті барысында талдау бағдарламалық құжаттардың орындалуын және алға қойылған мақсаттарға қол жеткізуді ғана емес,

сонымен қатар көрсетілетін мемлекеттік қызметтердің сапасын бағалауды, сондай-ақ әртүрлі адами, қаржылық, табиғи және басқа да ресурстарды басқаруды қамтиды.

Тиімділік аудиті мемлекеттік аудит субъектісінің нақты аспектілерін немесе қызметін зерттеуге бағытталған болуы мүмкін немесе әртүрлі әдістемелерді, соның ішінде көлденең және тік тәсілдерді қолдану арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Сыртқы мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау бойынша Қазақстан Республикасының Есеп комитетінде қолданылатын рәсімдік стандарт тиімділік аудитін жүргізуді ғана емес, сонымен қатар олардың тиімділігін ескере отырып, мемлекеттік аудит субъектілерінің қызметін бағалауды және зерделеуді қамтиды.

Қазіргі уақытта тиімділік аудиті аудиторлық іс-шаралар ішінде басымдыққа ие (2 - кесте).

**2 - кесте. 2021-2023 жылдар аралығындағы аудит типтері бойынша ЖАП аудиторлық іс-шараларының құрамы мен құрылымы**

| Аудиторлық іс-шаралар | 2021 жыл | | 2022 жыл | | 2023 жыл | | 2024 жыл | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | саны | % | саны | % | саны | % | саны | % |
| Тиімділік аудиті | 9 | 47,4 | 12 | 32,4 | 13 | 36,1 | 38 | 61,2 |
| Тиімділік пен сәйкестік аудиті | 8 | 42,1 | 13 | 35,1 | 16 | 44,4 | 14 | 22.6 |
| Сәйкестік аудиті | 1 | 5,3 | 7 | 18,9 | 5 | 13,9 | 1 | 1.6 |
| Қаржылық есептілік аудиті | 1 | 5,2 | 1 | 2,7 | 1 | 2,8 | 1 | 1.6 |
| Өзге де | 2 | | 4 | 11 | 1 | 2,8 | 8 | 13 |
| Барлығы | 21 | 100 | 37 | 100 | 36 | 100 | 62 | 100 |
| Ескерту – қайнар көздің негізінде құрастырылған | | | | | | | | |

2-кестеде келтірілген деректермен расталғандай, талданатын кезеңдегі аудиторлық және сараптамалық-талдау іс-шараларының саны айтарлықтай оң серпіні көрсетеді, бұл мемлекеттік аудит саласының кеңеюін және оның маңыздылығының артқанын көрсетеді. Бұл іс-шаралар аудиттің мамандандырылған түрлерін және басқа да құпия салаларын қоса алғанда, аудиторлық қызметтің кең ауқымын қамтиды, бұл Қазақстандағы аудит процестерінің барған сайын күрделі сипатын көрсетеді.

Мемлекеттік активтерді басқарудың тиімділік аудитін ұйымдастыру нақты құрылымды және әрекеттердің ретін талап етеді. Бұл жұмыс тобын құруды, аудиттің негізгі критерийлері мен мақсаттарын анықтауды, қажетті процедураларды белгілеуді қамтиды.

Бірінші қадам – қандай мемлекеттік активтер аудитке жататынын және қандай мақсаттарға жету керектігін анықтау. Қаржылық көрсеткіштерді, стратегиялық мақсаттарға қол жеткізуді және заңнаманың сақталуын қамтуы мүмкін оларды пайдалану тиімділігін бағалау критерийлерін әзірлеу маңызды.

Содан кейін жұмыстың барлық кезеңдерін қамтуы тиіс аудит жоспарын дайындау керек: мәліметтерді жинау мен ақпаратты талдаудан бастап қорытындылар мен ұсыныстарға дейін. Бұл кезеңде қажетті құзыреттері бар аудиторлар командасын жасақтау, қажетті құжаттамаға қолжетімділікті қамтамасыз ету және жауапты органдармен өзара іс-қимыл орнату қажет.

Одан әрі тексерулер активтерді басқарудың барлық деңгейлерінде жүргізіледі. Бұл есептілікті талдауды, ішкі бақылауды, қолданыстағы басқару процестерінің тиімділігін зерттеуді және процестің негізгі қатысушыларымен сұхбатты қамтуы мүмкін.

Қажетті ақпарат жиналып, талданғаннан кейін активтерді басқарудың ағымдағы жағдайы тура-

лы қорытындылары бар қорытынды есеп жасалады. Ол анықталған проблемаларды да, оларды шешу бойынша ұсыныстарды да, тиімділікті арттыру үшін басқару стратегиясын жетілдіру бойынша ұсыныстарды да көрсетуі керек.

Қорытынды кезең - аудит нәтижелерін шешім қабылдауға жауапты органдарға ұсыну. Мемлекеттік активтерді басқаруды оңтайландыру және олардың мемлекет пен азаматтар үшін құндылығын арттыру бойынша ұсыныстар мен іс-шаралар жоспарларына басты назар аудару керек.

Мемлекеттік активтерді басқарудағы мемлекеттік аудиттің әдістемелік негізі аудиторлық процесте аудиторлардың алдына қойылған мақсаттар мен міндеттерді анықтау болып табылады. Мұндай аудиттің негізгі мақсаттарының бірі дағдарыстық жағдайлардан шығуға бағытталған дағдарысқа қарсы бюджет қаражатын пайдаланудың тиімділігі мен тиімділігін бағалау болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін аудиторларға бюджеттік рәсімдер мен бюджет қаражатын пайдалануды реттейтін заңнаманың сақталуына кешенді аудит жүргізу, сондай-ақ белгіленген дағдарыстық міндеттерді ескере отырып, оларды пайдалану тиімділігін бағалау қажет.

Жалпы алғанда, мемлекеттік активтерді басқарудың тиімділік аудиті бюджет қаражатының жұмсалу тиімділігін бақылау мен бағалаудың негізгі құралы болып табылады. Мемлекеттік аудиттің әдіснамалық негіздерін дұрыс қолдану арқылы мемлекеттік активтерді басқарудағы проблемалар мен кемшіліктерді анықтауға, басқару шешімдерін қабылдау үшін тиісті ақпаратпен қамтамасыз етуге, сондай-ақ бюджет қаражатын жұмсау тиімділігін және халықтың сенімін арттыруға көмектесуге болады.

Қазіргі уақытта мемлекеттік активтерді басқару тиімділігіне аудит жүргізу үшін арнайы әдістемелік қамтамасыз ету құралдары жоқ. Дегенмен, Қазақстан Республикасында тиімділік аудитінде қолданылатын процедуралық стандарттар сенімді негізге ие. Жоғары қаржылық бақылау органдарының халықаралық стандарттары (ISSAI) және Ішкі аудиторлар институтының (IIA) ішкі аудиттің кәсіби тәжірибесіне арналған стандарттары стандарттар мен олардың әртүрлі ұлттық контексттерде қолданылуы туралы түсінік беретін ортақ стандартты қамтамасыз етеді.

Стандарттарды енгізу ішкі аудит қызметі жұмыс істейтін ортаға сәйкес және қолданыстағы заңнаманы ескере отырып реттеледі.ISSAI стандарттары мемлекеттік активтерді тексеруді қоса алғанда, барлық мемлекеттік аудит мамандарына қолдануға арналған әмбебап нұсқауларды береді. Бұл олардың объективтілігі мен сенімділігін қамтамасыз ете отырып, аудит жүргізудің бірыңғай стандартты тәсілін қамтамасыз етеді. Осылайша, дағдарысқа қарсы шаралар аясындағы мемлекеттік аудит бюджет қаражатын тиімді пайдалануға және әлеуметтік-экономикалық мақсаттарға қол жеткізуге бағытталған құрамдас құралға айналады.

Дағдарыс кезінде, экономикалық тұрақсыздық халықтың қаржы институттары мен мемлекеттік органдарға деген сенімін сынайтын кезде аудиторлардың тәуелсіздігі басты рөл атқарады. Ол мемлекеттік аудит кезіндегі объективтілік пен бейтараптықтың таптырмас кепілі болып табылады, бұл аудит нәтижелеріне сенімділік үшін негіз жасауға мүмкіндік береді. Аудиторлардың тәуелсіздігі заңнамада да, кәсіби стандарттарда да бекітілген, ол кез келген мүдделі тұлғалардың, мейлі ол мемлекеттік органдар немесе кәсіпорындардың басқару органдары болсын, ықпал етуден босатылады. Бұл аудитордың тәуелсіздігі аудиттердің адалдығы мен объективтілігіне халықтың сенімінің негізі болып табылады, бұл өз кезегінде қаржылық ортаның тұрақтылығын және басқару жүйесіне үлкен сенімнің артуына ықпал етеді.

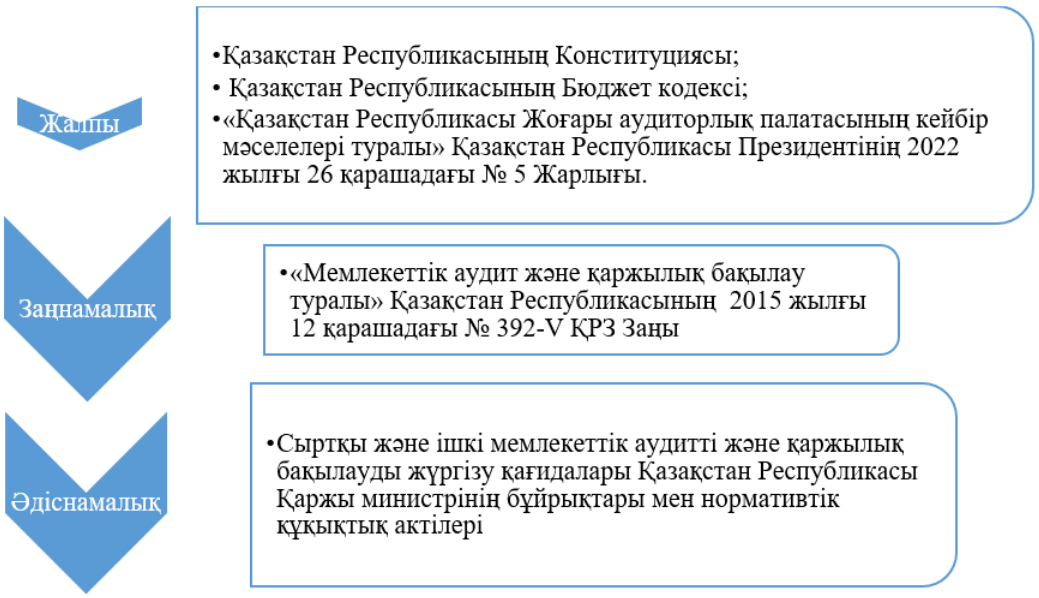
Мәліметтердің дәлдігі мен бейтараптығын қамтамасыз ету үшін мемлекеттік аудиторлар жоғары біліктілікке ие және заңмен және халықаралық ISSAI стандарттарында белгіленген процедуралар мен стандарттарды қатаң сақтайды. Олар қаржылық құжаттарды талдайды, қосымша ақпарат жинайды және оның қолданыстағы заңнамаға сәйкестігін тексереді, сол арқылы аудит процесінің сенімділігі мен объективтілігін қамтамасыз етеді.

Тиімділік аудиті принциптерін қолдану жөнін-

дегі нұсқаулық бағдарлама мен жоба аудиті, ресурстарды бағалау және ұйымдық өнімділікті бағалау сияқты әртүрлі жағдайларда осы принциптерді пайдалану бойынша практикалық кеңес береді. Бұл бөлімде сонымен қатар тиімділік аудиті есептерінің үлгілері және мемлекеттік аудиторлардың осы принциптерді түсінуі мен тәжірибеде қолдануы үшін басқа пайдалы нұсқаулар бар. Қазақстанда мемлекеттік аудиттің ұлттық стандарттарын қалыптастыру кезінде халықаралық тәжірибе мен стандарттар, соның ішінде ISSAI ескеріледі. Қазақстанның мемлекеттік аудитінің ұлттық стандарты мемлекеттік аудитті жүргізуге және оның қорытындыларына қойылатын негізгі талаптарды анықтайды, сондай-ақ осы процеске барлық қатысушылардың рөлдері мен міндеттерін бөледі.Қазақстандағы мемлекеттік аудиттің ұлттық стандарттары ISSAI халықаралық стандарттарымен, соның ішінде тәуелсіздік, объективтілік, құзыреттілік және құпиялылық сияқты принциптермен үйлестірілген. Бұл қағидаттар Қазақстандағы мемлекеттік аудит тәжірибесінің әлемдік стандарттарға сәйкестігін және елдің мемлекеттік аудит процесінің сапасы мен сенімділігін қамтамасыз етеді [11]. Қазақстанда мемлекеттік аудиттің ұлттық стандарттарын әзірлеу кезінде ұлттық нормаларды халықаралық стандарттармен үйлестіру және мемлекеттік аудиттің сапасын арттыру мақсатында халықаралық стандарттар мен ISSAI қағидаттары ескеріледі.

Мемлекеттік активтерді басқарудағы мемлекеттік аудиттің әдіснамалық негізі үш деңгейден тұрады: жалпы, заңнамалық және әдістемелік. Мемлекеттік аудиттің құрылымын анықтауда Қазақстан Республикасының Конституциясы басты рөл атқарады. Қазақстан Республикасының Бюджет кодексі бюджеттік процесс шеңберінде ішкі аудит пен бақылаудың қажеттілігін бекітеді [12-15].

Мемлекеттік активтерді басқарудағы мемлекеттік аудиттің әдістемелік негіздері 1-суретте көрсетілген.




**1 - сурет. Мемлекеттік активтерді басқарудағы мемлекеттік аудиттің әдістемелік негіздері**

*Ескерту - [12-15] дереккөздерден құрастырылған*

Қазақстанның мемлекеттік активтерін басқарудағы мемлекеттік аудиттің әдіснамалық негізі үш деңгейде құрылымдалған:

- жалпы деңгей - мемлекеттік аудитті ұлттық

деңгейде де, халықаралық деңгейде де реттейтін негізгі принциптер мен нормаларды қамтиды;

- заңнамалық деңгей мемлекеттік аудит пен бақылау жүргізуді реттейтін мамандандырылған құқықтық актілермен көрсетіледі. Атап айтқанда, Қазақстан Республикасының Бюджет кодексінде бюджеттік процесс ішкі аудитті де, бақылауды да міндетті түрде ұйымдастыру мен жүргізуді талап ететіні анық көрсетілген. Заңдар мемлекеттік органдардың міндеттерін анықтайды және олардың активтерді басқару саласындағы есептілігін реттейді;

- әдістемелік деңгей аудиторлық тапсырмаларды іс жүзінде орындауға бағытталған әдістемелік ұсыныстар мен процедураларды әзірлеуді көздейді. Оған ұлттық аудит стандарттары, сондай-ақ ISSAI сияқты ел жағдайларына бейімделген халықаралық стандарттар кіреді.

Барлық мемлекеттік аудит органдарының қызметін реттеу «Мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау туралы» Қазақстан Республикасының 2015 жылғы 12 қарашадағы № 392 Заңымен көзделген. Барлық мемлекеттік аудит органдарының қызметін реттеу «Мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау туралы» Қазақстан Республикасының 2015 жылғы 12 қарашадағы № 392 Заңымен көзделген.

Мемлекеттік активтерді басқарудағы әдістемелік мемлекеттік аудиттің негіздері:

- «Сыртқы мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау қағидаларын бекіту туралы» Республикалық бюджеттің атқарылуын бақылау жөніндегі есеп комитетінің 2020 жылғы 30 шілдедегі № 6-НҚ нормативтік қаулысы;

- «Ішкі мемлекеттік аудитті және қаржылық бақылауды жүргізу қағидаттарын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Қаржы министрінің 2018 жылғы 19 наурыздағы No 392 бұйрығы.

Мемлекеттік активтерді басқаруда мемлекет қаражатын пайдалану тиімділігін бағалау күрделі де маңызды міндеттердің бірі деп есептейміз. Бұл күрделі процедура, өйткені аудиттен өтетін органдарға жүктелген функциялар мен міндеттерді орындауға байланысты тұтастай алғанда қоғамға немесе оның жекелеген сегменттеріне әсер етудің түпкілікті нәтижелерін анықтау және өлшеу қажет.

Тиімділік аудиті әдістемесін қолдану келесі қадамдарды қамтиды:

- аудитті жоспарлау кезеңінде аудиторлар аудиттің мақсаттары мен міндеттерін анықтауға кіріседі, нәтижелерді бағалау критерийлерін белгілейді, тексерілетін салаларды анықтайды және аудитті өткізу бойынша іс-шаралар жоспарын жасайды;

- бұл кезеңде аудиторлар алдын ала белгіленген критерийлерге сәйкес өнімділікті егжей-тегжейлі бағалауды жүргізеді. Мұны істеу үшін олар құжаттаманы қарау, ұйымдағы адамдармен сөйлесу және процестер мен әрекеттерді бақылау сияқты әртүрлі әдістерге жүгінеді. Бұл кезең аудиторлар орындалған жұмыстың алдын ала белгіленген стандарттарға немесе тиімділік критерийлеріне қаншалықты сәйкес келетінін анықтауға ұмтылатын маңызды кезең болып табылады;

-деректерді талдау сатысында аудиторлар ақпаратты неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеуді жүзеге асырады, критерийлермен сәйкессіздіктерді ғана емес, сонымен қатар олардың тамырларын да анықтайды. Олар не болғанын ғана емес, оның неліктен болғанын және оның салдары қандай болуы мүмкін екенін түсінуге тырысады. Нәтижелерді талдау кезінде олар ұйымның жұмысына ең көп әсер ететін негізгі салаларға назар аударады. Қорытынды есепте аудиторлар фактілер мен сандарды ғана емес, сонымен қатар басшылыққа операцияның тиімділігі мен тиімділігін арттыру үшін негізделген шешімдер қабылдауға көмектесетін мағыналы талдауды ұсынады;

- бұл кезеңде аудиторлар ұйым басшылығымен белсенді диалогқа түседі, анықталған проблемалардың мәнін зерттейді және оларды шешу бойынша нақты ұсыныстарды ұсынады. Тиімділік аудитінің әдістемесі ұйымның ағымдағы жағдайы мен қызметін бағалауға ғана емес, сонымен қатар оның табыстылығын анықтайтын негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік береді. Осы аспектілерді басшылықпен бірге қарастыра отырып, аудиторлар бизнес-процестерді үздіксіз

жақсартуға және стратегиялық мақсаттарға қол жеткізуге бағытталған бағытталған іс-қимыл жоспарын жасайды [15].

Бұл тәсіл ұйымның тұрақты дамуына және оның нарықтағы бәсекеге қабілеттілігіне ықпал етеді. Мемлекеттік активтерді басқарудың тиімділік аудитін жүргізу барысында этикалық нормалар мен қағидаттарды сақтау маңызды аспект болып табылады. Аудитор активтерді пайдалану тиімділігін бағалауда тәуелсіз, объективті және бейтарап болуы керек. Сонымен қатар, мәліметтерді бұрмалауды болдырмау және ашықтықты қамтамасыз ету үшін құпия ақпаратты қорғауға және қаржылық есептілік стандарттарын сақтауға ерекше назар аудару қажет. Аудиторлық тәжірибеде этикалық нормаларды сақтау мысалдарын мемлекеттік жер ресурстарын пайдалану саласындағы аудит мысалында келтіруге болады. Бір жағдайда заңбұзушылықтар активтерді мақсатсыз пайдалануға әкеліп соқтырған жер операцияларының ашықтығының жеткіліксіздігімен байланысты болды. Бұл ретте аудиторлық топ барлық деректерді тәуелсіз тексеруді қамтамасыз етті және жер активтерін есепке алу жүйесіне өзгерістер енгізуге және олардың пайдаланылуына бақылауды жақсартуға мүмкіндік беретін нәтижеге қол жеткізді (3 - кесте).

**3 - кесте. Мемлекеттік активтерді басқару тиімділігін тексеру әдістемесін жетілдірудің көп өлшемді көрсеткіштері**

| Көп өлшемді көрсеткіштер | Нақты көрсеткіштердің мысалдары |
|---|---|
| Қаржылық көрсеткіштер | - Мемлекеттік активтерді пайдаланудан түсетін кірістердің жалпы бюджеттегі үлесі.- Мемлекеттік жобаларға инвестиция көлемі. |
| Экономикалық көрсеткіштер | - Мемлекеттік жобаларға инвестицияларға байланысты ЖІӨ өсу қарқыны.- Инфляция деңгейі және оның мемлекеттік тауарлармен қызметтер бағасына әсері. |
| Әлеуметтік көрсеткіштер | - Халыққа білім беру және медициналық қызметтердің қолжетімділігі мен сапасы- Мемлекеттік активтерді пайдаланатын аймақтардағы кедейлік пен жұмыссыздық деңгейі. |
| Экологиялық көрсеткіштер | -мемлекеттік активтермен байланысты қызмет нәтижесінде қоршаған ортаға ластаушы заттардың шығарындыларының деңгейі- мемлекеттік өндірістік процестермен объектілердің энергия тиімділігі. |
| Техникалық көрсеткіштер | - жолдарды, көпірлерді, электржелілерін және су жүйелерін қосаалғанда, мемлекеттік инфрақұрылымның жай-күйімен қызмет көрсетуі-мемлекеттік активтерді басқаруда заманауи технологияларды қолданудың тиімділігі. |
| Ескерту -дереккөздерден құрастырылған [12-15] | |

Эмпирикалық талдау әртүрлі мемлекеттік мекемелерде мемлекеттік активтерді пайдаланудың нақты жағдайларын қарастыруды, сондай-ақ осы активтерді бақылау мен мониторингілеудің қолданыстағы шетелдік және қазақстандық тәжірибесін тексеруді қамтиды.

Дамушы елдерде мемлекеттік активтерді басқарудың тиімділік аудиті ресурстардың шектеулілігіне, инфрақұрылымның дамымағандығына және нақты экономикалық жағдайларға байланысты бірқатар ерекше қиындықтарға тап болады. Бұл ерекшеліктер аудитті ұйымдастыру мен өткізуге айтарлықтай әсер етеді, ерекше көзқарасты және халықаралық стандарттарды жергілікті жағдайларға бейімдеуді талап етеді.

Дамушы елдерде аудитті ұйымдастыруға әсер ететін негізгі факторлардың бірі қаржылық және адам ресурстарының шектеулілігі болып табыла-

ды. Шектеулі бюджеттер жағдайында мемлекеттік органдар мен аудиторлық құрылымдар білікті мамандардың, деректерді өңдеу мен талдауға арналған техникалық құралдардың тапшылығына, сондай-ақ процестердің жеткіліксіз автоматтандырылуына жиі ұшырайды [16].

Үндістан, Кения және Қазақстан сияқты дамушы елдерде ресурстардың шектеулері мемлекеттік активтерді басқару тиімділігінің аудитін ұйымдастыруға және жүзеге асыруға айтарлықтай әсер етеді. Мысалы, Үндістанда көптеген мемлекеттік органдар білікті аудит және қаржылық бақылау мамандарының тапшылығына тап болады. Бұл федералдық және аймақтық үкімет деңгейлерінде жан-жақты аудит жүргізуді қиындатады, мұнда штат активтерінің көпшілігі дұрыс құжатталмаған немесе есепке алынбаған. Сонымен қатар, мемлекеттік аудитте кадрлардың жоғары тұрақсыздығы және білім беру бағдарламаларының жоқтығы білікті мамандарды дайындау міндетін қиындатады.

**4 - кесте. Мемлекеттік активтерді басқару тиімділігінің аудитін жақсарту бойынша халықаралық тәжірибе, сәтті мысалдар мен ұсыныстар**

| Ел/Аймақ | Тиімділік аудитінің органы | Аудит құрылымындағы тиімділік аудитінің үлесі (%) | Сәтті мысалдар мен жетістіктер | Қазақстан үшін халықаралық тәжірибеге негізделген ұсыныстар |
|---|---|---|---|---|
| Еуропа одағы | Еуропалық аудиторлар соты | 65 | ЕО қаражатын пайдалануды бағалау инфрақұрылымдық жобаларды қаржыландыруды оңтайландыруға және шығыстардың ашықтығын арттыруға мүмкіндік берді. | ЕО стандарттарын бейімдеу, тәуекелге негізделген тәсілді енгізу. |
| АҚШ | Government Accountability Office (GAO) | 70 | Федералды бағдарламалардың тиімділігін тексеру қайталанатын бағдарламаларды жою арқылы бюджет шығыстарын 50 миллиард долларға қысқартуға әкелді. | Аудит сапасын бағалау жөніндегі тәуелсіз орган құру, стратегиялық аудитті жүзеге асыру. |
| Ұлыбритания | Ұлттық аудит басқармасы (ҰАО) | 60 | Мемлекеттік IT бағдарламаларының аудиті £4 млрд үнемдеді және мемлекеттік сектордың өнімділігін арттырды. | Тиімділік аудитінің ұлттық стандарттарын әзірлеу, аудиторлардың біліктілігін арттыру. |
| Канада | Office of the Auditor General (OAG) | 68 | Жерге орналастыруды оңтайландыру ренталық кірісті 20 пайызға арттырып, мемлекеттік мүлікті пайдалануды жақсартты. | Аудиторлық процестерді және мемлекеттік активтерді бағалауды автоматтандыру үшін заманауи АТ енгізу. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Австралия | Australian National Audit Office (ANAO) | 63 | Мемлекеттік келісім-шарттарды басқару аудиті көрсетілетін қызметтердің құны мен сапасын жақсартуға әкелді. | Экономиканың әртүрлі салаларындағы тиімділік аудиті бойынша әдістемелік ұсыныстар әзірлеу. |
| Ескерту -дереккөздерден құрастырылған [17] | | | | |

Кенияда жағдай аудиторлық процестерді автоматтандырудың жоқтығынан қиындады. Мемлекеттік органдарда көбінесе активтерді есепке алу мен мониторингілеудің заманауи ақпараттық жүйелері жетіспейді, бұл аудиттің кешігуіне және есеп беру қателерінің тәуекелдерінің артуына әкеледі. Жер, мүлік және қаржылық активтер туралы маңызды деректер көбінесе қағаз түрінде сақталады, бұл аудитті қиындатады және көп уақытты алады. Сондай-ақ, деректерді талдауға арналған мамандандырылған бағдарламалық қамтамасыз ету немесе активтерді пайдалану тиімділігін бағалау процесін жылдамдататын технологиялар сияқты техникалық құралдардың жетіспеушілігі бар.

Кенияда 2021 жылы денсаулық сақтау саласындағы мемлекеттік қаржылар мен активтердің тиімділігіне бірқатар аудиттер жүргізілді. Тексерулер көрсеткендей, көптеген медициналық жабдықтарды жеткізу және бюджет қаражатының жұмсалуы бойынша құжаттама мен есеп беру жеткіліксіз. Дегенмен, электрондық есеп беру платформаларын және жеткізу тізбегін бақылауға арналған блокчейн технологияларын енгізу мемлекеттік активтерді пайдаланудың ашықтығы мен тиімділігін арттыруға көмектесті. Бұл мысал аудит процестеріне заманауи технологияларды енгізудің маңыздылығын растайды, бұл да зерттеудің теориялық бөлігінің ұсыныстарына сәйкес келеді. Мемлекеттік активтерді басқару тиімділігінің аудитін жақсарту бойынша халықаралық тәжірибе, сәтті мысалдар мен ұсыныстар 4 кестеде көрсетілген.

Дамыған елдерде тиімділік аудиті мемлекеттік бақылау органдарының қызметінің маңызды бөлігін алады. Мысалы, Еуропалық Одақ пен Америка Құрама Штаттарында тиімділік аудитінің үлесі аудиттің жалпы көлемінің 60-70% жетеді. Бұл мемлекеттік ресурстарды пайдаланудың тиімділігі мен тиімділігін бағалауға баса назар аударумен байланысты.

Еуропалық Одақ елдерінде тиімділік аудиті Еуропалық аудиторлар соты аясында жүзеге асырылады, ол ЕО қаражатының қаншалықты тиімді және тиімді пайдаланылғанын бағалайды. Америка Құрама Штаттарында осыған ұқсас функцияларды олардың тиімділігін арттыру үшін федералдық бағдарламалар мен мемлекеттік органдарды тексеретін Үкіметтің есеп беру басқармасы (GAO) атқарады.

Тиімділік аудитін сәтті қолдану мысалдары оның мемлекеттік активтерді басқаруды жақсарту үшін маңыздылығын көрсетеді. Ұлыбританияда Ұлттық аудит кеңсесі мемлекеттік органдардағы АТ жүйелерін жаңарту бағдарламасының тиімділігіне аудит жүргізді, нәтижесінде бюджетті айтарлықтай үнемдеуге және еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік берді. Канадада мемлекеттік жер ресурстарын басқару қызметінің аудиті жерді пайдалануды жақсартуға және жалға беруден түсетін кірісті арттыруға әкелді. Халықаралық тәжірибе тиімділік аудиті мемлекеттік ресурстарды пайдалануды оңтайландырудың негізгі құралы болып табылатынын көрсетеді. Ұсынылған халықаралық стандарттарды бейімдеу, аудит сапасын бағалау жөніндегі тәуелсіз органдарды құру, заманауи технологияларды пайдалану және аудиторлардың кәсіби құзыреттерін дамыту сияқты шараларды іске асыру Қазақстан Республикасында мемлекеттік активтерді басқару тиімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

Қазақстанда мемлекеттік құрылымды реформалау және активтерді басқару жүйесін жетілдіру бойынша күш-жігерге қарамастан, ресурстық мәселелер де сақталуда. Мысалы, шағын және

орта мемлекеттік органдарда қаржылық бақылау және аудит саласында қажетті білімі бар мамандар жетіспеуі мүмкін. Бухгалтерлік есеп пен мониторинг процестерін автоматтандырудың техникалық мүмкіндіктері шектеулі болып қала береді, бұл аудиторлық органдарды тексерулерді қолмен жүргізуге мәжбүр етеді, бұл процесті айтарлықтай баяулатады және қателер ықтималдығын арттырады [17].

Үндістан үлкен мемлекеттік секторы бар және мемлекеттік активтерінің алуан түрлілігі бар ел ретінде аудит әдістерін қолдануды көрсету үшін жақсы мысал келтіреді. 2020 жылы Үндістан үкіметі Ұлттық инфрақұрылымдық стратегия бағдарламасы аясында инфрақұрылымдық жобаларда мемлекеттік активтерді пайдалану аудитін жүргізді. Аудит барысында ірі инфрақұрылымдық жобалардың үлкен саны, олардың жоғары бюджеттеріне қарамастан, дұрыс жоспарланбағандықтан және шығыстар мен күтілетін нәтижелердің сәйкес келмеуі салдарынан тиімсіз пайдаланылғаны анықталды. Аудит барысында жер ресурстарын мақсатсыз пайдалану фактілері анықталды, бұл шығындардың асып кетуіне әкеп соқтырды, сондай-ақ келісімшарттың орындалуына тиісті бақылау жүргізілмейді. Бұл мысал зерттеудегі теориялық ұсыныстарға сәйкес келетін тиімдірек бақылау және мониторинг жүйелерін әзірлеу қажеттілігін көрсетеді [18].

Қазақстанда соңғы мысалдардың бірі мемлекеттік жер ресурстарын пайдалану тиімділігінің аудитіне қатысты. Тексеру барысында көптеген мемлекет меншігіндегі жер телімдері орталықтандырылған есепке алу мен бақылау жүйесінің жоқтығынан тиімсіз пайдаланылып жатқаны анықталды. Бұл сыбайлас жемқорлық схемалары мен активтерді қайта бөлудегі заңсыздықтарға мүмкіндік туғызды. Аудит автоматтандырылған есепке алу жүйесін және жер операцияларын бақылаудың қатаң тетіктерін енгізу активтерді басқару тиімділігін айтарлықтай арттырып, сыбайлас жемқорлық тәуекелдерін азайтатынын көрсетті. Осылайша, Қазақстандағы тиімділік аудиті бойынша шетелдік тәжірибесінің нақты мысалдарына негізделген эмпирикалық талдау, сондай-ақ мемлекеттік активтерді басқару тиімділігін арттыруға бағытталған әзірленген ұсынымдар зерттеуге практикалық мән береді және жұмысты жан-жақты және практикалық тұрғыдан бағдарлауды қажет етеді. Эмпирикалық талдау негізінде бірнеше негізгі мәселелер анықталды:

1.Есеп берудің төмен ашықтығы - көптеген мемлекеттік органдарда активтердің жай-күйі мен пайдаланылуы туралы ақпарат берудің анық және қолжетімді тетіктері жоқ;

2. Ресурстарды тиімсіз басқару-мемлекеттік активтер санының көп болуына қарамастан, оларды пайдалану белгіленген мақсаттар мен даму стратегияларына сәйкес келе бермейді, бұл тиімсіздік пен қажетсіз шығындарға әкеледі;

3. Мемлекеттік органдар арасындағы үйлестірудің нашарлығы - активтерді басқарумен айналысатын әртүрлі субъектілер жиі үйлесімсіз әрекет етеді, бұл кешенді шешімдер қабылдауды қиындатады және активтерді басқарудың жалпы жағдайына әсер етеді.

Анықталған проблемаларды ескере отырып, мемлекеттік активтерді басқару тиімділігін арттыру бойынша келесі ұсыныстар ұсынылды:

- ішкі бақылау жүйесін жетілдіру - активтерді пайдалану тиімділігін бағалау үшін неғұрлым қатаң ішкі аудит пен мониторинг процедураларын енгізу қажет. Бұл активтердің қозғалысын бақылау үшін мамандандырылған бөлімшелерді құруды, сондай-ақ тұрақты тәуелсіз аудиттерді қамтиды;

- мониторингтің анық тетіктерін енгізу - ашықтық пен активтерді басқаруды жақсарту үшін орталықтандырылған мониторинг жүйесін құру қажет. Мұндай жүйе әрбір мемлекеттік активтің ағымдағы жай-күйін бақылауға мүмкіндік беретін және жедел шешім қабылдау мүмкіндігін қамтамасыз ететін деректер қорын қамтуы керек;

- активтерді пайдалану тиімділігін бағалау жүйесін әзірлеу және енгізу – басқаруды жетілдірудегі маңызды қадам тиімсіз немесе нашар басқарылатын ресурстарды уақтылы анықтауға мүмкіндік беретін әрбір активтің тиімділігін бағалау әдістемесін әзірлеу болып табылады. оларды оңтайландыру бойынша шаралар қабыл-

дау.

4. Персоналды оқыту және олардың біліктілігін арттыру – активтерді басқару сапасын арттыру мақсатында мемлекеттік қызметшілерді, әсіресе қаржылық есеп, аудит және стратегиялық менеджмент салаларында оқыту бағдарламаларын ұйымдастыру қажет.

5. Мемлекеттік және жеке құрылымдар арасындағы ынтымақтастық деңгейін арттыру - мемлекеттік институттар мен жеке сектор арасындағы серіктестікті дамыту ресурстарды тиімдірек пайдалануға, активтерді басқаруды оңтайландыру үшін тәжірибе мен технологияларды тартуға мүмкіндік береді.

Біздің ойымызша, мемлекеттік активтерді басқарудың тиімділігін тексеру әдістемесін жетілдіру тек қаржылық аспектілерді ғана емес, сонымен бірге осы активтерді басқарудың әлеуметтік, экономикалық және ұйымдастырушылық аспектілерін қамтуы мүмкін көп деңгейлі және күрделі көрсеткіштерді әзірлеуді талап етеді.Мемлекеттік активтерді басқару тиімділігін талдау кезінде көп өлшемді көрсеткіштерді пайдалану ұйымның жұмысы мен жетістіктерінің әртүрлі аспектілерін жан-жақты және дәл бағалауға мүмкіндік береді. Жеке көрсеткіштерді оқшаулаудың орнына көп өлшемді көрсеткіштер бір уақытта бірнеше негізгі факторларды ескереді, бұл ұйым қызметінің толық және объективті көрінісін жасауға көмектеседі.

**Қорытынды.** Мемлекеттік активтерді басқару тиімділігін талдау кезінде қызметтің әртүрлі аспектілерін қамтитын көп өлшемді көрсеткіштер қолданылады:

- қаржылық тұрақтылықты және бюджетті басқарудың тиімділігін бағалау үшін кірістерді, шығыстарды және пайданы қамтитын қаржылық көрсеткіштер қолданылады;

- ЖІӨ, инфляция және жұмыссыздық сияқты экономикалық көрсеткіштер активтерді басқарудың экономикалық дамуға әсерін көрсетеді;

- өмір сүру деңгейі және әлеуметтік қызметтердің қолжетімділігі сияқты әлеуметтік көрсеткіштер ұйым қызметінің әлеуметтік әсерін бағалауға мүмкіндік береді;

- экологиялық көрсеткіштер қоршаған ортаға әсерді, оның ішінде табиғи ресурстарды пайдалануды және экологиялық қауіпсіздік деңгейін бағалайды;

инфрақұрылымның жағдайы және техникалық ресурстардың қолжетімділігі сияқты техникалық көрсеткіштер техникалық дайындықты және активтерді басқаруды қолдауды көрсетеді.

Мемлекеттік активтерді басқарудың тиімділік аудитін жүргізу барысында этикалық нормалар мен қағидаттарды сақтау маңызды аспект болып табылады. Аудитор активтерді пайдалану тиімділігін бағалауда тәуелсіз, объективті және бейтарап болуы керек. Сонымен қатар, мәліметтерді бұрмалауды болдырмау және ашықтықты қамтамасыз ету үшін құпия ақпаратты қорғауға және қаржылық есептілік стандарттарын сақтауға ерекше назар аудару қажет.

Аудиторлық тәжірибеде этикалық нормаларды сақтау мысалдарын мемлекеттік жер ресурстарын пайдалану саласындағы аудит мысалында келтіруге болады. Бір жағдайда заңбұзушылықтар активтерді мақсатсыз пайдалануға әкеліп соқтырған жер операцияларының ашықтығының жеткіліксіздігімен байланысты болды. Бұл ретте аудиторлық топ барлық деректерді тәуелсіз тексеруді қамтамасыз етті және жер активтерін есепке алу жүйесіне өзгерістер енгізуге және олардың пайдаланылуына бақылауды жақсартуға мүмкіндік беретін нәтижеге қол жеткізді.

Қорытындылай келе, мемлекеттік активтерді басқару саласындағы мемлекеттік аудитті әдістемелік қамтамасыз етуді талдау үш негізгі деңгейді анықтағанын атап өткен жөн: жалпы, заңнамалық және әдістемелік. Бұл бөлініс ішкі мемлекеттік аудиттің әдіснамалық негізін құрылымдауға және нормативтік құқықтық актілердің қолданылу аясын нақты түсінуге мүмкіндік беретінімен маңызды.Мемлекеттік активтерді пайдалану мен басқаруды бағалайтын тиімділік аудитінің қорытындылары тек деректерге ғана емес, сонымен қатар сараптамалық қорытындыларға негізделгендіктен субъективті түрде қабылдануы мүмкін. Демек, аудиттің негізгі құндылығы тек тексеру нәтижелері ғана емес, сонымен қатар анықталған кемшіліктерді түзету бойынша ұсыныстар болып

табылады. Осылайша, мемлекеттік активтерді басқаруды жақсарту бойынша практикалық ұсыныстар жасаудың маңыздылығын атап көрсете отырып, аудит процесінде конструктивті тәсіл басты рөл атқарады.

**Әдебиеттер**

1. Davis, Jim. What Is Asset Management and Where Do You Start? American Water Works Association Journal.-2007.-Vol. 99(10). -P.26-34. DOI 10.1002/j.1551-8833.2007.tb08042.x

2. Государственная программа Российской Федерации ”Управление федеральным имуществом” [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://www.consultant.ru. Дата обращения: 10.03.2025.

3. Сембиева Л. М. Введение в финансы: учебное пособие / Л.М. Сембиева. – Алматы : ТехноЭрудит, 2019. - Т. 1.-244 с. ISBN 978-601-342-204-6.

4. Закон Республики Казахстан ”О государственном аудите и финансовом контроле” от 12 ноября 2015 года [Электронный ресурс]. URL: https://online.zakon.kz. Дата обращения: 10.03.2025.

5. Алибекова Б.А. Государственный аудит (продвинутый): учебное пособие. - Нур-Султан: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2021 – 286 с. ISBN 978-601-337-481-9

6. Саунин А.И. Аудит эффективности использования государственных средств: вопросы теории и практики. - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015.-336 с. ISBN 978-5-19-011000-5

7. Бейсенова Л.З. Аудит эффективности: учебное пособие. Нур-Султан: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. - 2020. - 292 с. ISBN 978-601-337-281-5.

8. Туребекова Б.О. Статистика: учебно-методический комплекс для студентов специальности 050508 «Учет и аудит». -Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2008. - 116 с. ISBN 9965-31-200-1.

9. Дюсембаев К. Ш., Сатенов Б. И. Анализ финансового положения предприятия : учебное пособие. - Алматы : Экономика, 1998. – 184 с. ISBN 9965-448-06-X.

10. Официальный сайт организации «Intosai» [Электронный ресурс]. URL: https://www.intosai.org (дата обращения: 10.03.2025).

11. Конституция Республики Казахстан от 30 августа 1995 года [Электронный ресурс]. URL: http://adilet.zan.kz. Дата обращения: 10.03.2025.

12. Бюджетный Кодекс Республики Казахстан от 4 декабря 2008 года № 95-IV [Электронный ресурс] .URL: http://adilet.zan.kz. Дата обращения: 10.03.2025.

13. «Қазақстан Республикасы Жоғарғы есеп палатасының кейбір мәселелері туралы» Қазақстан Республикасы Президентінің 2022 жылғы 26 қарашадағы №5 Жарлығы [Электрондық ресурс].- http://online.zakon.kz Жүгінген күні: 10.03.2025.

14. Мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау туралы Қазақстан Республикасының 2015 жылғы 12 қарашадағы Заңы [Электрондық ресурс].- http://online.zakon.kz Жүгінген күні: 10.03.2025

15. «Сыртқы мемлекеттік аудит және қаржылық бақылау жүргізу қағидаларын бекіту туралы» Республикалық бюджеттің атқарылуын бақылау жөніндегі есеп комитетінің 2020 жылғы 30 шілдедегі № 6-НҚ нормативтік қаулысы.-[Электрондық ресурс].- http://online.zakon.kz Жүгінген күні: 10.03.2025.

16. Сембаев Д.К. Совершенствование системы показателей аудита эффективности деятельности государственных органов Республики Казахстан : дис. … д-ра PhD: 6D052100 - Государственный аудит / Д.К. Сембаев; науч. конс. Б.А. Алибекова; заруб. науч. конс. Е.В. Никифорова; Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. – Нур-Султан, 2022. - 158 с.

17. Spatayeva S.B., Karabayev E.B. , Nikiforova E.V. An external state audit of the effectiveness of the use of budgetary funds aimed at ensuring food security of the Republic of Kazakhstan // Economic Series of the Bulletin of the L.N. Gumilyov ENU.-2021.- № 4.- P. 214-221. DOI 10.32523/2789-4320-2021-4-214-221

18. Rakhimov R., Niemenmaa V., Kusherbaeva D., Rakhmetova A. State audit in the field of assessing the effectiveness of the use of natural resources: world experience // State audit. -2023. -№3 (60). -P.134-148. DOI 10.55871/2072-9847-2023-60-3-134-148

**References**

1. Davis, Jim. What Is Asset Management and Where Do You Start? American Water Works Association Journal.-2007.-Vol. 99(10). -P.26-34. DOI 10.1002/j.1551-8833.2007.tb08042.x

2. Gosudarstvennaja programma Rossijskoj Federacii ”Upravlenie federal’ nym imushhestvom” [Jelektronnyj resurs] // Oficial’ nyj internet-portal pravovoj informacii. URL: https://www.consultant.ru (data obrashhenija: 10.03.2025) [in Russian]

3. Sembieva L. M. Vvedenie v finansy: uchebnoe posobie / L.M. Sembieva. – Almaty : TehnoJerudit, 2019. – T. 1. – 244 s. ISBN 978-601-342-204-6. [in Russian]

4. Zakon Respubliki Kazahstan ”O gosudarstvennom audite i finansovom kontrole” ot 12 nojabrja 2015 goda [Jelektronnyj resurs]. URL: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=37724730 (data obrashhenija: 10.03.2025). [in Russian]

5. Alibekova B.A. Gosudarstvennyj audit (prodvinutyj): uchebnoe posobie. - Nur-Sultan: ENU im. L.N. Gumileva, 2021 – 286 s. ISBN 978-601-337-481-9 [in Russian]

6. Saunin A.I. Audit jeffektivnosti ispol’ zovanija gosudarstvennyh sredstv: voprosy teorii i praktiki. - Moskovskij gosudarstvennyj universitet imeni M.V. Lomonosova, 2015.-336 s. ISBN 978-5-19-011000-5 [in Russian]

7. Bejsenova L.Z. Audit jeffektivnosti: uchebnoe posobie. Nur-Sultan: ENU im. L.N. Gumileva. – 2020. – 292 s. ISBN 978-601-337-281-5. [in Russian]

8. Turebekova B.O. Statistika: uchebno-metodicheskij kompleks dlja studentov special’ nosti 050508 «Uchet i audit». -Astana: ENU im. L.N. Gumileva, 2008. - 116 s. ISBN 9965-31-200-1. [in Russian]

9. Djusembaev K. Sh., Satenov B. I. Analiz finansovogo polozhenija predprijatija : uchebnoe posobie. – Almaty : Jekonomika, 1998. – 184 s. ISBN 9965-448-06-H. [in Russian]

10. Oficial’ nyj sajt organizacii «Intosai» [Jelektronnyj resurs]. URL: https://www.intosai.org (data obrashhenija: 10.03.2025). [in Russian]

11. Konstitucija Respubliki Kazahstan ot 30 avgusta 1995 goda [Jelektronnyj resurs]. URL: http://adilet.zan.kz (data obrashhenija: 10.03.2025). [in Russian]

12. Bjudzhetnyj Kodeks Respubliki Kazahstan ot 4 dekabrja 2008 goda № 95-IV [Jelektronnyj resurs] .URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/K080000095_ (data obrashhenija: 10.03.2025). [in Russian]

13. ”Qazaqstan Respýblıkasy Prezıdentiniń 2022 jylǵy 26 qarashadaǵy №5 Jarlyǵy [Elektrondyq resýrstar].-http://online.zakon.kz/ (jyǵylǵan qyny: 10.03.2025) [in Kazakh]

14. Memlekettik aýdıt jańa qarjy baqılaý turaly Qazaqstan Respýblıkasynyń 2015 jylǵy 12 qarashadaǵy Zańy [Elektrondyq resýrstar].-http://online.zakon.kz / (jyǵylǵan qyny: 10.03.2025) [in Kazakh]

15. ”Syrttaǵy memlekettik aýdıt jáne qarjy mınıstrligi baqılaý jyrǵyzý qaǵanattarynyń bekit turaly” Respýblıkalyq búdjettiń atqarylýyn baqylaý komıtetiniń 2020 jylǵy 30 shildedegi № 6-NQ normatıvtik quqyqtyq aktileriniń jobasy.- [Elektrondyq resýrstar]-http://online.zakon.kz / (jyǵylǵan qyny: 10.03.2025) [in Kazakh]

16. Sembaev D.K. Sovershenstvovanie sistemy pokazatelej audita jeffektivnosti dejatel' nosti gosudarstvennyh organov Respubliki Kazahstan : dis. … d-ra PhD: 6D052100 – Gosudarstvennyj audit / D.K. Sembaev; nauch. kons. B.A. Alibekova; zarub. nauch. kons. E.V. Nikiforova; Evrazijskij nacional' nyj universitet im. L.N. Gumileva. – Nur-Sultan, 2022. – 158 s. [in Russian]

17. Spatayeva S.B., Karabayev E.B. , Nikiforova E.V. An external state audit of the effectiveness of the use of budgetary funds aimed at ensuring food security of the Republic of Kazakhstan // Economic Series of the Bulletin of the L.N. Gumilyov ENU.-2021.- № 4.- P. 214-221. DOI 10.32523/2789-4320-2021-4-214-221

18. Rakhimov R., Niemenmaa V., Kusherbaeva D., Rakhmetova A. State audit in the field of assessing the effectiveness of the use of natural resources: world experience // State audit. -2023. -№3 (60). -P.134-148. DOI 10.55871/2072-9847-2023-60-3-134-148

***Авторлар туралы мәліметтер***

Беделова Д.Н. - докторант,Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті Астана, Қазақстан, e-mail: everest-astana@mail.ru;

Мақыш С.Б.- экономика ғылымдарының докторы, профессор Esil University, Астана,Қазақстан, e-mail: mtbb1986@gmail.com

***Information about the authors***

BedelovaD. N. - doctoral student, L.N.Gumilyov Eurasian National University,Astana, Kazakhstan, e-mail: everest-astana@mail.ru;

Makysh S.B. - doctor of economic sciences, professor, Esil University, Astana, Kazakhstan, e-mail: mtbb1986@gmail.com

IRSTI 06.52.17 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-782**

# CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN MANAGING SMART CITY PROJECTS: A CASE STUDY OF KAZAKHSTAN' S URBAN TRANSFORMATION

**[1]A. Galymzhanova, [2]S. Singh, [3]Sh. Sarkambayeva, [1]A. Boranbayeva, [3]A.Zh. Turegeldinova**

*[1]Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,*
*[2]University of Fiju, Republic of Fiju,*
*[3]Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,*
*Correspondent-author: sh.sarkambayeva@satbayev.university*

The article discusses the problems and opportunities of introducing smart city technologies in Kazakhstan through the prism of project management. Key aspects such as infrastructure quality, sustainable development, data protection, citizen participation, government support and the introduction of innovative technologies are analyzed. Examples of successful projects in Kazakhstan, such as transport and lighting management systems, as well as the experience of international practices, including Singapore and Germany, are given.

The study highlights the importance of integrating sustainable solutions, reducing digital inequality, and ensuring citizen participation in digitalization processes. In addition, the need to adapt international models of project management to the socio-economic and cultural characteristics of Kazakhstan is noted. Quantitative and qualitative analysis methods are used, including surveys, expert interviews and data visualization, which allows us to identify the interrelationships between various aspects of the implementation of smart city projects.

The practical significance of the article lies in the development of recommendations for public and private organizations aimed at improving the effectiveness of stakeholder interaction, stimulating citizen participation in digital transformation and creating conditions for sustainable urban development. The findings of the study can serve as a basis for strategic planning and decision-making in the field of smart city project management in Kazakhstan.

**Keywords: s**mart cities, project management, urban transformation, Kazakhstan, sustainable development, governance models, technological innovation, stakeholder collaboration, public-private partnerships.

# "АҚЫЛДЫ ҚАЛА" ЖОБАЛАРЫН БАСҚАРУДАҒЫ ҚИЫНДЫҚТАР МЕН МҮМКІНДІКТЕР: ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚАЛАЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЛЫҚ ЗЕРТТЕУІ

**[1]А. Ғалымжанқызы, [2]С. Сингх, [3]Ш. Сарқамбаева, [1]А. Боранбаева, [3]А.Ж. Төрегелдинова**

*[1]Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Казақстан,*
*[2]Фиджи университеті, Фиджи Республикасы,*
*[3]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті, Алматы, Казақстан,*
*e-mail: sh.sarkambayeva@satbayev.university*

Мақалада жобалық басқару призмасы арқылы Қазақстанда ақылды қала технологияларын енгізу мәселелері мен мүмкіндіктері қарастырылады. Инфрақұрылымның сапасы, орнықты даму, деректерді қорғау, азаматтардың қатысуы, мемлекетті қолдау және инновациялық технологияларды енгізу сияқты негізгі аспектілер талданады. Қазақстанда көлік пен жарықтандыруды басқару жүйелері сияқты табысты жобалардың мысалдары, сондай-ақ Сингапур мен Германияны қоса алғанда, халықаралық тәжірибелердің тәжірибесі келтіріледі.

Зерттеу тұрақты шешімдерді біріктірудің, цифрлық теңсіздікті төмендетудің және азаматтардың цифрландыру процестеріне қатысуын қамтамасыз етудің маңыздылығын көрсетеді. Бұдан басқа, жобалық басқарудың халықаралық модельдерін Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық және мәдени ерекшеліктеріне бейімдеу қажеттілігі атап өтіледі. Сандық және сапалық талдау әдістері, соның

ішінде сауалнамалар, сараптамалық сұхбаттар және деректерді визуализациялау қолданылады, бұл ақылды қала жобаларын жүзеге асырудың әртүрлі аспектілері арасындағы байланысты анықтауға мүмкіндік береді.

Мақаланың практикалық маңыздылығы мүдделі тараптардың өзара іс-қимылының тиімділігін арттыруға, азаматтардың цифрлық трансформацияға қатысуын ынталандыруға және тұрақты қала дамуы үшін жағдай жасауға бағытталған мемлекеттік және жеке ұйымдар үшін ұсынымдар әзірлеу болып табылады. Зерттеу қорытындылары Қазақстандағы ақылды қалалардың жобаларын басқару саласында стратегиялық жоспарлау мен шешім қабылдау үшін негіз бола алады.

**Түйін сөздер:** ақылды қалалар, жобаларды басқару, қалаларды трансформациялау, Қазақстан, тұрақты даму, басқару модельдері, технологиялық инновациялар, мүдделі тараптардың ынтымақтастығы, мемлекеттік-жекеменшік әріптестік.

## ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ ”УМНОГО ГОРОДА”: НА ПРИМЕРЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДОВ КАЗАХСТАНА

**[1]А. Галымжанова, [2]С. Сингх, [3]Ш Саркамбаева✉, [1]А. Боранбаева, [3]А.Ж. Турегельдинова**

*[1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,*
*[2] Университет Фиджи, Республика Фиджи,*
*[3]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,*
*e-mail: sh.sarkambayeva@satbayev.university*

В статье рассматриваются проблемы и возможности внедрения технологий умного города в Казахстане через призму проектного управления. Анализируются ключевые аспекты, такие как качество инфраструктуры, устойчивое развитие, защита данных, участие граждан, поддержка государства и внедрение инновационных технологий. Приводятся примеры успешных проектов в Казахстане, таких как системы управления транспортом и освещением, а также опыт международных практик, включая Сингапур и Германию.

Исследование подчеркивает важность интеграции устойчивых решений, снижения цифрового неравенства и обеспечения участия граждан в процессах цифровизации. Кроме того, отмечается необходимость адаптации международных моделей проектного управления к социально-экономическим и культурным особенностям Казахстана. Используются методы количественного и качественного анализа, включая опросы, экспертные интервью и визуализацию данных, что позволяет выявить взаимосвязи между различными аспектами реализации проектов умных городов.

Практическая значимость статьи заключается в разработке рекомендаций для государственных и частных организаций, направленных на повышение эффективности взаимодействия заинтересованных сторон, стимулирование участия граждан в цифровой трансформации и создание условий для устойчивого городского развития. Выводы исследования могут служить основой для стратегического планирования и принятия решений в области управления проектами умных городов в Казахстане.

**Ключевые слова:** умные города, управление проектами, городская трансформация, Казахстан, устойчивое развитие, модели управления, технологические инновации, сотрудничество с заинтересованными сторонами, государственно-частное партнерство.

**Introduction.** Digital transformation of cities is an essential component of sustainable development, and its implementation through project management is the key to improving the efficiency and quality of the urban environment. With increasing urbanization and the need to optimize resource management, Kazakhstan is striving to create smart cities that integrate digital technologies to improve the quality of life, sustainability, and economic development.

The concept of a ”smart city” has become an important part of the strategy for the development

of cities around the world in recent decades. It involves the use of innovative technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, blockchain and artificial intelligence to improve the quality of life, increase economic efficiency and ensure the sustainability of urban systems. In Kazakhstan, elements of a smart city include intelligent transport management projects, automated utility systems and e-government. For example, in Astana, the Smart Astana program is being implemented, which covers intelligent lighting, parking management and digitalization of public services.

However, the introduction of such technologies requires not only significant financial resources, but also high-quality project management. For Kazakhstan, where the process of transformation from a post-Soviet management system to a modern one is underway, this direction is especially relevant, since it intersects with the tasks of increasing transparency, strengthening citizens' trust and sustainable development.

According to McKinsey, cities that have implemented digital solutions can improve the quality of life of citizens by 10-30% by reducing emissions, improving safety and improving transport accessibility. Smart cities also contribute to sustainable development – they provide improved energy management, which can reduce energy consumption by 15-25% [1].

According to UN DESA, global investments in smart cities amount to about $124 billion and continue to grow by 18-20% annually. Kazakhstan, which actively attracts international investments, needs effective project management models to ensure sustainability and integration of innovations into the urban environment [2].

According to the World Bank, the level of urbanization in Kazakhstan reached approximately 58% in 2023, reflecting the rapid growth of the urban population and the need to modernize urban infrastructure. Forecasts show that by 2030 this figure could rise to 65%, which creates a serious burden on urban systems and increases the need for sustainable solutions [3].

In 2017, Kazakhstan adopted the Digital Kazakhstan program aimed at digitalization of all spheres, including urban governance. However, successful implementation requires design approaches that take into account complex challenges such as security, sustainable use of resources, digital inequality and public participation [4].

According to UN reports, cities generate more than 70% of global $CO_2$ emissions, and in Kazakhstan, greenhouse gas emissions also remain high due to the dominance of traditional energy. The use of smart city technologies, such as smart energy systems, can reduce emissions by 15-20%, which is in line with Kazakhstan' s sustainable development goals to reduce its carbon footprint.

According to IHS Markit estimates, global investments in smart cities will amount to more than $327 billion by 2025, and this area continues to develop rapidly. Kazakhstan is actively attracting investors, and projects within the framework of smart cities can increase capital inflows, as well as create up to 100,000 new jobs related to IT and engineering in the next 10 years.

According to the OECD, about 40% of Kazakhstanis in rural areas still do not have stable access to high-speed Internet, which is an obstacle to the full implementation of digital solutions. Eliminating digital inequality in cities and minimizing it in suburban areas are important aspects for successful digital transformation.

Pilot smart city projects have already been initiated in Uzbekistan and Kazakhstan, including projects on transport management and street lighting, which have shown an improvement in reducing energy consumption by 25% and reducing congestion by 10-15% in Almaty. The expansion of such projects, with the support of integrated project management, will allow Kazakhstan to take a leading position in digital transformation among the countries of Central Asia.

The main research question is formulated as follows: *How can international approaches to smart city project management be adapted for implementation in Kazakhstan, taking into account its socio-economic, cultural and infrastructural*

*features?*

The purpose of the research is to analyze the problems and opportunities that arise in the process of implementing smart city projects in Kazakhstan, as well as to develop recommendations for adapting international smart city project management models in order to increase their efficiency and sustainability in Kazakhstan cities.

The object of the study is the processes of smart city project management, including the introduction of innovative technologies and management systems into urban infrastructure, as well as their adaptation in the conditions of Kazakhstan.

The scientific novelty of this study lies in a systematic approach to analyzing problems and opportunities in the context of the specific realities of Kazakhstan, which allows for a deeper understanding of the specific barriers and opportunities for the successful implementation of smart cities in developing countries. The study also expands existing approaches in project management, offering additional strategies and recommendations for effective management of digitalization processes and sustainable urban development.

The practical value of the research lies in the development of proposals for public and private organizations that are engaged in the design and implementation of smart city initiatives. The proposed recommendations will help improve interaction between stakeholders, stimulate citizen participation in the digital transformation process and create conditions for sustainable urban development. It also contributes to improving the social and environmental sustainability of urban spaces and increasing the quality of life of citizens.

*Literature Review.* In order to improve the quality of life for its inhabitants and handle the complexity of persistent issues with urban settings, smart city initiatives are being supported globally [5]. Additionally, cities are being pressured to fulfill their part in tackling new global issues including resilience [6], decarbonization [7], and sustainability [8]. The creation of more sustainable infrastructure, new transportation paradigms [9,10], smart urbanism [11], public participation [12,13], municipal governance [14], or sustainability [15] are only a few of the many areas of activity that are included in smart city efforts. In terms of their goals, innovative methodologies, key technologies, priorities, or the characteristics of the urban environments in which they are implemented, these programs can take many different forms. Nevertheless, they all agree that digital technologies have the capacity to revolutionize urban life and serve as the primary facilitator for a constructive, forward-thinking, and long-lasting influence [16].

Nonetheless, there are indications of dissatisfaction with the tangible results of smart city projects [17,18] as well as opposition to what is increasingly thought to be an overabundance of corporate control over technology in urban areas [19]. Regardless of one' s overall political stance on smart cities, it appears reasonable to acknowledge that, thus far, the actual outcomes may be viewed as being rather constrained in relation to the corresponding investments and the stated aspirations. More precisely, it becomes evident from the standpoint of digital innovation that the rate of invention is substantially slower than in other fields where important characteristics of digital innovation, including generativity and convergence, have sparked swift and profoundly disruptive changes [20].

Trindade et al. [21] discussed the connection between the ideas of smart cities and sustainability, arguing that the latter can be effectively facilitated by the former as a concept and set of activities. In order for future investments to be justified by socioeconomic needs and environmental concerns rather than technological advancement and industrial competitiveness, Bibri and Krogstie [22] emphasize the necessity of connecting the development and innovation of information and communication technology (ICT) with sustainable development. According to Yigitcanlar et al. [8], cities cannot be smart unless they are sustainable. They explain a conflict between the objectives of sustainable urban development and the shared dreams of smart cities. Bibri [23] emphasizes the potential for using big data analytics to meet

sustainable development objectives, but she also recommends that researchers concentrate more on pinpointing practical problems and specific knowledge gaps. Ramaswami et al. [15] also discuss this link between data science and urban sustainability, arguing that smart city programs need to go beyond city-level data to a higher-order understanding of cities as transboundary systems with a variety of players, priorities, and solutions. A review by Ben Letaifa [24] indicates that when developing plans for smart cities, macro, mezzo, and micro aspects should be taken into account. It also offers a methodological framework for the implementation of smart cities.

Meijer and Bolívar' s review [14] discusses smart city administration. From straightforward institutional arrangements to more radical conceptualizations where the government itself must be changed to create a smart city, the authors identify various conceptualizations of smart city governance that vary in the degree of government transformation required to make cities smarter. Of the 20 drivers for smart city innovation and their prioritization identified in the analysis by Guedes et al. [25], 15 are mostly concerned with city government, while the remaining 5 are related to technology.

In order to better comprehend the difficulties faced by smart city programs, we examine a digital innovation lens in this study. In order to determine if smart city projects can truly create an environment of open and flexible affordances that fosters innovations that are characterized by convergence and generativity, we expand on the essential features of digital technology as suggested by Yoo et al. [20]. Understanding how much the primary obstacles to smart city initiatives might all be distinct expressions of a single issue stemming from a misalignment between smart city innovation practices and the fundamental ideas that drove digital innovation' s rapid success in other fields is the main driving force.

According to a study published in the MDPI Smart Cities journal, smart cities use digital technologies and data analysis to improve the quality of life of citizens, improve the efficiency of infrastructure and services, and stimulate sustainable economic growth. The review examined the definition of smart cities, their advantages and disadvantages, as well as key implementation challenges, including issues of data privacy and digital inequality.

Research at IEEE Xplore analyzes key challenges and opportunities in smart city project management. Special attention is paid to the need for an integrated management approach that unites the public and private sectors. Among the main challenges are shortcomings in the regulatory framework, financial instability and poor coordination between stakeholders.

Other researches have noted that smart cities contribute to achieving sustainable development goals, including reducing carbon dioxide emissions, improving energy efficiency and improving transport accessibility. However, issues such as digital inequality and cybersecurity remain relevant.

Agueda Veloso, Fernando Fonseca, Ru Ramos (2024) analyze examples of the implementation of smart cities in Singapore, Barcelona, Helsinki and Medellin. The main focus is on sustainable development, where it is noted that most projects focus on management and environmental aspects. The study highlights the need for more holistic approaches to address the complex challenges of urbanization and the introduction of standardized assessment methods [26].

An analysis of the existing literature shows that smart city project management is a complex interdisciplinary field that requires the integration of technology, sustainable development, social participation and effective management. Research by foreign authors (Giffinger et al., Komninos, Allam) focuses on the general concepts of smart cities, such as technology adoption, urban sustainability and public participation [27]. They emphasize the importance of strategic planning and the availability of criteria for evaluating the effectiveness of smart cities.

Kazakh literature, on the contrary, focuses on the practical aspects of the implementation of the Digital Kazakhstan program and local challenges.

The main problems include a lack of resources, poor coordination between agencies, digital inequality, and low infrastructure availability.

A significant gap is the lack of unified approaches to managing smart city projects adapted to the conditions of Kazakhstan. Foreign studies offer examples of successful management models, but they require localization. Also, insufficient attention is paid to the integration of innovations into the social sphere, which is critically important for Kazakhstan with its high degree of urbanization.

Thus, further research should be aimed at developing adapted smart city project management models that take into account local challenges and international experience. This will create the basis for the sustainable and inclusive development of the urban environment.

The process of implementing smart city projects in Kazakhstan faces a number of problems, such as insufficient coordination between various public and private institutions, lack of qualified personnel, insufficient financing and technical immaturity of infrastructure. These problems create barriers to the effective implementation of innovative solutions in the urban environment and hinder the development of sustainable and smart cities, which requires the development of adapted project management models to improve management and ensure the sustainability of these projects in Kazakhstan.

**Materials and methods.** The study used methods of qualitative and quantitative analysis to study the problems and opportunities of smart city project management using the example of Kazakhstan. Interviews with experts, surveys of urban residents on their readiness to implement smart technologies, as well as an analysis of existing literature with an emphasis on local and international features were used to collect data. Additionally, a case method was used to analyze implemented projects, and a comparative analysis made it possible to compare successful initiatives of Kazakhstan with international experience. The data was processed using graphical visualization, including the construction of histograms, pie charts and tables, which made it possible to classify and rank key categories such as infrastructure, sustainable development, data security, digital inequality, government support and innovative technologies. This approach provided an in-depth analysis and identification of the interrelationships between various aspects of the implementation of smart city projects.

**Results and discussions.** Various methods suitable for the analysis of both qualitative and quantitative data were used to study the problem ”Problems and opportunities in the management of smart City projects: on the example of the transformation of cities in Kazakhstan”. The methods include interviews with experts, questionnaires, comparative analysis, case-stage method and analysis of existing literature. The following techniques were used to collect, process and analyze data.

A histogram showing the readiness of residents of different cities of Kazakhstan to implement intelligent technologies. The chart shows the percentage of respondents who are ready to implement smart city solutions in each city. Figure 1 shows the proportion of respondents who said that they were prepared to implement smart city technology from five different cities: Almaty, Nur-Sultan, Shymkent, Karaganda, and Aktobe. With 50% of respondents indicating a readiness to adopt smart city solutions, Aktobe has the highest rate among these cities. At 45%, Shymkent comes in second, showing a high level of preparation as well.

At 40%, Almaty, a significant Kazakh city, exhibits a moderate level of preparedness. The capital city of Nur-Sultan, on the other hand, has a somewhat lower ratio of 35%, indicating a less enthusiastic but still noticeable preference for smart city efforts. However, only 30% of respondents said they were in favor of using such technologies, making Karaganda the least prepared city in the study.

These discrepancies can be the result of disparities in local government initiatives, municipal infrastructure, public understanding of the advantages of smart cities, and technology accessibility. While places like Karaganda could need more focused efforts to raise awareness and

readiness, communities like Aktobe and Shymkent might have customized programs or favorable settings that spark greater enthusiasm.

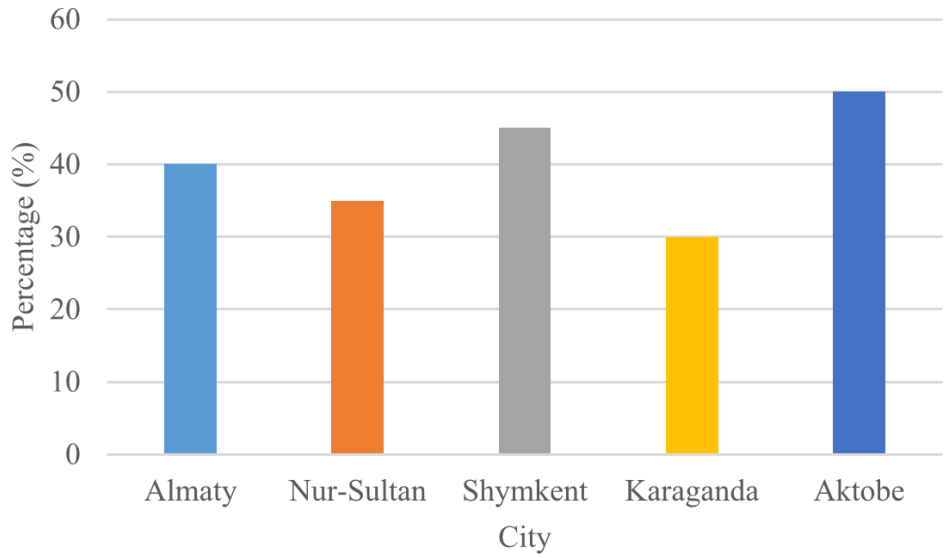



**Fig. 1 - The percentage of respondents who said that they were prepared to implement smart city technology**

*(compiled by the authors based on [28])*

Figure 2 shows a prioritizing of features depending on respondent preferences, highlighting the perceived relevance of different parts of smart cities. With 30% of respondents highlighting its significance, security stands out as the most important factor. This illustrates how safety, which includes emergency response systems, crime prevention technology, and surveillance systems, is widely acknowledged as a fundamental component of smart cities.

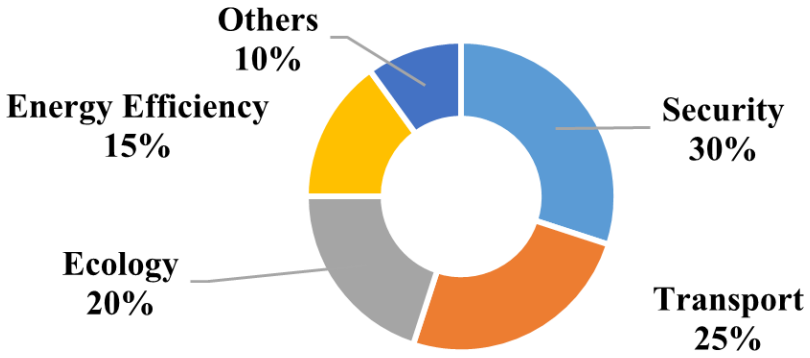



**Fig. 2 - Prioritizing of features depending on respondent preferences**

*(compiled by the authors based on [28])*

Transport received 25% of the replies, making it the second most important factor. Enhancing mobility and lowering urban congestion, a major issue for many cities, requires sophisticated and efficient transportation systems, such as integrated public transit options and real-time traffic management.

With 20% of respondents emphasizing its

importance, ecology comes in third. In order to solve environmental issues and guarantee a higher standard of living, smart city solutions aimed at ecological sustainability such as waste management, air quality monitoring, and green urban planning are essential.

15% of respondents said that energy efficiency was a top priority, which is consistent with the increased focus on lowering energy use through the use of smart grids and energy-efficient infrastructure. Both environmental preservation and economic viability depend on this factor.

Lastly, 10% of respondents said that other factors such as governance, healthcare, education, and cultural initiatives were important. Despite getting less emphasis, these components support a smart city' s overall growth.

In order to produce secure, effective, and livable urban places, the data highlights the complexity of smart city development and the necessity to balance security, mobility, ecological sustainability, energy efficiency, and other factors.

The number of successful smart city initiatives in the USA, Germany, Singapore, South Korea, and Kazakhstan is shown in Figure 3. The information highlights Kazakhstan' s comparative position and offers insight into the adoption and execution of smart city programs worldwide.

With 12 successful smart city initiatives, the USA leads the world and demonstrates its leadership in implementing cutting-edge urban technologies. These initiatives, which are supported by significant expenditures and a robust innovation environment, probably include a range of topics, including energy management, smart transportation, and security systems.

Germany comes in second with ten projects, demonstrating its focus on fusing environmental principles with smart technology. In keeping with its larger commitment to environmental sustainability, Germany frequently uses smart grids, eco-friendly urban planning, and green infrastructure.

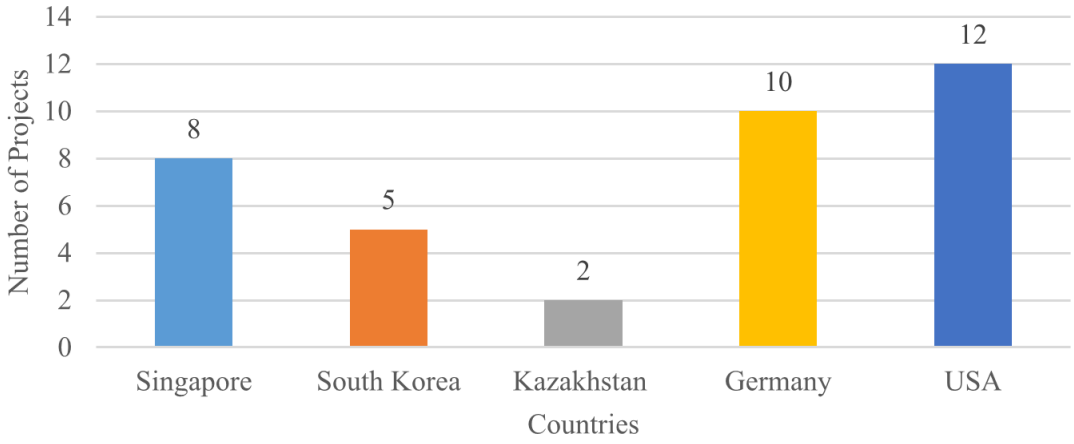



**Fig. 3 - The number of successful smart city initiatives in the USA, Germany, Singapore, South Korea, and Kazakhstan**

*(compiled by the authors based on [28])*

With eight initiatives, Singapore is a prime example of a tiny yet incredibly effective smart city deployment approach. Singapore, which is well-known for its extensive Smart Nation effort, positions itself as a global leader in urban innovation by utilizing technology for government, healthcare, and transportation.

With five projects, South Korea has made significant progress in incorporating technology into urban life. As evidenced by centers like Songdo International Business District, its initiatives frequently focus on building futuristic, highly connected cities.

Kazakhstan is just beginning to implement smart

city technologies, having completed two successful initiatives. Even if it behind the other countries, its efforts are a significant step in the direction of modernization and technical development. Kazakhstan might benefit from more funding, international cooperation, and laws that give priority to smart urban infrastructure in order to catch up.

The comparison emphasizes that although Kazakhstan has made only modest progress, there are important lessons to be learned from the experiences of nations like the USA, Germany, and Singapore. Kazakhstan has the ability to accelerate its smart city ambitions and support the global push towards smarter, more sustainable urban places by implementing best practices and customizing them to its local circumstances.

Figure 4 shows the frequency of mentions of various key categories related to the development of smart cities in the context of the transformation of cities in Kazakhstan. The following paragraphs summarize the conclusions drawn from the graph.

*The quality of smart city infrastructure (The most frequently mentioned category):*

This category is the most frequently discussed, which highlights the critical importance of infrastructure quality in the development of smart cities. It includes aspects such as transportation systems, power grids and urban services that are necessary for the successful implementation of any smart city initiative.

*Sustainable development and ecology:*

The frequent mention of sustainable development highlights the importance of integrating environmental issues into smart city projects. This includes addressing issues of clean energy, waste management, water conservation and other environmentally sustainable practices, which is a priority at the global level.

*Data security issues:*

Data security issues also occupy a prominent place, which indicates the difficulties associated with managing and protecting the huge amount of data generated by smart city systems. With the widespread use of the Internet of Things (IoT) and digital platforms, protecting citizens' data and ensuring privacy are becoming key issues.

*Public participation and digital inequality:*

Frequent mention of this category indicates the need to ensure broad access to smart city technologies and involve citizens in decision-making processes. It also raises issues of digital inequality, which may deepen if appropriate measures are not taken.

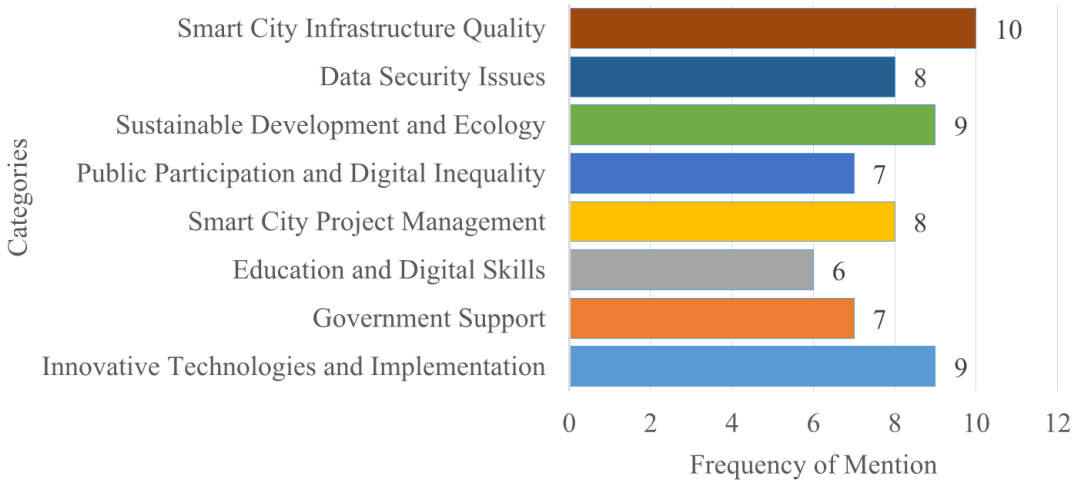



**Fig. 4 - Frequency of mentions of various key categories related to the development of smart cities**

*(compiled by the authors based on [28])*

*Smart City Project Management:*

The mention of project management suggests that effective management strategies are needed for the successful implementation of smart city projects, especially when integrating innovative technologies and coordinating between different sectors.

*Government support:*

Government support plays an important role in the development of smart cities, including the creation of regulatory norms, financing and promotion of public-private partnerships. Without stable government support, such projects are difficult to implement and maintain for a long time.

*Innovative technologies and their implementation:*

The mention of innovative technologies confirms the importance of using advanced technologies such as artificial intelligence, big data and the Internet of Things to solve urban problems. However, their successful implementation requires careful adaptation to local conditions and effective application.

*Education and digital skills (A less frequently mentioned category):*

Interestingly, education and digital skills are mentioned less frequently, which may indicate that although technology plays an important role, there is a certain gap in the field of digital literacy of the population. Providing the necessary training for the workforce and citizens is critical for the successful implementation of smart city technologies.

The graph illustrates that the key challenges in the development of smart cities in Kazakhstan are focused on infrastructure, sustainable development and data security. However, there are also areas that require more attention, such as education and digital inequality. These findings can serve as a basis for future policy decisions and research aimed at a more balanced and inclusive approach to smart city development.

Within the framework of the study on the problems and opportunities of smart city project management using the example of the transformation of cities in Kazakhstan, several key aspects were analyzed, including infrastructure quality, sustainable development, data security issues, public participation, project management and government support. Both qualitative and quantitative data presented in the form of tables, graphs and diagrams were used to interpret the results.

*1. The quality of the smart city infrastructure*

**Table 1 - Frequency of mentioning factors related to infrastructure quality**

| Category | Frequency of mention |
|---|---|
| Transport systems | 35 |
| Energy supply and energy saving | 28 |
| Water supply and sanitation | 22 |
| Smart buildings and residential complexes | 18 |

**Table 2 - Frequency of mentioning data security issues in smart cities**

| Data security issue | Frequency of mention |
|---|---|
| Protection of personal data | 40 |
| Cyber threats and hacks | 33 |
| IoT Infrastructure Protection | 25 |
| Threats of information leaks | 22 |

We analyzed the frequency of mentioning factors related to infrastructure quality (Table 1). The greatest attention in the context of infrastructure quality is paid to transport systems, which is explained by the need to solve transport problems such as traffic jams and the lack of environmentally friendly transport. Energy supply and energy conservation occupy the second place, due to the growing interest in sustainable and energy efficient solutions in cities.

*2. Sustainable development and ecology*

Sustainable development is an important topic in the development of smart cities, which is confirmed by the high frequency of mentioning environmental technologies. The greatest attention is paid to the introduction of green technologies, such as solar panels and waste recycling systems. This is also due to the need to minimize the impact on the environment in conditions of rapid population growth and urbanization.

*3. Data security issues*

The list of data security issues in smart cities with their frequency of mention are presented in Table 2. Data security issues are central to the challenges faced by smart cities. The protection of citizens' personal data is especially important, which is becoming critical due to the increased use of the Internet of Things (IoT) and the collection of big data. Problems with cyber threats and infrastructure protection also require increased attention, given the vulnerability of digital systems in smart cities.

*4. Public participation and digital inequality*

Public participation and digital inequality are important aspects in the management of smart city projects. It is important to ensure access to technology for all segments of the population in order to avoid a widening digital divide. The high frequency of mentioning these issues indicates the need to create inclusive and accessible solutions for all citizens.

*5. Smart City Project Management*

**Table 3 - Frequency of mentioning project management issues**

| The problem of project management | Frequency of mention |
|---|---|
| Coordination between sectors | 38 |
| Lack of qualified personnel | 30 |
| Development of implementation strategies | 25 |
| Risk and cost assessment | 20 |

**Table 4 - Frequency of mentioning innovative technologies**

| Innovative technology | Frequency of mention |
|---|---|
| Artificial intelligence and machine learning | 45 |
| Big Data and Analytics | 40 |
| Internet of Things (IoT) | 35 |
| Smart sensors and monitoring | 30 |

The main challenge in managing smart city projects is coordination between different sectors such as transport, energy, ecology and security (Table 3). The lack of qualified personnel and the lack of clear technology implementation strategies also play a significant role in the successful implementation of such projects.

*6. Government support*

Government support plays an important role in the successful implementation of smart city projects. In particular, financing, regulatory creation and support for public-private partnerships play a crucial role. The emergence of new forms of government support, such as subsidies for environmental technologies or tax incentives for start-ups, contributes to the acceleration of digitalization processes.

*7. Innovative technologies and their implementation*

Innovative technologies play a key role in creating smart cities. According to Table 4, the greatest attention is paid to artificial intelligence and machine learning, which make it possible to effectively manage resources and make decisions based on big data analysis. The Internet of Things (IoT) is also an integral part of smart cities, creating a network of connected devices for data collection and processing.

Kazakhstan' s Energy consumption that comes from renewables [28]**.** The information supplied about Kazakhstan' s principal energy contributions from nuclear and renewable sources has important ramifications for the growth of smart cities. Figure 5 shows the dynamics of Kazakhstan' s Energy consumption that comes from renewables since 1985. Renewable energy has demonstrated a more dynamic trajectory, whereas nuclear energy has played a minor role, with minimal contributions throughout the early 1990s and total absence after 1999. The percentage of renewables started out slowly in 1985 at 1.94%, reached a peak of 6.12% in 2002, and then fluctuated before stabilizing at 4.52% in 2023.

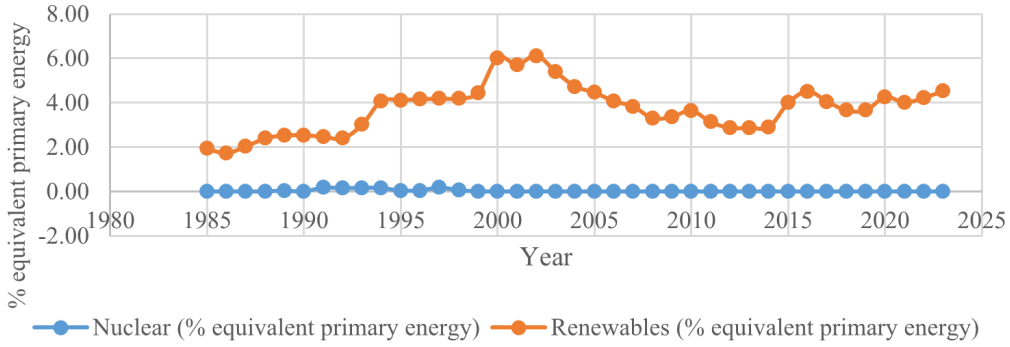



**Fig. 5 - Kazakhstan' s Energy consumption that comes from renewables**

*(compiled by the authors based on [28])*

The growing focus on renewable energy is a crucial component of smart cities, which place a high priority on sustainability, energy efficiency, and low-carbon solutions. The 2002 peak points to early investments in renewable energy, which may have been prompted by legislative measures or advances in technology. The ensuing drop and patchy expansion, however, point to difficulties in growing and maintaining renewable infrastructure, maybe as a result of financial or regulatory limitations.

The success of Kazakhstan' s smart cities depends on a more comprehensive and varied energy plan. Energy efficiency and dependability may be improved by incorporating cutting-edge technology like smart grids, IoT-based energy management, and AI-driven renewable forecasting. Furthermore, the lack of nuclear energy represents a lost chance for reliable, low-carbon baseload electricity that might be used in conjunction with renewable energy sources in a smart city framework.

In the future, Kazakhstan' s cities must make steady investments in renewable energy a top priority while investigating cutting-edge options like decentralized energy generation and energy storage systems. By lowering reliance on fossil fuels and ensuring a robust and sustainable energy base, these actions would support global smart city goals.

**Table 5 - Share of various energy sources in Kazakhstan**

| Year | Nuclear (% equivalent primary energy) | Renewables (% equivalent primary energy) | Fossil fuels (% equivalent primary energy) |
|---|---|---|---|
| 1985 | 0.00 | 1.94 | 98.06 |
| 1986 | 0.00 | 1.74 | 98.26 |
| 1987 | 0.00 | 2.04 | 97.96 |
| 1988 | 0.00 | 2.40 | 97.60 |
| 1989 | 0.03 | 2.54 | 97.43 |
| 1990 | 0.00 | 2.53 | 97.47 |
| 1991 | 0.18 | 2.48 | 97.34 |
| 1992 | 0.16 | 2.40 | 97.45 |
| 1993 | 0.17 | 3.02 | 96.82 |
| 1994 | 0.16 | 4.07 | 95.77 |
| 1995 | 0.04 | 4.11 | 95.85 |
| 1996 | 0.05 | 4.16 | 95.79 |
| 1997 | 0.19 | 4.18 | 95.63 |
| 1998 | 0.06 | 4.19 | 95.75 |
| 1999 | 0.00 | 4.46 | 95.54 |
| 2000 | 0.00 | 6.02 | 93.98 |
| 2001 | 0.00 | 5.70 | 94.30 |
| 2002 | 0.00 | 6.12 | 93.88 |
| 2003 | 0.00 | 5.38 | 94.62 |
| 2004 | 0.00 | 4.73 | 95.27 |
| 2005 | 0.00 | 4.46 | 95.54 |
| 2006 | 0.00 | 4.07 | 95.93 |
| 2007 | 0.00 | 3.83 | 96.17 |
| 2008 | 0.00 | 3.30 | 96.70 |
| 2009 | 0.00 | 3.38 | 96.62 |
| 2010 | 0.00 | 3.64 | 96.36 |
| 2011 | 0.00 | 3.13 | 96.87 |
| 2012 | 0.00 | 2.87 | 97.13 |
| 2013 | 0.00 | 2.88 | 97.12 |
| 2014 | 0.00 | 2.92 | 97.08 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2015 | 0.00 | 4.00 | 96.00 |
| 2016 | 0.00 | 4.51 | 95.49 |
| 2017 | 0.00 | 4.05 | 95.95 |
| 2018 | 0.00 | 3.66 | 96.34 |
| 2019 | 0.00 | 3.66 | 96.34 |
| 2020 | 0.00 | 4.26 | 95.74 |
| 2021 | 0.00 | 4.01 | 95.99 |
| 2022 | 0.00 | 4.23 | 95.77 |
| 2023 | 0.00 | 4.52 | 95.48 |

The information on Kazakhstan' s energy mix (Table 5) that has been supplied emphasizes the country' s heavy reliance on fossil fuels and its gradual decline over time, highlighting both the opportunities and significant obstacles in the country' s transition to sustainable energy systems for the development of smart cities. Up until the early 2000s, fossil fuels continuously supplied more than 95% of the equivalent primary energy, reaching a high of 98.26% in 1986. During the same time span, fossil fuel dependence decreased slightly to 93.88%, while renewable energy contributions climbed steadily from 1.94% in 1985 to 6.12% in 2002. Since then, the percentage of fossil fuels has remained dominant, dropping just marginally to 95.48% in 2023.

Fossil fuel dependence presents serious sustainability issues for smart cities, such as resource depletion, air pollution, and greenhouse gas emissions. Reducing reliance on fossil fuels is crucial because smart cities seek to use cutting-edge technologies to maximize energy efficiency and make the switch to low-carbon systems. The data shows that although there has been some progress in integrating renewable energy, it has not happened quickly enough to significantly reduce dependency on fossil fuels.

The following are important tactics for smart cities to hasten the elimination of fossil fuels:

1. Improved Renewable Integration: Reliance on fossil fuels can be decreased by increasing the use of renewable energy sources including solar, wind, and hydroelectric power in conjunction with cutting-edge energy storage systems.

2. Energy Efficiency Measures: To maximize energy use, smart cities can implement smart grids, IoT-based systems, and energy-efficient technologies.

3. Policy and Incentives: Strict laws governing the use of fossil fuels, tax breaks, and subsidies are some ways that governments might encourage the growth of renewable energy.

4. Public Awareness and Participation: Promoting renewable energy adoption and lowering dependency on practices that heavily rely on fossil fuels.

The information emphasizes how urgently strategic actions are needed to hasten Kazakhstan' s energy transformation. As centers of sustainability and innovation, smart cities must spearhead this shift by putting in place comprehensive, tech-driven solutions that allow for a substantial and long-term decrease in reliance on fossil fuels while increasing the proportion of renewable energy in the energy mix.

Mobile cellular subscriptions in Kazakhstan [9]

A key component of the creation of smart cities is the use of mobile cellular technologies. The trend of mobile cellular subscribers per 100 population in Kazakhstan between 1960 and 2022 demonstrates a significant shift and underscores the vital role that telecoms play in promoting digital infrastructure for smart city projects (Figure 6).

A figure of 0.00 per 100 people indicates that Kazakhstan had no mobile cellular subscriptions

between 1960 and 1994. During this time, the Soviet Union' s centralized system of fixed-line telephones constituted the majority of the country' s communication infrastructure. The absence of mobile technology draws attention to the early phases of digital connectivity, which prepared the way for later developments in telecommunications.

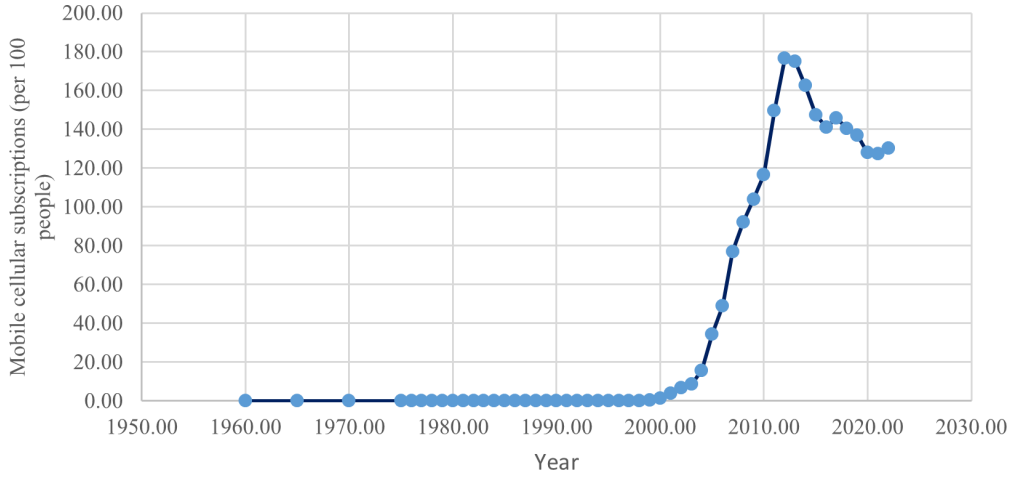



**Fig.6 - Mobile Cellular subscriptions in Kazakhstan**

*(compiled by the authors based on [28])*

A significant change occurred with the advent of mobile cellular technology in 1995; by 2003, the subscription rate had risen steadily from 0.03 per 100 persons to 8.63. Initial investments in mobile infrastructure and the steady uptake of mobile devices are responsible for this increase. During this time, basic connectivity, a crucial need for the development of smart cities, particularly in metropolitan areas was made possible by mobile technology.

Mobile subscriptions increased exponentially between 2004 and 2012, rising from 15.76 to a peak of 176.79 per 100 persons. Technological developments, the introduction of 2G and 3G networks, and telecom carriers' aggressive pricing strategies are all responsible for this quick uptake. Real-time communication, data exchange, and the establishment of digital services were made possible by the increase in mobile connectivity, which made Kazakhstani cities attractive targets for smart city projects. The extensive use of mobile devices, which are essential for Internet of Things (IoT) applications in smart city sectors including transportation, energy, and governance, is reflected in high subscription rates.

By 2022, the subscription rate had marginally decreased from its peak in 2012 to 130.42 per 100 individuals, indicating market saturation and the rationalization of numerous subscriptions. The penetration rate held steady in spite of this drop, demonstrating Kazakhstan' s preparedness for cutting-edge digital solutions. The decrease is in keeping with the global trend toward integrated communication systems, where mobile networks support smart city technologies by enhancing Wi-Fi and internet.

One of the main factors facilitating smart city initiatives in Kazakhstan is the country' s high rate of mobile penetration. IoT solutions, such as e-governance platforms, intelligent transportation systems, and smart metering, are made possible by mobile networks in smart cities. According to the trends shown, Kazakhstani cities are in a good position to embrace these technologies, taking use of the widespread use of mobile devices to link people, companies, and government services.

Even though mobile connectivity is a major factor in smart city programs, issues including

digital literacy, rural-urban connectivity gaps, and infrastructure upgrades to 5G networks still exist. The modest drop in subscription prices over the past few years also points to the necessity of diversifying digital services in order to keep users interested. There are opportunities to use mobile networks for smart city applications, especially in the fields of public services (e.g., e-health and e-education), energy (e.g., smart grids), and transportation (e.g., traffic management).

It will be crucial to integrate mobile cellular networks with cutting-edge technologies like 5G, AI, and IoT as Kazakhstan moves forward with its smart city goal. To guarantee fair access to the advantages of smart cities, policymakers should give mobile infrastructure improvements top priority, especially in rural areas with poor connectivity. Furthermore, encouraging public-private collaborations can help achieve socioeconomic and environmental objectives while hastening the implementation of smart city solutions.

*ICT Technology adoption-per-100-people in Kazakhstan*

The rapid advancement of mobile cellular technology defined the 2000s (Figure 7). In 2012, mobile subscriptions reached a peak of 176.79 per 100 individuals, indicating the quick uptake of 2G and 3G networks. During this decade, internet usage also increased, and by 2012, it had surpassed 61% of the population. Despite being adopted more slowly than mobile services, fixed broadband grew steadily, reaching 12.21 per 100 by 2014.

With mobile cellular subscriptions stable between 127 and 147 per 100 persons, signifying market saturation, the ICT sector developed starting in 2015. In the meantime, internet penetration reached a remarkable 92.3% of the population, and fixed broadband subscribers increased to 15.35 per 100 persons by 2022. This illustrates how Kazakhstan is becoming more and more dependent on broadband internet in order to get improved digital services.

The steady increase in internet usage demonstrates how well Kazakhstan has incorporated ICT into daily life, thanks to developments in broadband and mobile infrastructure. The country is well-positioned to use ICT for greater digital transformation as it continues to embrace it, bolstering projects like e-governance, smart cities, and an increasingly digital economy.

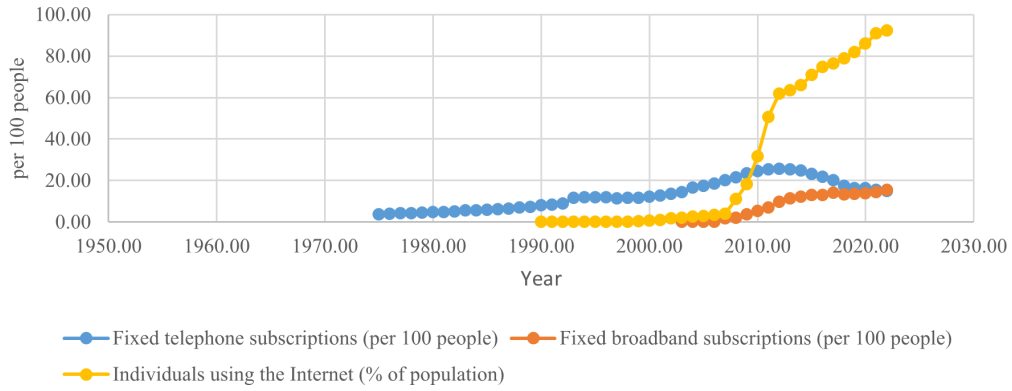



**Figure 7 - ICT Technology adaptation in Kazakhstan**

*(compiled by the authors based on [28])*

Comparing the results obtained with international experience, it can be noted that Kazakhstan is at the stage of active implementation of its projects similar to those of other developing countries, however, thanks to programs such as Digital Kazakhstan, the country has already begun to successfully solve many of these problems. It is expected that in the future, increased government funding and the introduction of innovative technologies, combined with international cooperation, will help accelerate

this process.

**Conclusion** Based on the conducted research of problems and opportunities in the management of smart city projects, several important conclusions can be drawn on the example of the transformation of cities in Kazakhstan. Firstly, the development of smart cities in Kazakhstan faces a number of key challenges, such as the need to implement sustainable environmental solutions, ensuring public participation in the digitalization process, overcoming digital inequality, as well as the need for government support and the creation of appropriate regulatory conditions for the implementation of such projects. These problems turned out to be systemic, requiring an integrated approach and integration into the existing urban infrastructure.

Secondly, the results of the study demonstrated a high interest in the issues of sustainable development and ecology in the design of smart cities. Environmental aspects such as the use of green technologies, solar panels, waste recycling and energy conservation occupy an important place in urban plans. This trend is confirmed by an increase in the frequency of mentioning environmental aspects in modern design studies, which also indicates an increasing attention to the issue of sustainability at the level of public and private initiatives.

Thirdly, despite active efforts on the part of the Government and the private sector, the challenges of ensuring broad public participation and eliminating digital inequality remain important obstacles to the effective introduction of technology into the urban environment. Citizen participation in the digitalization process requires the creation of more open platforms for communication and participation in decision-making, as well as more accessible educational and technical solutions for all segments of the population. Digital inequality, in turn, limits citizens' access to the latest technologies, which reduces the overall potential for creating effective and inclusive smart cities.

***Funding.*** *This research has been funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR24993051 "Development of an intelligent city system based on IoT and data analysis")*

## References

1. Tehnologii umnyh gorodov: chto vlijaet na vybor gorozhan? [Electronic resource] // McKinsey & Company. -2018. URL: https://www.mckinsey.com . Date of application: 06.12.2024. [in Russian]

2. Worldwide Spending on Public Cloud Services is Forecast to Reach $1.35 Trillion in 2027, According to New IDC Spending Guide [Electronic resource] // IDC. -2023. URL: https://www.idc.com . Date of application: 12.12.2024.

3. Cities Across Central Asia Can Unlock Full Economic Potential by Implementing Low-Carbon and Climate-Resilient Development Strategies, [Electronic resource] //World bank group. -2023. URL https://www.worldbank.org Date of application 10.12.2024.

4. Urdabayev M, Kireyeva A, Vasa L, Digel I, Nurgaliyeva K, Nurbatsin A Discovering smart cities' potential in Kazakhstan: A cluster analysis // PLoS ONE. -2024. -Vol. 19(3). DOI 10.1371/journal.pone.0296765

5. Camero A., Alba E. Smart City and information technology: A review // Cities– 2019. –Vol. 93. - P. 84-94. DOI 10.1016/j.cities.2019.04.014

6. Cartalis C. Toward resilient cities - a review of definitions, challenges and prospects // Adv. Build. Energy Res. -2014. -Vol. 8(2). -P. 259-266. DOI 10.1080/17512549.2014.890533

7. Voytenko Y., Mccormick K., Evans J., Schliwa G. Urban living labs for sustainability and low carbon cities in Europe: towards a research agenda // J. Clean. Prod. -2016. -Vol. 123. -P. 45-54. DOI 10.1016/j.jclepro.2015.08.053

8. Yigitcanlar T., Kamruzzaman M., Foth M., Sabatini-Marques J., da Costa E., Ioppolo G. Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature // Sustain. Cities Soc. -2019. -Vol. 45. -P. 348-365. DOI 10.1016/j.scs.2018.11.033

9. Noy K., Givoni M. Is 'smart mobility' sustainable? Examining the views and beliefs of transport's technological entrepreneurs // Sustainability. -2018. -Vol. 10(2):422. DOI 10.3390/su10020422

10. Young M., Farber S. Ride-hailing platforms are shaping the future of mobility, but for whom? // In The Platform Economy and the City: Urban Peril and Promise in the New Digital Economy / Zwick, A., Spicer, Z., Eds. Montreal, QC, Canada: McGill-Queens University Press, 2021. DOI 10.31219/osf.io/pz7fk

11. Verrest H., Pfeffer K. Elaborating the urbanism in smart urbanism: distilling relevant dimensions for a comprehensive analysis of Smart City approaches // Inf. Commun. Soc. -2019. -Vol. 22(9). -P. 1328-1342. DOI:10.1080/1369118X.2018.1424921

12. Nguyen H.T., Marques P., Benneworth P. Living labs: Challenging and changing the smart city power relations?//Technol. Forecast. Soc. Change.-2022. -Vol. 183. DOI 10.1016/j.techfore.2022.121866

13. Parygin D., Sadovnikova N., Gamidullaeva L., Finogeev A., Rashevskiy N. Tools and Technologies for Sustainable Territorial Development in the Context of a Quadruple Innovation Helix // Sustainability. - 2022. -Vol. 14(15):9086. DOI 10.3390/su14159086

14. Meijer A., Bolívar M.P.R. Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance // Int. Rev. Adm. Sci. -2016. -Vol. 82(2). -P. 392-408. DOI 10.1177/0020852314564308

15. Ramaswami A., Russell A.G., Culligan P.J., Rahul Sharma K., Kumar E. Meta-principles for developing smart, sustainable, and healthy cities // Science. -2016. -Vol. 352(6288). -P. 940-943. DOI 10.1126/science.aaf7160

16. Weber-Lewerenz B., Traverso M. Navigating Applied Artificial Intelligence (AI) in the Digital Era: How Smart Buildings and Smart Cities Become the Key to Sustainability // Journal of Artificial Intelligence and Applications. -2023. -Vol. 1(4). -P. 214-227. DOI 10.47852/bonviewAIA32021063

17. Yigitcanlar T., Kamruzzaman M., Buys L., Ioppolo G., Sabatini-Marques J., da Costa E.M., Yun J.H.J. Understanding 'smart cities': Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework //Cities. -2018. -Vol. 81. -P. 145-160. DOI 10.1016/J.CITIES.2018.04.003

18. Mora L., Deakin M., Reid A. Combining co-citation clustering and text-based analysis to reveal the main development paths of smart cities // Technol. Forecast. Soc. Change. -2019. -Vol. 142. - P. 56-69. DOI 10.1016/j.techfore.2018.07.019

19. Robinson, P.; Coutts, S. 16-The case of Quayside, Toronto, Canada // In Smart City Emergence; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. -2019. -P. 333-350. DOI 10.1016/B978-0-12-816169-2.00016-X

20. Yoo, Y., Boland R.J., Lyytinen K., Majchrzak A. Organizing for innovation in the digitized world // Organ. Sci. -2012. -Vol. 23. -P. 1398-1408. DOI 10.1287/orsc.1120.0771

21. Trindade E.P., Hinnig M.P.F., Costa E.M., Marques J.S., Bastos R.C., Yigitcanlar T. Sustainable development of smart cities: a systematic review of the literature // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. - 2017.-Vol.3(3) - P.1-14. DOI 10.1186/s40852-017-0063-2.

22. Bibri S.E., Krogstie J. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review //Sustain. Cities Soc. -2017. -Vol. 31(25). -P. 183-212. DOI 10.1016/j.scs.2017.02.016

23. Bibri S.E. On the sustainability of smart and smarter cities in the era of big data: an interdisciplinary and transdisciplinary literature review // J. Big Data. -2019. -Vol. 6(1). DOI 10.1186/s40537-019-0182-7

24. Ben Letaifa, S. How to strategize smart cities: Revealing the SMART model // J. Bus. Res. -2015. -Vol. 68(7). -P. 1414-1419. DOI 10.1016/j.jbusres.2015.01.024

25. Guedes, A.L.A.; Alvarenga, J.C.; Goulart, M.d.S.S.; y Rodriguez, M.V.R.; Soares, C.A.P. Smart cities: The main drivers for increasing the intelligence of cities // Sustainability. -2018. –Vol. 10(9):3121. DOI 10.3390/su10093121

26. Veloso, Á., Fonseca, F., & Ramos, R. Insights from Smart City Initiatives for Urban Sustainability and Contemporary Urbanism. Smart Cities. -2024. -Vol. 7(6). -P. 3188-3209. DOI 10.3390/smartcities7060124

27. Giffinger, R., Haindlmaier, G. Benchmarking the Smart City: A Sound Tool for Policy-Making? // Scienze Regionali. - 2018. - Vol. 17(1). -P. 115-122. DOI 10.14650/88820.

28. Statistical Review of World Energy [Electronic resource] //Energy Institute. – 2024. URL: https://www.energyinst.org .Date of application 14.12.2024.

***Information about the authors***

Galymzhanova A.- Doctoral Candidate, Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, e-mail: aiddaanaa07@gmail.com;

Singh S.- Ph.D., Professor, University of Fiju, Republic of Fiju, e-mail: satyanand.singh@fnu.ac.fj;

Sarkambayeva Sh. -Ph.D., Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: sh.sarkambayeva@satbayev.university;

Boranbayeva A. - Ph.D., Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, e-mail: boranbaeva7777@gmail.com;

Turegeldinova A. - PhD, Candidate of Economic Sciences, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: a.turegeldinova@satbayev.university

***Сведения об авторах***

Галымжанова А. - докторант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: aiddaanaa07@gmail.com;

Сингх С. -Ph.D., профессор, Университет Фиджи, Республика Фиджи, e-mail: satyanand.singh@fnu.ac.fj;

Саркамбаева Ш.Г. - Ph.D., Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан, e-mail: sh.sarkambayeva@satbayev.university

Боранбаева А. - Ph.D., Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: boranbaeva7777@gmail.com;

Турегельдинова А. - к.э.н., PhD, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан, e-mail:a.turegeldinova@satbayev.university

IRSTI 06.75.11 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-722**

## STUDY OF THE PROBLEM OF ENSURING FOOD SECURITY OF THE COUNTRY IN CONDITIONS OF EXTERNAL ENVIRONMENT VOLATILITY

**A.Zh. Asainov, A.K. Butkenova, K.K. Bokenchin, B.M. Bayadilova, Zh.N. Sadu**

*Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,*
*Correspondent-author: Butkenova@mail.ru*

The article is devoted to the consideration of methodologies for determining the level of food security, both at the global and regional levels. The article presents the developments of the world' s largest organizations engaged in ensuring food security, both on the world stage and within individual states. The international experience of determining the level of food security, as well as indicators of food security is considered. Based on the analysis of indicators, it was concluded that in many countries the methodologies are very similar, but there is no single concept that could form the basis of a unified system and that could unite disparate indicators together.

As the world population continues to grow, much more effort and innovation is urgently needed to increase agricultural productivity in a lean manner, improve the functioning of the global value chain, reduce food losses and food waste, and ensure that all people suffering from hunger and malnutrition have access to adequate nutrition. Many members of the international community are convinced that hunger can be eliminated in the next generation and are working together to achieve this goal.

There was a need to increase the productivity of agricultural systems worldwide and to reduce the generation of agricultural waste. Restorative agricultural practices must be holistically and comprehensively implemented and food systems, including both food production and consumption, must be restorative.

Land, healthy soils, water and plant genetic resources are essential inputs for food production, and their careful use and sustainable management is becoming a high priority given their increasing scarcity in many parts of the world. Increasing the productivity of existing farmland, including restoring degraded land through regenerative agriculture practices, will also help to counter the need to clear forests for agriculture. Maintaining the productivity of drylands can be helped by judicious exploitation of scarce water resources through improved irrigation and storage technologies coupled with the development of new drought tolerant crop varieties.

**Keywords:** food security, food independence, system of food security indicators, food security criteria, system of food security category indicators.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

**А.Ж. Асаинов, А.К. Буткенова, К.К. Бокенчин, Б.М. Баядилова, Ж.Н. Саду**

*Казахский университет технологий и бизнеса им.К.Кулажанова, Астана Казахстан,*
*e-mail: Butkenova@mail.ru*

Статья посвящена рассмотрению методик определения уровня продовольственной безопасности, как на глобальном, так и на региональном уровнях. В статье представлены разработки крупнейших мировых организаций, занимающихся обеспечением продовольственной безопасности как на мировой арене, так и в рамках отдельных государств. Рассмотрен международный опыт определения уровня продовольственной безопасности, а также индикаторы продовольственной безопасности. На основе анализа показателей сделан вывод, что во многих странах методики очень похожи, но нет единой концепции, которая могла бы лечь в основу единой системы и объединить разрозненные показатели воедино.

Поскольку население планеты продолжает расти, необходимо срочно приложить гораздо больше усилий и инноваций, чтобы бережно повысить производительность сельского хозяйства, улучшить функционирование глобальной производственно-сбытовой цепи, сократить потери продовольствия и пищевые отходы, а также обеспечить всем людям, страдающим от голода и недоедания, доступ к полноценному питанию. Многие члены международного сообщества убеждены, что голод может быть ликвидирован уже в следующем поколении, и совместно работают над достижением этой цели.

Необходимо повысить производительность сельскохозяйственных систем во всем мире и сократить образование сельскохозяйственных отходов. Восстановительные методы ведения сельского хозяйства должны применяться комплексно и всесторонне, а продовольственные системы, включая как производство, так и потребление продуктов питания, должны быть восстановительными.

Земля, здоровые почвы, вода и генетические ресурсы растений являются важнейшими факторами производства продовольствия, и их бережное использование и устойчивое управление становятся первоочередной задачей, учитывая их растущую нехватку во многих частях мира. Повышение продуктивности существующих сельскохозяйственных угодий, включая восстановление деградировавших земель с помощью методов регенеративного сельского хозяйства, также поможет противостоять необходимости вырубки лесов для нужд сельского хозяйства. Поддержанию продуктивности засушливых земель может способствовать разумная эксплуатация скудных водных ресурсов путем совершенствования технологий орошения и хранения воды в сочетании с выведением новых засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** продовольственная безопасность, продовольственная независимость, система показателей продовольственной безопасности, критерии продовольственной безопасности, система показателей категории продовольственной безопасности.

## СЫРТҚЫ ОРТАНЫҢ ТҰРАҚСЫЗДЫҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЕЛДІҢ АЗЫҚ ТҮЛІК ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ПРОБЛЕМАСЫН ЗЕРТТЕУ

**А.Ж. Асаинов, А.К. Буткенова✉, К.К. Бокенчин, Б.М. Баядилова, Ж.Н. Саду**

*Қ.Құлажанов атындағы технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,*
*e-mail:Butkenova@mail.ru*

Мақала жаһандық деңгейде де, аймақтық деңгейде де азық-түлік қауіпсіздігі деңгейін анықтау әдістерін қарастыруға арналған. Мақалада әлемдік аренада да, жекелеген мемлекеттер шеңберінде де азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етумен айналысатын ірі әлемдік ұйымдардың әзірлемелері ұсынылған. Азық-түлік қауіпсіздігі деңгейін анықтаудың халықаралық тәжірибесі, сондай-ақ азық-түлік қауіпсіздігі индикаторлары қарастырылды. Көрсеткіштерді талдау негізінде көптеген елдерде әдістер өте ұқсас, бірақ біртұтас жүйенің негізін құрайтын және әртүрлі көрсеткіштерді біріктіретін Бірыңғай тұжырымдама жоқ деген қорытындыға келді.

Планета халқы өсіп келе жатқандықтан, ауыл шаруашылығының өнімділігін Мұқият арттыру, жаһандық өндіріс және сату тізбегінің жұмысын жақсарту, азық-түлік шығындары мен азық-түлік қалдықтарын азайту, сондай-ақ аштық пен тамақтанбаудан зардап шегетін барлық адамдарға толық тамақтануға қол жеткізу үшін шұғыл түрде көп күш пен инновация қажет. Халықаралық қоғамдастықтың көптеген мүшелері аштықты келесі ұрпақта жоюға болатынына сенімді және осы мақсатқа жету үшін бірлесіп жұмыс істейді.

Дүние жүзіндегі ауыл шаруашылығы жүйелерінің өнімділігін арттыру және ауыл шаруашылығы қалдықтарының түзілуін қысқарту қажет. Ауыл шаруашылығын қалпына келтіру әдістері жан-жақты және жан-жақты қолданылуы керек, ал азық-түлік жүйелері, соның ішінде азық-түлік өндірісі де, тұтыну да қалпына келтірілуі керек.

Жер, сау топырақ, су және өсімдіктердің генетикалық ресурстары азық-түлік өндірісінің маңызды факторлары болып табылады және оларды ұқыпты пайдалану және тұрақты басқару әлемнің көптеген бөліктерінде олардың жетіспеушілігін ескере отырып, бірінші кезектегі міндет болып табылады. Қолданыстағы ауылшаруашылық жерлерінің өнімділігін арттыру, соның ішінде регенеративті ауыл шаруашылығы әдістері арқылы деградацияға ұшыраған жерлерді қалпына келтіру де ауыл шаруашылығының қажеттіліктері үшін ормандарды кесу қажеттілігіне қарсы тұруға көмектеседі. Құрғақ жерлердің өнімділігін сақтауға дақылдардың құрғақшылыққа төзімді жаңа сорттарын өсірумен бірге суару және суды сақтау технологияларын жетілдіру арқылы тапшы су ресурстарын ұтымды пайдалану ықпал етуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** азық-түлік қауіпсіздігі, азық-түлік тәуелсіздігі, азық-түлік қауіпсіздігі көрсеткіштері жүйесі, азық-түлік қауіпсіздігі критерийлері, азық-түлік қауіпсіздігі санаты көрсеткіштері жүйесі.

**Introduction.** The term «food security» was first introduced into international circulation after the grain crisis of 1972-1973. The UN General Assembly in 1974 adopted a resolution «International Obligations to Ensure Food Security in the World». In this case, world food security was understood mainly as «maintaining stability in the markets of food products with the availability of basic foodstuffs for all countries of the world» [1, 2]. However, a single categorical apparatus was not developed at that time. The main activities were recognized as follows: creation of food reserves at the level of individual states; organization of monitoring and early warning of food shortages; provision of food aid to countries in need; involvement of developing countries in international trade in agricultural products and food products. A combination of imports and assistance from developed countries was seen as a means of solving the food problem of most countries.

In the subsequent period, the world food problem has only worsened. Annual increase in the world population, reduction and degradation of cultivated areas, growth of world prices for raw materials and foodstuffs due to the world crop failure in the countries-exporters of agricultural products, depletion of natural resources, deterioration of ecological situation - these and other factors began to hinder further development of world production of food products and agricultural raw materials. The quantitative side of the problem did not become fundamental (according to estimates of the International Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, the world is able to feed 2 times more people living on Earth), because at this time the differences in the provision of countries with food, inequality increased. Under the influence of these processes, a new approach to the problem of food security emerged, according to which the achievement of food security on a global scale became possible only through ensuring the latter in each individual state [3, 4]. In connection with the new approach to solving the food problem, special attention began to be paid to food security programs and improving nutrition on the ground.

According to the UN, the COVID-19 pandemic, widespread supply chain disruptions, climate crisis and extreme weather have resulted in 193 million people in need of emergency assistance losing access to food security. Globally, the food security situation is worsening. Humanity is failing to meet the UN hunger elimination targets: 828 million people - the number of hungry and malnourished people in the world in 2022. EDB analysts expect a prolonged period of high food prices as a result of population growth and increased consumption in rapidly developing countries, as well as under pressure from the adverse effects of climate change, high prices for energy and its derivatives (including fertilizers), shortage of skilled labor and new agricultural land. Against this backdrop, reduced food availability increases the value of food resources.

Eradicating hunger and malnutrition is one of the greatest challenges facing humankind. A person is considered «food secure» when he or she has

physical, social and economic access to adequate, safe and nutritious food that meets his or her dietary needs and food preferences for an active and healthy life (as defined by the UN Committee on World Food Security). Urgent action is needed to address global food security as recognized in the UN Sustainable Development Goals (SDGs). The UN Secretary-General launched the Zero Hunger program in 2012 during the Rio+20 World Conference on Sustainable Development . Zero Hunger was launched to inspire a global movement for a world free of hunger within a generation.

In 2021, UN Secretary-General António Guterres convened a Summit on Food Systems as part of the Decade of Action to achieve the 2030 Sustainable Development Goals (SDGs). The Summit launched bold new actions to make progress on all 17 SDGs, all of which depend to some extent on healthier, more resilient and more equitable food systems. Guided by five action lines, the Summit brought together key players from the worlds of science, business, politics, health and academia, as well as farmers, indigenous people, youth organizations, consumer groups, environmental activists and other key stakeholders. The SDGs set targets to eradicate hunger, achieve food security, improve nutrition and develop sustainable agriculture by 2030. These are critical challenges for the world, requiring international cooperation and policy reform.

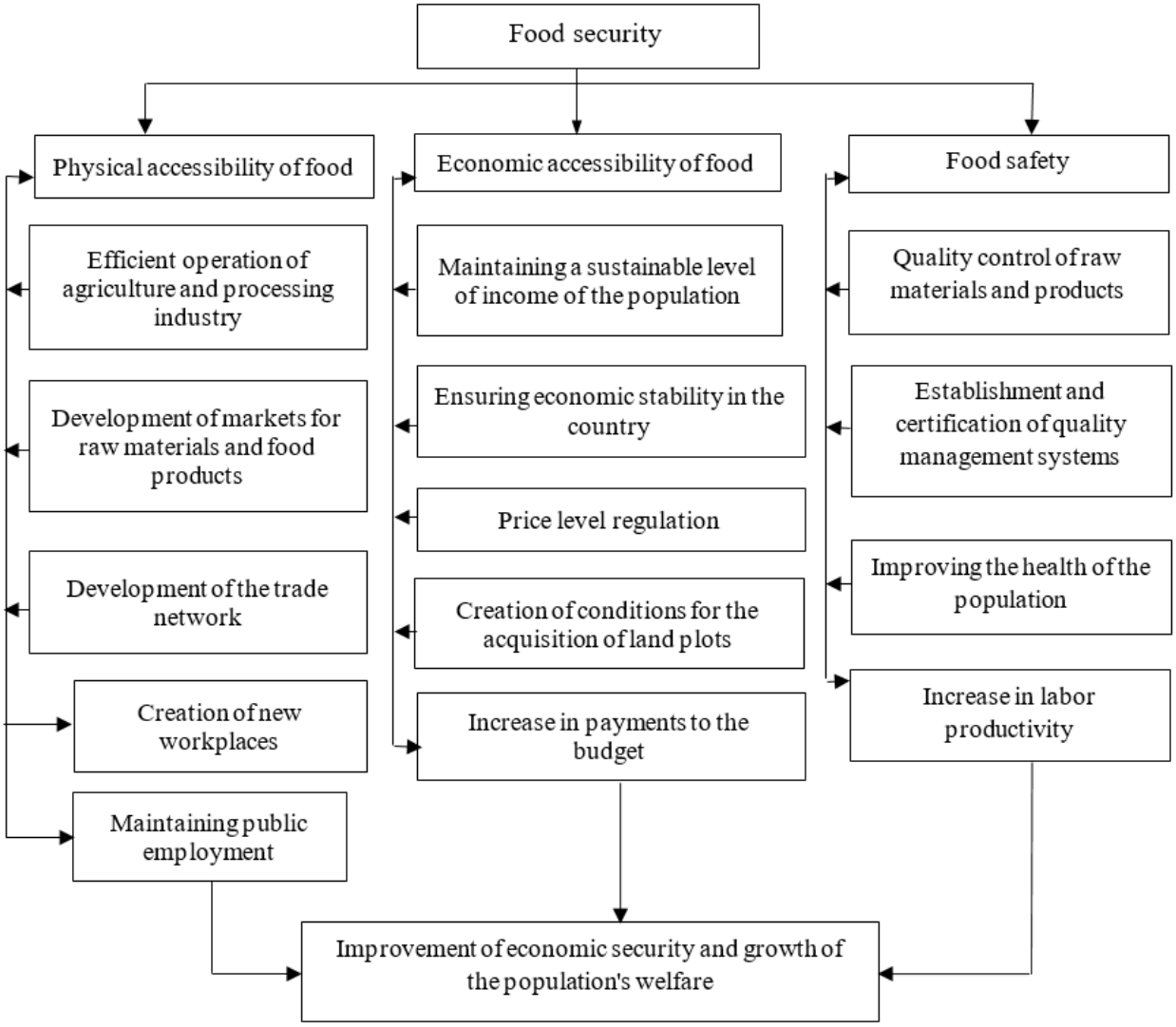



**Fig. 1 - Food security**

While progress has been made in improving food security over the years, the pandemic has reversed many of these gains, which were already uneven across countries and regions. The UN Food and Agriculture Organization estimates that COVID-19 has led to a dramatic increase in malnutrition among populations. Per capita food availability is projected to increase by 4% by 2030, but achieving the zero hunger SDGs will be a challenge. Uneven growth in food availability across regions will result in consumers in middle-income countries increasing their food consumption most significantly, while diets in low-income countries will remain largely unchanged. This has serious implications for undernourished and severely food insecure populations who need it most.

**Materials and methods.** The article uses methodological tools, including system analysis, correlation and regression analysis, summaries and groupings, analysis of empirical distribution series, multivariate classification, time series analysis and forecasting, graphical and tabular methods of analysis. The materials for the study were the analysis of domestic and foreign literature devoted to the study of food security.

**Results and discussions.** The problem of food security has attracted the attention of the world community since the 70s of the XX century, when the deficit of the world' s food resources was revealed. This problem is global in nature: production, distribution and trade of foodstuffs concern every state regardless of whether its population suffers from hunger and malnutrition or is provided with foodstuffs in sufficient or excessive quantities. The reason for its relevance can be explained in the words of A. Brije-Savarin: «The fate of nations depends on how they eat».

Food security is a flexible concept and is usually applied at three levels of aggregation: national, regional, household or individual, Figure 1.

Food safety is recognized as a priority area of research at the international level. In February 2001, the World Health Organization (WHO) held a strategic meeting on food safety planning in Geneva to discuss the development of the Global Food Safety Strategy [5,6]. The international organization Codex Alimentarius deals with the problems of quality, food safety and standards for components of goods. The standards developed by this organization are fundamental for the countries-participants of the General Agreement on Tariffs and Trade (GATT), if they do not have the ability to scientifically confirm a higher level of protection of goods.

Thus, food security is a state of a country' s economy in which a stable supply of agricultural raw materials for the processing industry and sufficient safe and nutritious food for the population, taking into account their incomes, as well as relative independence from imports of raw materials and food, are guaranteed.

Food is at the heart of the Sustainable Development Goals (SDGs), the UN' s development agenda for the 21st century. The second of the 17 UN Sustainable Development Goals is «End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture». Achieving this goal by 2030 will require profound changes in the global food and agriculture system. Some of the components of this goal are:

- ending hunger and ensuring that all people have access to safe and nutritious food;

- ending all forms of malnutrition;

- doubling agricultural productivity and incomes of small-scale food producers;

- ensuring sustainable food production systems;

- increasing investment in agriculture;

- correcting and preventing trade restrictions and distortions in world agricultural markets;

- taking measures to ensure the proper functioning of food commodity markets.

At the current stage of development, the meaning of the concept of food security has significantly expanded (compared to the first version of 1996) [5, 6]. In 2009, the World Food Summit gave a comparative concept of food security: «Food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life», and after 2009, food security began to be understood not only

as physical and economic access to food, but also as social. Based on this definition, food security is based on four main dimensions, presented in Figure 2.

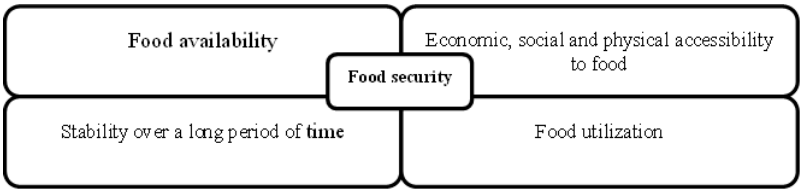



**Fig. 2 - The concept of food security based on the four main dimensions**

In the process of developing the concept of food security, the term nutritional security was introduced, which was interpreted by the International Food Policy Research Institute (IFPRI) «as an adequate level of nutrition in terms of protein, calories, vitamins and minerals for all household members at all times». In turn, the Food and Agriculture Organization (FAO - from FAO, Food and Agriculture Organization) of the United Nations in 2012 proposed the following definition of nutrition security:

Global food security is maintained by 35 international organizations, which try to solve not only the above-mentioned problems, but also the problems of production efficiency, export-import balance, organization of food aid to the poor population. The world institutional structure of modern food security began to take its shape and actively formed immediately after the Second World War, when the enthusiasm of mankind was filled with the desire to qualitatively change the world for the better and harmonize it in terms of justice and security. The foundation of the world food system of food security was the establishment in 1945 under the auspices of the UN Food and Agriculture Organization – FAO (Food and Agricultural Organization). Forty-four countries took part in the creation of a specialized international institution in the field of nutrition, food and agriculture, which approved the Charter and laid the foundation for a new milestone in the formation of world food security.

The key international organization dealing with food security is the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) plays an important role in the management of global world food security, providing food assistance in 75 countries around the world. FAO, in accordance with its goals, is called to solve the problem of food deficit worldwide and its mission «for a world without hunger» determines its importance in the system of global world economic regulation of the food sphere.

The current vectors of FAO' s development are in two directions:

- world food security and access to food for everyone living on the planet;

- on the basis of innovative achievements of mankind to form high-tech, sustainable development of food production in balance with social development of rural areas.

These vectors are aimed at amortization of global challenges of the modern world:

- uncontrollably rapid growth of the world' s population with great risks of hunger for the population of poor countries;

- inevitable depletion of the planet' s natural resources against the background of growing demand for food;

- great competition in the agricultural market, leading to falling prices and ruin of agricultural producers;

- globalization of the agricultural market and dominance of transnational corporations in it;

- growing dependence of developing countries on imported products;

- reduction of food consumption in poor countries

against the background of increased consumption in developed countries. To ensure world food security FAO forms its budget from two sources - mandatory contributions of participants and voluntary contributions. It is noteworthy that recently there has been an upward trend in voluntary contributions.

Table 1 compares FAO' s food security assessment indicators with those used by the U.S. Department of Agriculture.

**Table 1 - Food security indicators [7, 8]**

| U.S. Food Security Indicators | FAO Food Security Indicators |
|---|---|
| Availability | |
| Average dietary energy supply<br>Average caloric intake<br>Share of dietary food, root crops and tuber crops<br>Average protein content<br>Average protein content of animal origin | Average energy value of the diet<br>Average food production<br>Share of cereals, root and tuber crops in the energy value of the diet<br>Average protein intake<br>Average animal protein intake |
| Physical access | |
| Percentage of paved roads out of total number of roads<br>Railroad density<br>Road density | Percentage of paved roads in relation to all roads<br>Gross domestic product per capita (purchasing power equivalent) |
| Economic access | |
| Index of domestic food price level | Domestic food industry price index |
| Utilization | |
| Access to improved water resources<br>Access to improved treatment services | Access to improved water sources<br>Access to improved sanitation facilities |
| Outcomes | |
| Inadequate access to food<br>Prevalence of undernutrition<br>Proportion of expenditure on food by the poor<br>Depth of food deficiency<br>Prevalence of food inadequacy | Prevalence of malnutrition<br>Share of food expenditures in the budget of poor households<br>Extent of food insecurity<br>Prevalence of food insecurity |
| Utilization | |
| Proportion of children under 5 years of age with dystrophy<br>Proportion of children under 5 years of age with atrophy<br>Proportion of children under 5 years of age who weigh less than the normal weight<br>Proportion of adults who weigh below the norm | Percentage of wasting in children under 5 years of age<br>Percentage of children under 5 years of age who are stunted<br>Percentage of children under 5 years of age who are underweight<br>Percentage of adults who are underweight<br>Anemia among pregnant women<br>Anemia among children under 5 years of age<br>Vitamin A deficiency in the population<br>Iodine deficiency |
| Vulnerability/Stability | |

| | |
|---|---|
| Domestic food price volatility index<br>Variability of food production per capita<br>Variability of food supply per capita<br>Political stability and absence of violence/terrorism<br>Volume of imported food in total merchandise exports<br>Percentage of arable land equipped with Irrigation facilities<br>Level of dependence on imported cereals | Volatility of domestic food prices<br>Variability of food production per capita<br>Variability of food supply per capita<br>Political stability and absence of violence/terrorism<br>Share of food imports in total imports of goods<br>Percentage of arable land with irrigation equipment<br>Degree of dependence on cereal imports |

As can be seen from the table below, both methodologies are quite similar and there are only differences in some individual items.

**Table 2 - UNICEF indicators for assessing food security and nutrition at national and regional levels [9, 10]**

| Factors taken into account | Indicator | Intended for diagnostics |
|---|---|---|
| nutritional status | Percentage of body weight deficiency | Moderate and severe degree – less than minus two standard deviations from the average weight for a given age among the surveyed population; |
| | Percentage of growth deficit | Moderate and severe degree – less than minus two standard deviations from the average height for age among the surveyed population |
| | Percentage of hypotrophy | Moderate and severe degree – less than minus two standard deviations from the average weight for height among the surveyed population |
| | Vitamin A deficiency | The percentage of children aged 6 to 59 months who received at least one capsule of high-dose vitamin A in a given year |
| | Percentage of mothers with a low body mass index (BMI) | The percentage of women whose BMI is less than 18.5, where BMI is an indicator of an adult's nutritional status. |
| food ration | Calorie consumption | Average daily calorie intake – if possible, detailed by age, gender and stage of life cycle |
| Health status | Low birth weight | Percentage of newborns with a body weight of less than 2,500 g |
| | Under-five mortality | The probability of death from the moment of birth to 5 years per 1,000 live births |
| | rate Infant mortality | Probability of death from birth to 1 year per 1,000 live births |
| | The prevalence of common diseases | Incidence of diarrhea 5 per 1,000: number of children with diarrhea per 1,000 among the surveyed population. |
| | Vaccination rate | Percentage of surviving children aged 12-23 months who received the measles vaccine (line A), three DPT vaccinations (DPT) (line B), all vaccinations, namely BCG, three DPT vaccinations, oral polio vaccine, measles vaccine (line C); children who were not vaccinated (line D). |

| | | |
|---|---|---|
| | The prevalence of HIV/AIDS in the adult population | The percentage of the adult population (15-49 years old) living with HIV/AIDS. |
| | Estimated number of people living with HIV/AIDS | Estimated number of adults and children living with HIV/AIDS |
| | HIV prevalence among pregnant women | Percentage of blood samples taken from pregnant women aged 14-24 who tested positive for HIV in unrelated anonymous studies |
| | Children whose parents died of AIDS | Estimated number of children (from 0-14 years old) at the end of the year, one or both of whose parents died of AIDS |
| | Total Fertility Rate (TFR) | The average number of children born to one woman during her lifetime, according to the average fertility rate in her age group for each age. |
| | Water supply and sanitation | Percentage of household members with drinking water supply. Percentage of household members using latrines or toilets |
| Education | Adult literacy rate | The percentage of the literate population aged 15 years and above |
| | The level of education | The percentage of the population in this age group who has received any level of education |
| | Literacy rate | The illiterate part of the population (in %) is considered to be people aged 20 and above who did not go to school or attended primary school for some time. |
| | Net percentage of primary school students / attendance | Percentage of boys and girls enrolled in primary school according to UNESCO (UNESCO Institute of Statistics) reports |
| Food availability | Population | The total number of people. The projected population data is based on various predictive models |
| | Annual population growth rate | The rate at which the population grows/decreases in a single year, expressed as a percentage of the size of the base population. |
| | Average household size | The average number of people in each household, which is why a household is considered to be a person or a group of people living in a common dwelling (or part of it) at least 4 days a week, and who jointly provide themselves with food and basic necessities – in other words, living together as a family unit. |
| | Food production | Climate indicators:<br>- amount of precipitation (magnitude, distribution); t temperature (average annual average, temperature range throughout the year); wind; floods, droughts;<br>Crop production and production system:<br>- the main crop (food, cash); production system, etc.<br>Land and soil: soil quality (depletion, desertification); availability/shortage of land<br>The main diseases of livestock and crops;<br>Methods of production/agriculture/animal husbandry Shortage of workers |

| | | |
|---|---|---|
| Economic indicators | Food expenses | - general expenses;<br>- food expenses;<br>- share of food expenses |
| | Infrastructure | - Availability of roads (km of roads);<br>- availability of schools (number of schools/residents);<br>- medical care (number of hospital beds, degree of vaccination, etc.);<br>- markets (distance to local/regional markets), etc. |
| | Markets | - Types of goods in local/regional markets;<br>- Prices for basic food products;<br>- Price fluctuations , etc. |
| | Gross national income per capita | GNI per capita is the gross national income divided by the average annual population. |
| | GDP per capita | Gross domestic product (GDP) is the amount of value added produced by all resident producers plus any taxes on products (minus subsidies) not included in the cost of products. GDP per capita is the gross domestic product divided by the average annual population. |
| | Percentage of the population living below the poverty level | The usual method of measuring poverty is based on income or consumption level. A person is considered poor if his level of consumption or income is below a certain minimum level that allows him to meet basic needs. |
| | Purchasing Power Parity (PPP) | Purchasing power parity measures the relative purchasing power in currencies of different countries |
| | The Gini coefficient | The Gini coefficient is a measure of income inequality. It is a number from 0 to 1, where 0 means complete equality (all people's income is the same), and 1 means complete inequality (i.e. one person gets all the income, everyone else gets nothing). |
| | Social and political environment | - Political stability;<br>- migration rate;<br>- conflicts/ uprisings |

International and national organizations have also developed standards for per capita food consumption. These indicators have different values in different countries and in different years. This is due to peculiarities in the composition and structure of the population by years, which is reflected in the average values of indicators; with differences in natural and climatic conditions and traditions of the population; with changes in scientific data on the structure of nutrition and the amount of food consumed; other reasons (social, political, etc.).

In the USA, Japan, most countries of the European Union the issues of food supply have been generally solved, and the remaining problems are connected with social, ecological, medical and cultural aspects; whereas in many developing countries the problem of hunger remains acute, as it was mentioned above 4, caused by poor development of agrarian production, poverty, low incomes of the population and military conflicts.

Food security in Canada, is not as volatile as in other countries and factors such as inflation and COVID-19 have significantly affected food security in the country. According to Statistics Canada' s 2022 report, about 18.4 percent of residents in 10 Canadian provinces face food insecurity. The percentage of households experiencing food insecurity increased in all provinces – an increase

from pre-Covid-19 data in 2019.

While Covid-19 has dramatically contributed to worsening food insecurity, millions of people have already been affected. According to the Global Food Crisis Report, countries affected by conflict, economic crisis and climate change are most at risk: the Democratic Republic of Congo, Ethiopia, Afghanistan, Nigeria, Yemen, Myanmar, Syria, Sudan, Ukraine and Pakistan are among the top 10 most vulnerable countries.

The PRC leadership has pursued a food security policy since 1978. In 1996, the White Paper on China' s Food Problem was developed and a red line was set for the country' s food self-sufficiency at a level of at least 95% 24; 25. To achieve this goal, the PRC has adopted a number of legislative acts, medium- and long-term programs: the Law of the PRC on Agriculture, the Program for Support and Development of Poor Rural Areas, the Program for Development of Food Production and Improvement of its Nutritional Quality, the Program for Development of Agricultural Science and Technology, and others.

To ensure food security, cooperation between countries within the CIS can be considered important. The CIS leadership is working to achieve and maintain food security of its member states. This is considered one of the priority areas of interstate cooperation and the most important factor in ensuring national security of the states, is based on the processes of interstate specialization and integration in the sphere of agro-industrial complex, the development of exports within the Commonwealth and the provision of targeted assistance to improve the nutrition of various segments of the population through the implementation of programs: «school meals», «summer meals», «food stamps», «mother and child» nutrition, etc.; unification of legislative normative and other documents, state quality standards for raw materials and food products; organization of quality and safety control of products along the entire technological chain and border control; stimulation of production of high-quality products and their certification, etc. The Concept and Complex of Joint Measures to Improve Food Security of the CIS members have been developed and adopted. They provide for a fuller and more efficient use of natural, production, economic and financial resources. To achieve a synergetic effect and find adequate concessions in solving problems related to agriculture, water resources, energy, land resources and climate change, it is necessary to more actively involve decision-making processes on an integrated basis at the national and regional levels.

**Conclusion.** Foreign experience in ensuring food security and sustainable development of agriculture indicates that increasing the competitiveness of the relevant branch of the national economy is impossible without an effective mechanism of state support for agricultural producers. The systematic study of various aspects of ensuring long-term sustainability of the food system is of paramount importance for improving public policy for the development of the agro-industrial complex of the country and its regions.

There is a need to increase the productivity of agricultural systems worldwide and to reduce agricultural waste generation. There is a need to adopt sustainable agricultural practices in a holistic and integrated manner and to achieve sustainable food systems, including both food production and consumption.

Ensuring food security requires the development of theoretical foundations, including precise definitions of the conceptual apparatus (food security and nutrition security; food independence, etc.), correlation of terms; allocation of levels and definition of principles for ensuring food security at different levels of governance, etc. The theoretical framework should be developed.

For practical realization of theoretical results of scientific research it is necessary to study the available international and domestic experience in ensuring food security. Given the global nature of the modern economy and the basic importance of the problem, it is advisable to link its solution to the issues of international cooperation in the field of providing the population with food.

In the coming decades, climate change,

global population growth, rising food prices and environmental stressors will have a significant but uncertain impact on food security. Humanity faces the need for adaptation strategies and policy responses to global change, including options for addressing water allocation, land use patterns, food trade, post-harvest food processing, and food prices and safety.

Cooperation of the post-Soviet countries within the framework of international associations will make it possible to confront international challenges and other risks, ensuring food security of each state. Ensuring food security of the country, it is necessary to introduce the latest technologies and move to a digital economy in the agro-industrial complex, to develop unified high quality requirements for products within the framework of international organizations (EAEU, etc.), to establish export and import quotas, ensuring, as a priority, the food security of their country and allied countries. Income plays an important role in ensuring food security of the family and each person, preserving his/her efficiency and health: the level of wages, pensions and benefits, etc.; which requires attention at all levels of the management hierarchy.

## References

1. Global Food Security Index. [Electronic resource]. - Access mode: https://foodsecurityindex.eiu.com. Date of address: 10.09.2024.

2. Finskaja pjaterka: Pereosmyslivaja edu – ot polja do tarelki. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.goodnewsfinland.com... Data obrashhenija: 10.09.2024.[in Russian]

3. Ob obespechenii prodovol' stvennoj bezopasnosti. Zakon Respubliki Armenija, 7 maja 2002 g. № ZR-339 // Armenian Legal Information System. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.arlis.am. Data obrashhenija:10.09.2024.[in Russian]

4. Ob utverzhdenii Koncepcii obespechenija prodovol' stvennoj bezopasnosti Respubliki Armenija. Rasporjazhenie Prezidenta Respubliki Armenija, 18 maja 2011 g., № NK-91-N. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.eurasiancommission.org. Data obrashhenija: 15.09.2024. [in Russian]

5. O Strategii osnovnyh napravlenij, obespechivajushhih jekonomicheskoe razvitie sel' skohozjajstvennoj sfery Respubliki Armenija na 2020-2030 gody. Postanovlenie Pravitel' stva Respubliki Armenija, 19 dek. 2019 g., № 1886-L. – [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.arlis.am. Data obrashhenija: 15.09.2024. [in Russian]

6. O Doktrine nacional' noj prodovol' stvennoj bezopasnosti do 2030 goda Respubliki Belarus'. Postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus', 15 dek. 2017 g., № 962 // Ministerstvo sel' skogo hozjajstva i prodovol' stvija Respubliki Belarus'. – [Jelektronnyj resurs]. Rezhim do-stupa: https://mshp.gov.by. Data obrashhenija: 15.09.2024. [in Russian]

7. Ob utverzhdenii Doktriny prodovol' stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii [Jelektronnyj resurs]: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii, 21 janv. 2020 g. № 20 // Konsul' tant-Pljus. Rossija. – M., 2020. Data obrashhenija: 16.09.2024. [in Russian]

8. O gosudarstvennom regulirovanii razvitija agropromyshlennogo kompleksa i sel' skih territorij [Jelektronnyj resurs]: Zakon Respubliki Kazahstan, 8 ijulja 2005 g. № 66 // Informacionno-pravovaja sistema normativnyh pravovyh aktov Respubliki Kazahstan IPS «Ədilet». - Re-zhim dostupa: http://adilet.zan.kz. Data obrashhenija: 15.09.2024. [in Russian]

9. O nacional' noj bezopasnosti Respubliki Kazahstan [Jelektronnyj resurs]: Zakon Respubliki Kazahstan, 6 janvarja 2012 g. № 527-IV // Informacionno-pravovaja sistema normativnyh pravovyh aktov Respubliki Kazahstan IPS «Ədilet».- Rezhim dostupa: https://adilet.zan.kz. Data obrashhenija: 01.10.2024. [in Russian]

10. O prodovol' stvennoj bezopasnosti Kyrgyzskoj Respubliki [Jelektronnyj resurs]: Zakon Kyrgyzskoj Respubliki ot 4 avg. 2008 g. № 183 // Centralizovannyj Bank Dannyh Pravovoj In-formacii Kyrgyzskoj Respubliki. – Rezhim dostupa: http://cbd.minjust.gov.kg. Data obrashhenija: 01.10.2024. [in Russian]

***Information about the authors***

Asainov A. Zh.- PhD student at the Higher University of Mongolia, Senior Lecturer at the Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, arhat_asainov@mail.ru;

Butkenova A.K. - Doctor of Science, Associate at the Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, Butkenova@mail.ru;

Bokenchin K.K. - PhD, Associate Professor at the Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, bokenchin.k@mail.ru;

Bayadilova B.M**.-** PhD; Associate Professor Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: melisovna@mail.ru;

Sadu Zh.N.- Ph.D. (Econ.), Senior Lecturer, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan, e-mail: sdm_2008@mail.ru

***Сведения об авторах***

Асаинов А.Ж.- докторант Высшего университета Монголии, старший преподаватель Казахский университет техноло-гии и бизнеса имени К. Кулажанова, Астана, Казахстан, arhat_asainov@mail.ru;

Буткенова А.К - доктор по профилю, ассоциированный профессор Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова, Астана, Казахстан, Butkenova@mail.ru;

Бокенчин К.К.- доктор PhD, ассоциированный профессор Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова, Астана, Казахстан, bokenchin.k@mail.ru;

Баядилова Б.М. -доктор Ph.D; ассоциированный профессор Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: melisovna@mail.ru;

Саду Ж.Н.- к.э.н, старший преподаватель, Казахский университет технологии и бизнеса имени К. Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: sdm_2008@mail.ru

МРНТИ 82.33.13 https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.26-750

# ЦИФРОВИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА

**А.Н. Рыстамбаева, М.Р. Сихимбаев**

*Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан,*

*Корреспондент-автор: aiga_das@mail.ru*

Данная статья посвящена исследованию процессов цифровизации бизнес-процессов органов госуправления в Республике Казахстан с акцентом на адаптацию международного опыта. В работе подчеркивается важность внедрения передовых технологий и цифровых решений для повышения эффективности предоставления госуслуг, прозрачности и взаимодействия государства с гражданами. Приведен анализ ключевых показателей индекса развития электронного правительства (EGDI), включающий показатели OSI, TII и HCI, позволяющие оценить прогресс Казахстана в сравнении с другими странами.

Особое внимание уделено изучению практик цифрового управления таких стран, как Эстония, Южная Корея и Сингапур, способствуя формированию рекомендаций по улучшению текущих подходов в Казахстане. Выявлены основные достижения, такие как развитие электронного правительства (eGov) и цифровой инфраструктуры, а также барьеры, включая цифровое неравенство и недостаточную интеграцию решений в регионах. Представленные результаты исследования подчеркивают важность стратегического планирования и оптимизации бизнес-процессов для достижения устойчивого цифрового управления в Казахстане.

Целью исследования является изучение цифровых бизнес-процессов органов госуправления Казахстана с учетом международного опыта, выявления ключевых достижений и барьеров, а также предложений по дальнейшему развитию, уделив особое внимание анализу показателей индекса развития электронного правительства (EGDI) и его компонентов, позволяя объективно оценить прогресс Казахстана в сравнении с другими странами.

Результаты подчеркивают стратегическую важность цифровизации для модернизации госуправления в Казахстане, создания прозрачной и эффективной системы госуслуг и укрепления позиций страны на международной арене.

Вывод. Казахстан демонстрирует значительные успехи в цифровизации госуслуг, что подтверждается его высокими позициями в международных рейтингах, таких как EGDI (Индекс развития электронного правительства). В 2022 году Казахстан занял 28-е место в мире с индексом EGDI 0,8628, что ставит его в категорию стран с очень высоким уровнем EGDI.

**Ключевые слова:** цифровизация, бизнес-процесс, госуправление, госуслуги, электронное правительство, интеграция.

# ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕНІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МЕМЛЕКЕТТІК БАСҚАРУДЫҢ БИЗНЕС-ПРОЦЕСТЕРІН ЦИФРЛАНДЫРУ

**А.Н. Рыстамбаева, М.Р. Сихимбаев**

*Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан*
*e-mail: aiga_das@mail.ru*

Бұл мақала халықаралық тәжірибені бейімдеуге баса назар аудара отырып, Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік басқару органдарының бизнес-процестерін цифрландыру процестерін зерттеуге арналған. Жұмыста Мемлекеттік қызметтер көрсетудің тиімділігін, мемлекеттің азаматтармен ашықтығы мен өзара іс-қимылын арттыру үшін озық технологиялар мен цифрлық шешімдерді енгізудің маңыздылығы атап көрсетілген. Қазақстанның басқа елдермен салыстырғанда ілгерілеуін

бағалауға мүмкіндік беретін OSI, TII және HCI көрсеткіштерін қамтитын электрондық үкіметтің даму индексінің (EGDI) негізгі көрсеткіштеріне талдау келтірілген. Қазақстандағы ағымдағы тәсілдерді жақсарту бойынша ұсынымдарды қалыптастыруға ықпал ете отырып, Эстония, Оңтүстік Корея және Сингапур сияқты елдердің цифрлық басқару тәжірибелерін зерделеуге ерекше назар аударылды. Электрондық үкіметтің (eGov) және цифрлық инфрақұрылымның дамуы, сондай-ақ Цифрлық теңсіздікті және өңірлердегі шешімдердің жеткіліксіз интеграциясын қоса алғанда, кедергілер сияқты негізгі жетістіктер анықталды. Ұсынылған зерттеу нәтижелері Қазақстанда тұрақты цифрлық басқаруға қол жеткізу үшін бизнес-процестерді Стратегиялық жоспарлау мен оңтайландырудың маңыздылығын көрсетеді.

Зерттеудің мақсаты халықаралық тәжірибені ескере отырып, Қазақстанның мемлекеттік басқару органдарының Цифрлық бизнес-процестерін зерделеу, негізгі жетістіктер мен кедергілерді анықтау, сондай-ақ электрондық үкіметтің даму индексінің (EGDI) көрсеткіштерін және оның компоненттерін талдауға ерекше назар аудара отырып, Қазақстанның басқа елдермен салыстырғанда ілгерілеуін объективті бағалауға мүмкіндік бере отырып, одан әрі дамыту жөніндегі ұсыныстарды зерделеу болып табылады.

Нәтижелер Қазақстандағы мемлекеттік басқаруды жаңғырту, мемлекеттік қызметтердің ашық және тиімді жүйесін құру және елдің халықаралық аренадағы ұстанымын нығайту үшін цифрландырудың стратегиялық маңыздылығын көрсетеді.

Қорытынды. Қазақстан мемлекеттік қызметті цифрландыруда айтарлықтай табыстар көрсетіп отыр, бұл оның EGDI (электрондық үкіметтің даму индексі) сияқты халықаралық рейтингтердегі жоғары позицияларымен расталады. 2022 жылы Қазақстан EGDI индексі 0,8628 болатын әлемде 28-ші орынға ие болды, бұл оны EGDI деңгейі өте жоғары елдер санатына жатқызады.

**Түйін сөздер:** цифрландыру, бизнес-процесс, мемлекеттік басқару, мемлекеттік қызметтер, электрондық үкімет, интеграция.

## DIGITALIZATION OF BUSINESS PROCESSES OF PUBLIC ADMINISTRATION IN KAZAKHSTAN, TAKING INTO ACCOUNT INTERNATIONAL EXPERIENCE

**A.N. Rystambayeva✉, M.R. Sikhimbayev**

*Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, Kazakhstan,*
*e-mail: aiga_das@mail.ru*

This article is devoted to the study of the processes of digitalization of business processes of Public Administration bodies in the Republic of Kazakhstan with an emphasis on adapting international experience. The paper emphasizes the importance of introducing advanced technologies and digital solutions to improve the efficiency of public services, transparency and interaction of the state with citizens. An analysis of the main indicators of the e-Government Development Index (EGDI), which includes OSI, TII and HCI indicators, which allows us to assess the progress of Kazakhstan in comparison with other countries, is given. Special attention was paid to the study of digital management practices in countries such as Estonia, South Korea and Singapore, contributing to the formation of recommendations for improving current approaches in Kazakhstan. Key achievements have been identified, such as the development of e-government (eGov) and digital infrastructure, as well as barriers, including digital inequality and insufficient integration of solutions in the regions. The results of the presented study demonstrate the importance of Strategic Planning and optimization of business processes to achieve sustainable digital management in Kazakhstan.

The purpose of the study is to study the digital business processes of public administration in Kazakhstan, taking into account international experience, identifying key achievements and barriers, as well as proposals for further development, paying special attention to the analysis of the e-government Development Index

(EGDI) and its components, allowing an objective assessment of Kazakhstan' s progress in comparison with other countries.

The results highlight the strategic importance of digitalization for modernizing public administration in Kazakhstan, creating a transparent and efficient system of public services, and strengthening the country' s position in the international arena.

Conclusion. Kazakhstan has demonstrated significant success in digitalizing public services, which is confirmed by its high positions in international rankings such as EGDI (E-Government Development Index). In 2022, Kazakhstan ranked 28th in the world with an EGDI index of 0.8628, which puts it in the category of countries with very high EGDI levels.

**Keywords:** digitalization, business process, Public Administration, public services, e-government, integration.

**Введение.** В условиях стремительного технологического прогресса и глобальной цифровой трансформации госуправление сталкивается с необходимостью адаптации к новым реалиям, где бизнес-процессы в органах госуправления стали важным фактором повышения эффективности предоставления услуг, прозрачности и взаимодействия государства с гражданами.

Для Республики Казахстан цифровизация госсектора является одним из ключевых стратегических задач, направленных на достижение устойчивого экономического роста, улучшение качества госуслуг и повышение конкурентоспособности страны на международной арене. С момента запуска программы Цифровой Казахстан в 2018 году страна демонстрирует значительный прогресс в реализации цифровых инициатив, результатом которого стала интеграция электронного правительства (eGov), направленного на упрощение доступа граждан к госуслугам. Однако, несмотря на достигнутые успехи, Казахстан сталкивается с рядом вызовов, включая низкий уровень цифровой грамотности населения, недостаточное использование облачных технологий и ограниченную интеграцию современных решений в регионах.

Введение международного опыта, таких как практики цифрового управления в Эстонии, Южной Корее и Сингапуре, открывает возможности для адаптации передовых решений, направленных на создание более эффективного и устойчивого госуправления. Настоящее исследование акцентирует внимание на важности интеграции инновационных технологий, оптимизации процессов и взаимодействия между госорганами и обществом для достижения стратегических целей цифровизации.

**Материалы и методы.** В эпоху стремительного технологического развития, цифровизация и формирование цифровой культуры приобретают особую значимость с целью обеспечения благосостояния граждан и социально-экономической стабильности государства [1]. Цифровая экономика (Digital Economy) – это экономика, основанная на использовании цифровых компьютерных технологий. Термины, такие как интернет-экономика, новая экономика и веб-экономика, также применяются к данному явлению. Томас Месенбург выделяет три основные составляющие этой концепции:

- поддерживающая инфраструктура, включающая в себя аппаратное и программное обеспечение;

- телекоммуникации и сети;

- электронный бизнес, охватывающий любые процессы, проводимые организацией через компьютерные сети, электронная коммерция (Frey, 2017) [2].

Хотя термин цифровая экономика не преобладает в научной литературе, его чаще можно встретить в официальных дефинициях многих стран. Например, во Франции существует Министерство цифровой экономики (Fung, 2016) [3]. На данный момент категория электронная экономика включает в себя две составляющие:

- интернет-экономику (среду для осуществления электронного бизнеса);

- цифровую экономику, где происходит производство, обмен, распределение и потребление электронных товаров, а также проведение расчетов с использованием электронных денег (Davis, 2014) [4].

Полянин А.В. разделяет это мнение, утверждая, что создание площадок для взаимодействия государства с представителями отраслей способствует оперативности принятия решений по ключевым вопросам цифрового развития. Цифровая грамотность, желание пробовать новые методы решения проблем, риск, экспериментирование и создание ценных социальных связей и бизнес-партнерств становятся неотъемлемыми атрибутами успеха граждан и компаний [5]. В рамках концепции госпрограммы Цифровой Казахстан подчеркивается, что цифровая экономика переживает быстрый рост, стимулируя ускоренное внедрение инноваций и их широкое использование в других секторах экономики [6]. Цифровые технологии проникают во все сферы жизни, изменяя экономические и организационные процессы, а также способы взаимодействия между поставщиками и потребителями товаров и услуг. Суть и цель платформизации в цифровой трансформации могут быть объяснены объективными предпосылками, стимулирующими активное создание, выбор и использование цифровых платформ [7]. Практическое применение цифровых технологий для предоставления госуслуг в разных странах мира привело к формированию разных моделей электронного правительства (далее – ЭП), каждая из которых имеет свои отличия и на формирование которых оказывают определенные факторы [8].

Понятие электронного участия, по методологии исследования ООН, выражается в возможности оказывать влияние на формирование и принятие государственных решений, разработку госуслуг и нормативно-правовых актов. Для реализации этого принципа в республике активно используется проект Открытое правительство, включающий разделы: Открытые данные, Открытый диалог, Открытые НПА (нормативно-правовые акты), Открытые бюджеты и Оценка эффективности деятельности ГО (гражданского общества).

Процесс внедрения цифровых технологий для предоставления госуслуг охватил все страны мира, приводя к созданию различных моделей ЭП. Изначально все страны, приступившие к внедрению цифровых технологий, стремились сократить использование бумажной документации, что привело к созданию индивидуальных электронных систем документооборота для каждого ведомства.

Сабденов, Р., Абдрахманова, Г., Жолдыбалина, А., & Урпекова, А. (2024) анализируют этапы внедрения электронного правительства в Казахстане, выделяя ключевые проблемы, такие как недостаточная цифровая грамотность и слабая инфраструктура, а также предложения по улучшению доступа к цифровым услугам [9]. В статье Казиевой А.Н. (2022) рассматриваются примеры успешной реализации цифровых решений в госуправлении, делая акцент на взаимодействии между государством и гражданами через онлайн-платформы с учетом зарубежного опыта [10]. Исследование Ғалы Ә.Ғ., Бажаева Н.А. (2024) посвящено влиянию электронного правительства на прозрачность управления. Особое внимание уделено проблемам факторам влияния на развитие госуслуг и необходимости повышения доверия граждан [11]. Мусина Г.С. (2023) подчеркивает значимость цифровизации для устранения региональных диспропорций, внедрение цифровых технологий в жизнь общества побуждая пересмотреть ход многих процессов, в том числе к цифровому госуправлению [12]. По мнению Рахметулиной Ж.Б., Кариповой А.Т., потребуется не просто модернизировать устаревшие системы, разрабатывать архитектуры микросервисов, обновлять инструменты для цифровизации своего бизнеса, но и создавать технологические комплексы для развития, к примеру, нового бизнеса, продвижения инфраструктуры [13].

Проведенный обзор литературы и анализ источников, посвященных цифровизации госуслуг в Казахстане, подтверждает, что данный процесс является важным инструментом повышения эффективности госуправления, способ-

ствуя упрощению взаимодействия граждан и госорганов, улучшению прозрачности, снижению коррупционных рисков, а также оптимизации административных процессов. Дальнейшая цифровизация госуслуг в Казахстане, базирующаяся на стратегиях устойчивого развития и опыте ведущих стран, является важным шагом на пути к повышению качества жизни граждан, увеличению прозрачности госуправления и ускорению социально-экономического развития [14]. Для изучения процессов цифровизации госуслуг в Казахстане и их влияния на эффективность госуправления использовались такие методы как:

- анализ документов и нормативно-правовой базы;

- сравнительный анализ;

- количественный анализ - проведен анализ данных индекса EGDI (E-Government Development Index) и его компонентов (OSI, HCI, TII) за период 2016-2024 годов. Использовались статистические методы, такие как расчет динамики, процентных изменений и корреляционного анализа.

**Таблица 1 - Страны-лидеры по развитию электронного правительства, 2022 год**

| Страна | OSI | HCI | TII |
|---|---|---|---|
| Дания | 0,9797 | 0,9559 | 0,9795 |
| Финляндия | 0,9833 | 0,964 | 0,9127 |
| Республика Корея | 0,9826 | 0,9087 | 0,9674 |
| Новая Зеландия | 0,9579 | 0,9823 | 0,8896 |
| Швеция | 0,9002 | 0,9649 | 0,958 |
| Исландия | 0,8867 | 0,9657 | 0,9705 |
| Австралия | 0,938 | 1 | 0,8836 |
| Эстония | 1 | 0,9231 | 0,8949 |
| Нидерланды | 0,9026 | 0,9506 | 0,962 |
| США | 0,9304 | 0,9276 | 0,8874 |
| Великобритании и Северная Ирландия | 0,8859 | 0,9369 | 0,9186 |
| Сингапур | 0,962 | 0,9021 | 0,8758 |
| ОАЭ | 0,9014 | 0,8711 | 0,9306 |
| Япония | 0,9094 | 0,8765 | 0,9147 |
| Мальта | 0,8849 | 0,8734 | 0,9245 |
| *Примечание. Составлео на основе источника [1]* | | | |

**Результаты и обсуждение.** Каждая страна должна определять уровень и степень выполнения задач цифрового правительства, исходя из конкретных условий национального развития, потенциала, стратегии и программ, а не из произвольного предположения о своем будущем положении в рейтинге. Для анализа этой взаимосвязи используются индикаторы, такие как Online Service Index (OSI), Human Capital Index (HCI) и Telecommunication Infrastructure Index (TII), которые дают количественную оценку зрелости цифровизации:

- EGDI - это инструмент сравнительного анализа для развития ЭП, используемый в качестве косвенного показателя эффективности. Так, например, своим прогрессом в области ЭП

представлены следующие страны, относящиеся к высшему (VH) рейтинговому классу группы с очень высоким EGDI, где:

1. OSI - Индекс онлайн-услуг отражает уровень развития электронных услуг, предоставляемых государством. Высокое значение OSI говорит о доступности государственных цифровых сервисов, являясь ключевым элементом цифровизации госуправления;

2. TII - Индекс телекоммуникационной инфраструктуры измеряет уровень развития телекоммуникационной инфраструктуры (интернет, мобильные сети и т. д.), которая является основой для успешной цифровизации;

3. HCI - Индекс человеческого капитала указывает на уровень человеческого капитала в стране, включая грамотность и доступность технологий для граждан (таблица 1) [1].

Цифровизация требует квалифицированных специалистов и готовности населения использовать цифровые инструменты (рисунок 1).

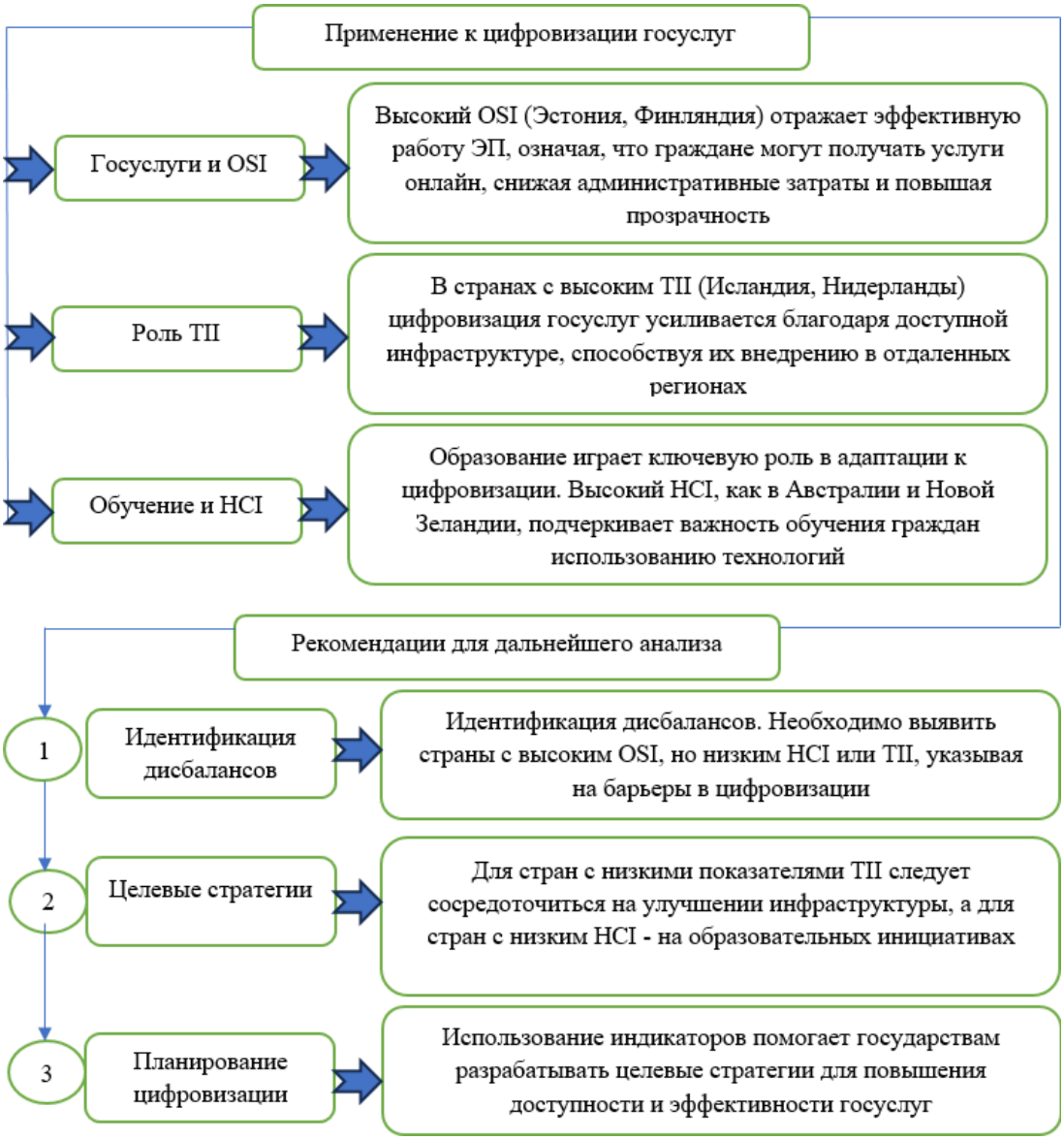



**Рис. 1 - Применение госуслуг к цифровизации**

*Примечание. Составлено автором*

Все 15 стран, относящихся к рейтинговому классу и указанные на рисунке 1 имеют национальную стратегию развития, включающую цели ЦУР. Эти страны имеют национальную политику или стратегию, направленную на обеспечение цифровой инклюзивности. Взаимосвязь между представленными данными и процессом цифровизации проявляется через оценку уровня развития цифровых технологий и их внедрения в различных странах.

Цифровизация требует сбалансированного развития всех трех аспектов. Например, даже при высоком уровне OSI (электронные услуги) их доступность будет ограничена при низких значениях TII (инфраструктура). Аналогично, низкий HCI может ограничивать использование технологий из-за нехватки знаний и навыков.

Для математического анализа данных по показателям OSI (Online Service Index), HCI (Human Capital Index) и TII (Telecommunications Infrastructure Index) приведём средние значения, стандартные отклонения, корреляции и выявим взаимосвязи между показателями для предоставленных стран.

*1. Расчет среднего значения и стандартного отклонения*

Средние значения (Mean) и стандартные отклонения (SD) по каждому показателю рассчитываются по формулам:

- среднее значение:

$$X = \frac{\sum Xi}{n}, \tag{1}$$

- стандартное отклонение:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (Xi - X)^2}}{n}, \tag{2}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Результаты расчетов**

| Показатель | Среднее значение (Mean) | Стандартное отклонение (SD) |
|---|---|---|
| OSI | 0,9317 | 0,0414 |
| HCI | 0,9336 | 0,0402 |
| TII | 0,9215 | 0,0364 |
| *Примечание. Составлено автором на основе произведенных расчетов* | | |

**Таблица 3 - Результаты корреляционного анализа**

| Пары показателей | Коэффициент корреляции (r) |
|---|---|
| OSI и HCI | 0,751 |
| OSI и TII | 0,682 |
| HCI и TII | 0,807 |
| *Примечание. Составлено автором на основе произведенных расчетов* | |

*2. Корреляционный анализ*

Для анализа корреляции между компонентами используем формулу корреляции Пирсона:

$$r_{XY} = \frac{\sum (Xi - X)(Yi - Y)}{\sqrt{\sum (Xi - X)^2 \sum (Yi - Y)^2}}, \tag{3}$$

где:

xi, yi - значения сравниваемых индикаторов

$\bar{x}$,$\bar{y}$- средние значения индикаторов.

Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 3.

Анализ взаимосвязей показал следующие результаты:

1) OSI и HCI (r = 0,751) - умеренно сильная положительная корреляция указывает на то, что высокий уровень предоставления онлайн-услуг (OSI) часто сопровождается высоким уровнем человеческого капитала (HCI);

2) OSI и TII (r = 0,682) - умеренная положительная корреляция между уровнем онлайн-услуг и телекоммуникационной инфраструктурой;

3) HCI и TII (r = 0,807) - сильная положительная корреляция показывает, что развитая телекоммуникационная инфраструктура способствует высокому уровню человеческого капитала;

4) Наивысшие значения OSI достигаются у Эстонии (1), Финляндии (0,9833) и Республики Корея (0,9826), демонстрируя высокую цифровизацию онлайн-услуг;

5) HCI наиболее высок у Австралии (1), Новой Зеландии (0,9823) и Финляндии (0,964), свидетельствуя о развитии человеческого капитала;

6) TII выше всего у Дании (0,9795), Исландии (0,9705) и Республики Корея (0,9674), отражая сильную инфраструктурную поддержку.

На основании анализа данных можно предположить, что высокий уровень телекоммуникационной инфраструктуры (TII) и человеческого капитала (HCI) оказывает значительное влияние на качество предоставляемых онлайн-услуг (OSI), что актуально для оценки уровня цифровизации в странах.

Данные OSI, HCI и TII служат важными инструментами для анализа прогресса цифровизации в каждой стране, синергия которых отражает общую готовность страны к цифровизации, влияя на доступность и качество госуслуг. Важно учитывать эти показатели в комплексной оценке цифровой трансформации госуправления и внедрения передовых технологий.

Первоначальные шаги в этом направлении были предприняты в США и Китае, затем последовали Великобритания, страны Европейского союза, страны Азиатско-Тихоокеанского региона, страны Содружества Независимых государств и другие. Рассмотрим индекс развития электронного правительства среди стран СНГ (таблица 4) [1].

**Таблица 4 - Индекс развития электронного правительства (EGDI) среди стран СНГ в 2022 году**

| Страна | Группа EGDI | Место | EGDI 2022 | OSI 2022 | TII 2022 | HCI 2022 | Уровень дохода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Азербайджан | Высокий EGDI | 83 | 0,6937 | 0,6119 | 0,6761 | 0,7932 | доход выше среднего |
| Армения | Высокий EGDI | 64 | 0,7364 | 0,7221 | 0,6925 | 0,7945 | доход выше среднего |
| Беларусь | Очень высокий EGDI | 58 | 0,758 | 0,5302 | 0,8426 | 0,9011 | доход выше среднего |
| Казахстан | Очень высокий EGDI | 28 | 0,8628 | 0,9344 | 0,752 | 0,9021 | доход выше среднего |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кыргызстан | Высокий EGDI | 81 | 0,6977 | 0,6176 | 0,6637 | 0,8119 | доход ниже среднего |
| Молдова | Высокий EGDI | 72 | 0,7251 | 0,738 | 0,576 | 0,8613 | доход выше среднего |
| Россия | Очень высокий EGD | 42 | 0,8162 | 0,7368 | 0,8053 | 0,9065 | доход выше среднего |
| Туркменистан | Средний EGDI | 137 | 0,4808 | 0,298 | 0,3551 | 0,7892 | доход выше среднего |
| Таджикистан | Высокий EGDI | 129 | 0,5039 | 0,3968 | 0,377 | 0,738 | доход ниже среднего |
| Узбекистан | Высокий EGDI | 69 | 0,7265 | 0,744 | 0,6575 | 0,7778 | доход ниже среднего |
| Среднее значение | | | 0,70061 | 0,632 | 0,639 | 0,827 | |

*Примечание. Составлено автором на основе источника [1]*

$$\text{Среднее } EGDI = \frac{\sum EGDI \text{ по странам}}{\text{количество стран}} \quad (4)$$

$$\text{Среднее } OSI = \frac{\sum OSI \text{ по странам}}{\text{количество стран}} \quad (5)$$

$$\text{Среднее } TII = \frac{\sum TII \text{ по странам}}{\text{количество стран}} \quad (6)$$

$$\text{Среднее } HCI = \frac{\sum HCI \text{ по странам}}{\text{количество стран}} \quad (7)$$

В соответствии с произведенными расчетами получили средние значения компонентов:

- среднее OSI = 0,63578;
- среднее TII = 0,63293;
- среднее HCI = 0,82656;
- среднее EGDI = 0,70061

Казахстан (0,8628) значительно превышает среднее значение, подтверждая его высокую степень цифровизации, способствуя улучшению качества госуправления и его адаптации к современным вызовам.

**Выводы.** Сравнение с мировым опытом, представленным в литературе, цифровая трансформация указывает на необходимость дальнейшего перенятия успешных практик, таких как интеграция мобильных приложений, улучшение кибербезопасности и адаптация системы ЭП к новым технологиям, где важную роль играет повышение уровня цифровой грамотности населения, требуя комплексного подхода и господдержки. Такой комплексный подход необходим для:

- разработки стратегии по сокращению цифрового разрыва между городом и селом;
- расширения программ обучения цифровой грамотности, особенно среди госслужащих;
- углубления интеграции международного опыта в области цифровизации, в том числе в рамках сотрудничества с ЕС, Эстонией и Южной Кореей.

Такие результаты подчеркивают стратегическую важность цифровизации для модернизации госуправления в Казахстане, создания прозрачной и эффективной системы госуслуг и укрепления позиций страны на международной арене.

## Литература

1. Доклад. Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса [Электронный ресурс] // Imi.hse.ru: Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. URL: https://imi.hse.ru . Дата обращения: 25.10.24.

2. Frey C.B., Osborn M.A. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? // Technological Forecasting and Social Change.-2017.-Vol.114.- P. 254-280 DOI 10.1016/j.techfore.2016.08.019

3. Fung B.S.C., Halaburda H. Central Bank Digital Currencies: A Framework for Assessing Why and How // Bank of Canada Staff Discussion Paper.2016.-№.2016-22. URL:https://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2016/11/sdp2016-22.pdf. Date of circulation: 25.10.24

4.Davis S.J., Haltiwanger J. Labor Market Fluidity and Economic Performance // NBER Working Paper Series. –Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2014. - №. 20479. URL: https://www.nber.org. Date of circulation: 25.10.24

5.Полянин А.В., Тенденции и прогнозы экономического роста для российской экономики: региональный аспект. // Среднерусский вестник общественных наук.-2017.- Т.12.(3).- С. 53-63. DOI 10.22394/2071-2367-2017-12-3-53-63

6.Презентация концепции проекта государственной программы «Цифровой Казахстан 2020» [Электронный ресурс]. URL: https://www.itk.kz Дата обращения: 25.10.24.

7.Грибанов Ю. И. Цифровая трансформация социально-экономических систем на основе развития института сервисной интеграции: автореф. дис. … д-ра экон. наук: 08.00.05 / Грибанов Юрий Иванович. –Санкт-Петербург, 2019.

8.Бурденко Е.В. Модели электронного правительства // Вопросы инновационной экономики. -2023. -Т.13.(1). - С.59-76. DOI 10.18334/vinec.13.1.117234.

9.Сабденов, Р., Абдрахманова, Г., Жолдыбалина, А., Урпекова, А. Эволюция электронного правительства в Казахстане: от формирования до цифровой трансформации (2004-2022) // Казахстан-Спектр. -2024. - №111(3). DOI 10.52536/2415-8216.2024-3.07

10.Казиева А.Н. Цифровая трансформация как процесс изменения системы государственного управления в Казахстане. // Государственный аудит. - 2022. -Т. 56.(3). -С. 47-57. DOI 10.55871/2072-9847-2022-56-3-47-57

11.Ғалы Ә.Ғ., Бажаева Н.А. Цифровизация государственных услуг в контексте клиентоориентированного подхода: проблемы и перспективы развития. // Государственный аудит. 2024. -Т. 64.(3). -С.155-162. DOI 10.55871/2072-9847-2024-64-3-155-162

12.Мусина Г.С. Цифровизация и региональная интеграция: сравнительный анализ опыта ЕС и ЕАЭС. // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. – 2023. - №2(143). -С.166-178. DOI 10.32523/2616-6887/2023-143-2-166-178

13.Рахметулина Ж.Б., Карипова А.Т. Перспективы сотрудничества между Казахстаном и Китаем в процессе развития транспортного коридора Евразии // Экономические отношения. -2019.-Т. 9(3). -С. 1615-1628. DOI 10.18334/eo.9.3.40816.

14.Исследование ООН: Электронное правительство 2022. Будущее цифрового правительства/ Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН. - Нью-Йорк: ООН, 2022. -279 с. ISBN 978-92-1-12321-34.

## References

1.Doklad. Cifrovaja jekonomika: global’ nye trendy i praktika rossijskogo biznesa [Jelektronnyj resurs] // Imi.hse.ru: Nacional’ nyj issledovatel’ skij universitet Vysshaja shkola jekonomiki. URL: https://imi.hse.ru. Data obrashhenija: 25.10.24. [in Russian]

2.Frey C.B., Osborn M.A. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? // Technological Forecasting and Social Change.-2017.-Vol.114.- P. 254-280 DOI 10.1016/j.techfore.2016.08.019

3.Fung B.S.C., Halaburda H. Central Bank Digital Currencies: A Framework for Assessing Why and How // Bank of Canada Staff Discussion Paper.2016.-№.2016-22. URL:https://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2016/11/sdp2016-22.pdf. Date of circulation: 25.10.24

4.Davis S.J., Haltiwanger J. Labor Market Fluidity and Economic Performance // NBER Working Paper Series. –Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2014. - №. 20479. URL: https://www.nber.org. Date of circulation: 25.10.24

5.Poljanin A.V., Tendencii i prognozy jekonomicheskogo rosta dlja rossijskoj jekonomiki: regional’ nyj aspekt. // Srednerusskij vestnik obshhestvennyh nauk.-2017.- T.12.(3).- S. 53-63. DOI 10.22394/2071-2367-2017-12-3-53-63[in Russian]

6.Prezentacija koncepcii proekta gosudarstvennoj programmy «Cifrovoj Kazahstan 2020» [Jelektronnyj resurs]. URL: https://www.itk.kz/doc/images/Digital_Kazakhstan.pdf Data obrashhenija: 25.10.24. [in Russian]

7.Gribanov Ju. I. Cifrovaja transformacija social’ no-jekonomicheskih sistem na osnove razvitija instituta servisnoj integracii: avtoref. dis. … d-ra jekon. nauk: 08.00.05 / Gribanov Jurij Ivanovich. Sankt Peterburg, 2019. [in Russian]

8.Burdenko E.V. Modeli jelektronnogo pravitel’ stva // Voprosy innovacionnoj jekonomiki. -2023. -T.13.(1). - S.59-76. DOI 10.18334/vinec.13.1.117234. [in Russian]

9.Sabdenov, R., Abdrahmanova, G., Zholdybalina, A., Urpekova, A. Jevoljucija jelektronnogo pravitel’ stva v Kazahstane: ot formirovanija do cifrovoj transformacii (2004-2022) // Kazahstan-Spektr. -2024. -№111(3). DOI 10.52536/2415-8216.2024-3.07 [in Russian]

10.Kazieva A.N. Cifrovaja transformacija kak process izmenenija sistemy gosudarstvennogo upravlenija v Kazahstane. // Gosudarstvennyj audit. - 2022. -T. 56.(3). -S. 47-57. DOI 10.55871/2072-9847-2022-56-3-47-57. [in Russian]

11.Ғaly Ә.Ғ., Bazhaeva N.A. Cifrovizacija gosudarstvennyh uslug v kontekste klientoorientirovannogo podhoda: problemy i perspektivy razvitija. // Gosudarstvennyj audit. 2024. -T. 64.(3). - S.155-162. DOI 10.55871/2072-9847-2024-64-3-155-162. [in Russian]

12.Musina G.S. Cifrovizacija i regional’ naja integracija: sravnitel’ nyj analiz opyta ES i EAJeS. // Vestnik Evrazijskogo nacional’ nogo universiteta imeni L.N. Gumileva. -2023. - №2(143). -S.166-178. DOI 10.32523/2616-6887/2023-143-2-166-178. [in Russian]

13.Rahmetulina Zh.B., Karipova A.T. Perspektivy sotrudnichestva mezhdu Kazahstanom i Kitaem v processe razvitija transportnogo koridora Evrazii // Jekonomicheskie otnoshenija. -2019.-T. 9(3). -C. 1615-1628. DOI 10.18334/eo.9.3.40816. [in Russian]

14.Issledovanie OON: Jelektronnoe pravitel’ stvo 2022. Budushhee cifrovogo pravitel’ stva/ Departament po jekonomicheskim i social’ nym voprosam OON. - N’ ju-Jork: OON, 2022. -279 s. ISBN 978-92-1-12321-34. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Рыстамбаева А.Н. - Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казакстан, e-mail: aiga_das@mail.ru;

Сихимбаев М.Р. - Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казакстан, e-mail: aiga_das@mail.ru

***Information about the authors***

Rystambaev.N. - Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: aiga_das@mail.ru;

Sikhimbayev M.R. - Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: aiga_das@mail.ru

Редактор: Оспанова М.К.
Верстка: Ундасынов Р.Е.
Подписано в печать: 31.03.2025 г.
Издание: АО «КазУТБ» 010000, Астана, Казахстан, ул. Кайыма Мухамедханова, 37 А,
Рабочий телефон: +7 (7172)72-58-12(134)
E-mail: vestnik@kaztbu.kz