

**КАЗ
УТБ**

ISSN 2708-4132
ISSN (Online) 2363-1830

**ВЕСТНИК
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

№ 2 (19) - 2023

ҚазТБҮ Хабаршысы

Вестник КазУТБ

Vestnik KazUTB



Астана - 2023

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

№ 2 (19) -2023

Қазақ технология және бизнес университеті
Kazakh University of Technology and Business
Казахский университет технологии и бизнеса

ҚазТБУ ХАБАРШЫСЫ
VESTNIK KazUTB
ВЕСТНИК КазУТБ

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

Астана - 2023
Astana - 2023

Бас редактор: С.Н.Байбеков

техн. ғыл. докторы, профессор «ҚазТБУ» АҚ Президент-ректоры

Бас редактордың орынбасары: М.Ч.Төлтабаев

техн. ғыл. докторы, профессор

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)

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

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

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

Жылысбаева Р.О. т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

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)

Айбульдинов Е.К. философия докторы (PhD), (Қазақстан)

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, жеңіл өнеркәсіп өнімдерінің технологиясы және құрылысы), 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

© **Қазақ технология және бизнес университеті**

Главный редактор: С.Н.Байбеков
д.т.н., профессор, Президент-ректор АО «КазУТБ»
Заместитель главного редактора: М.Ч. Тултабаев
д.т.н., профессор
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)
Нурахметов Б.К. д.т.н., профессор (Казахстан)
Шеров Т.К. д.т.н., профессор (Казахстан)
Mercade P.R. доктор философии (PhD) (Испания)
Жилисбаева Р.О. д.т.н., профессор (Казахстан)
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)
Мыррин В.А. д.т.н., профессор (Бразилия)
Маткаримов Б.Т. д.т.н., профессор (Казахстан)
Боранбаев С.Н. 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)
Айбульдинов Е.К. доктор философии (PhD), (Казахстан)
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, технология и конструирование изделий легкой промышленности), Экономика, бизнес и услуги.

Адрес редакции: 010000, г. Астана, Есильский район, ул.Кайыма Мухамедханова, 37 «А» тел.: (7172) 72 -- 58 -- 12 (134), e-mail: vestnik@kaztbu.kz жеңіл өнеркәсіп өнімдерінің технологиясы және кұрылысы

© **Казахский университет технологии и бизнеса**

Chief editor: S.N.Baybekov

Doctor of Technical Sciences, Professor, «President-rector of JSC KazUTB»

Deputy editor: M.Ch.Tultabaev

Doctor of Technical Sciences, *Professor*

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)

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)

Zhilisbayeva R.O. Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

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)

Boranbayev S.H. 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)

Aibuldinov Ye.K. Doctor of Philosophy (PhD), (Kazakhstan)

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, technology and design of light industry products), Economy, business and services.

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

©Kazakh University of technology and business

МАЗМУНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

Информационно-коммуникационные и химические технологии	7
Бурегулов А.Д., Мазиков Т.Ж., Зиятбекова Г.З., Саметова А.А., Джолдасова Б.У. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УМНЫХ ГОРОДАХ	7
Akishev K.M., Karpov V.I., Akisheva L., Tulegulov A.D. DATAMINING CAPABILITIES FOR CLUSTERING CONCRETE MIX FORMULATIONS	21
Ziyatbekova G.Z., Kisala P., Omirzak M.K. EXPLORING THE USE OF ELECTRONIC MEDICAL RECORDS FOR PATIENTS	29
Фазылов С., Нуркенов О., Искинеева А. Мустафаева А., Пустолайкина И., Сарсенбекова А., Сви- дерский А. ХОЛЕКАЛЬЦИФЕРОЛДЫҢ ОЛИГОҚАНТПИЕН СУДА ЕРИТІН КЕШЕНІН АЛУ	36
Нурғалиев Н.У., Такирова А.Х., Хамит А. Ж., Жунусова Э.Б., Ахаева А.А. КИНЕТИКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЯКТЫ	46
Omarov Kh.B., Nurtai J.T., Kopylov N.I. VOLTAMMETRIC STUDY OF THE CATHODIC BEHAVIOR OF COPPER, NICKEL AND ZINC IONS IN AMMONIA SOLUTIONS	53
Производственные и обрабатывающие отрасли	61
Хастаева А.Ж., Бектурганова А.А., Омаралиева А.М., Сериков А.Ж., Суюндык Р.К. СПРОС НАСЕЛЕНИЯ НА ЗЕРНОВЫЕ НАПИТКИ В РК	61
Pulatov I.B., Zhuraeva K.M., Dodaev K.O., Niyozov Kh.N SAFETY STUDY OF UZBEKISTAN FRESHWATER FISH AND THEIR CANNED FISH	68
Какимов А.К., Майоров А.А., Муратбаев А.М. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗЫ ВНОСИМЫХ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ БАД В КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ	75
Галиев С.Ж., Утешов Е.Т., Галиев Д.А., Бексапин Ж.С. НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТ- КАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	80
Тулегулов А.Д., Акишев К.М., Юрков Н.К., Островерхов Д. ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІНЕ АРНАЛҒАН ДИСПЕТЧЕРЛІК-ТАЛДАМАЛЫҚ ЖҮЙЕ	90
Baizbayev M.B., Aliyev S.B., Shontayev A.D., Meiram D.D., Karzhauova E.K. THE INFLUENCE OF TECHNOGENIC FACTORS ON THE EFFECTIVE COMBINED DEVELOPMENT OF ORE DEPOSITS	97
Экономика, бизнес и услуги	105
Карбетова З. Р., Бактымбет А.С., Карбетова Ш. Р. MOTIVATION SYSTEM OF CIVIL SERVANTS OF KAZAKHSTAN: ASSESSMENT AND PROSPECTS FOR IMPROVEMENT	105

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УМНЫХ ГОРОДАХ

А.Д. Бурегулов^{1,2*}, Т.Ж. Мазаков^{1,2}, Г.З. Зиятбекова^{1,2}, А.А. Саметова², Б.У. Джолдасова²

¹Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

e-mail: dizel_kz@bk.ru

В статье обсуждаются различные аспекты умных систем пожарной безопасности в умных городах. Статья рассматривает различные системы пожаротушения, системы управления пожаром на основе IoT-технологий, а также системы оповещения и эвакуации граждан. В данной статье были рассмотрены преимущества и недостатки каждой системы, а также примеры их реализации в реальных умных городах. Обсуждение применимости умных технологий в разных городских условиях и приведено сравнение различных систем пожарной безопасности. В заключении были представлены перспективы развития умных систем пожарной безопасности в будущем.

Ключевые слова: IoT-технология, умный город, пожарная безопасность, искусственный интеллект, контроллер, микропроцессорная система, датчики температуры и давления.

АҚЫЛДЫ ҚАЛАЛАРДА ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ӨРТ ҚАУІПСІЗДІГІ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚОЛДАНУ

А.Д. Бурегулов^{1,2*}, Т.Ж. Мазаков^{1,2}, Г.З. Зиятбекова^{1,2}, А.А. Саметова², Б.У. Джолдасова²

¹Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан,

²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,

e-mail: dizel_kz@bk.ru

Мақалада ақылды қалалардағы өрт қауіпсіздігінің ақылды жүйелерінің әртүрлі аспектілері талқыланады. Мақалада әртүрлі өрт сөндіру жүйелері, IoT технологияларына негізделген өртті басқару жүйелері, сондай-ақ азаматтарға алдын ала қауіптің болатынын ескерту және эвакуациялау жүйелері қарастырылған. Бұл мақалада әр жүйенің артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ оларды нақты ақылды қалаларда жүзеге асыру мысалдары қарастырылды. Әр түрлі қалалық жағдайларда ақылды технологиялардың қолданылуын талқылау және әр алуан өрт қауіпсіздігі жүйелерін салыстыру жайында айтылады. Қорытындыда болашақта өрт қауіпсіздігінің ақылды жүйелерін дамыту перспективалары ұсынылды.

Түйін сөздер: IoT технологиясы, ақылды қала, өрт қауіпсіздігі, жасанды интеллект, контроллер, микропроцессорлық жүйе, температура мен қысым датчиктері.

APPLICATION OF INTELLIGENT FIRE SAFETY SYSTEMS IN SMART CITIES

A.D. Burgegulov^{1,2*}, T.Zh. Mazakov^{1,2}, G.Z. Ziyatbekova^{1,2}, A.A. Sametova²,

B.U. Joldassova²

¹RSE Institute of Information and Computational Technologies MSHE RK CS, Almaty, Kazakhstan,

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: dizel_kz@bk.ru

The article discusses various aspects of smart fire safety systems in smart cities. The article examines various fire suppression systems, fire control systems based on IoT-technologies, as well as warning and evacuation systems for citizens. In this article, the advantages and disadvantages of each system were discussed,

as well as examples of their implementation in real smart cities. Discusses the applicability of smart technology in different urban environments and provides a comparison of different fire safety systems. In conclusion, the prospects for the development of smart fire safety systems in the future were presented.

Keywords: IoT technology, smart city, fire safety, artificial intelligence, controller, microprocessor system, temperature and pressure sensors.

Введение. Растущее население городов и увеличение количества городской инфраструктуры приводят к необходимости поиска новых способов оптимизации использования ресурсов и улучшения качества жизни горожан. Умные технологии стали ключевым фактором в развитии современных городов, которые стремятся стать более эффективными, безопасными и экологически устойчивыми.

Умные технологии представляют собой совокупность различных систем и устройств, обеспечивающих сбор, анализ и использование данных для автоматизации и оптимизации управления городской инфраструктурой. Эти технологии могут включать в себя датчики, камеры, дисплеи, системы управления и многое другое.

В сфере пожарной безопасности, умные технологии могут играть важную роль в предотвращении пожаров, обнаружении пожаров в ранней стадии, автоматическом подавлении пожаров и эвакуации граждан. Такие умные системы также могут предоставлять данные для быстрого и эффективного управления пожарами.

В целом, умные технологии предоставляют городам и горожанам множество преимуществ, таких как повышение безопасности, улучшение управления городской инфраструктурой, оптимизация потребления ресурсов и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому, развитие умных технологий является важным направлением для создания умных городов в будущем [1].

Материалы и методы. С ростом городской популяции и увеличением количества зданий, включая многоэтажные здания, торговые центры и склады, возрастает риск возникновения пожаров в городах. В то же время, умные технологии, такие как системы мониторинга и контроля, датчики, искусственный интеллект и т.д. предоставляют возможности для создания более эффективных систем пожарной безопасности [2, 3].

Также следует отметить, что умные города представляют собой сложную инфраструктуру, и системы пожарной безопасности должны соответствовать этим особенностям. В умном городе может использоваться большое количество электроники, а также множество устройств с доступом к интернету, которые могут быть подвержены пожарам и должны быть защищены.

Следовательно, обеспечение пожарной безопасности в умных городах является необходимым для защиты жизни и имущества горожан, а также для обеспечения устойчивого развития городской инфраструктуры [4-6].

Цель и задачи исследования

Рассмотрим некоторые примеры существующих умных систем детектирования пожаров, а также их преимуществ и недостатки.

Система детектирования пожаров по видеонаблюдению. Эта система использует камеры видеонаблюдения, которые способны обнаруживать определенные признаки пожара, такие как дым, огонь и т.д. Кроме того, система использует алгоритмы искусственного интеллекта для обработки видеоизображения и обнаружения пожара. Например, такую систему используют в Техасе (США) в магазинах Walmart.

Преимущества:

Система может обнаруживать признаки пожара, которые не могут быть обнаружены другими системами детектирования, например, огонь или дым на видеоизображении;

Возможно использование алгоритмов искусственного интеллекта, что повышает точность определения пожара;

Система может использоваться для мониторинга больших территорий, например, в торговых центрах или на промышленных объектах.

Недостатки:

Система может не обнаружить пожар, если видеоизображение заблокировано или недоступно;

Видеоизображение может содержать ложные срабатывания, если на нем есть элементы, похожие на признаки пожара, например, свет, солнечные лучи и т.д.

Требуется большое количество камер для обеспечения полного покрытия территории, что может быть дорого.

Система детектирования пожаров по звуку. Эта система использует микрофоны, чтобы обнаруживать звуки, связанные с пожаром, например, треск огня или раскаты грома. Система также может использовать алгоритмы искусственного интеллекта для обработки звуковых данных и определения возможного пожара. Например, такую систему применяют в аэропорту Шанхая (Китай).

Преимущества:

Система может использоваться для мониторинга больших территорий, например, в аэропортах или на железнодорожных станциях.

Возможно использование алгоритмов искусственного интеллекта для улучшения точности обнаружения;

Система может обнаружить пожар, даже если видеоизображение недоступно или заблокировано.

Недостатки:

Датчики микрофонов могут быть недоступны в некоторых зонах, например, в помещениях со слишком высоким уровнем шума.

Система может давать ложные срабатывания, если обнаружены звуки, которые не связаны с пожаром, например, шумы движущегося транспорта.

Система детектирования пожаров по температуре. Эта система использует датчики температуры, чтобы обнаружить повышение температуры, которое может указывать на наличие пожара. Такие системы могут быть установлены в крупных складах, а также в промышленных зонах. Например, такую систему применяют в крупном складе Amazon в Британии.

Преимущества:

Система может использоваться для мониторинга объектов, в которых необходимо обеспечить постоянный контроль температуры, например, в промышленности.

Система может обнаружить повышение температуры, что может указывать на наличие пожара.

Недостатки:

Система может не обнаружить пожар, если температура пожара недостаточно высока для того, чтобы сработал датчик.

Система может давать ложные срабатывания, если температура повышается не из-за пожара, например, из-за неисправности оборудования.

Результаты и обсуждение. Система детектирования пожаров по давлению. Эта система использует датчики давления, чтобы обнаружить изменения давления, которые могут указывать на наличие пожара. Такие системы могут быть установлены в объектах с вытяжными системами, такими как кухни и прачечные, а также в промышленных зонах. Например, такую систему применяют в одном из крупнейших розничных сетей Walmart для обеспечения безопасности в магазинах и складах. Эта система позволяет быстро обнаруживать пожары и максимально быстро реагировать на них, чтобы минимизировать ущерб для имущества и

безопасность персонала. Кроме того, система может быть подключена к другим системам безопасности, таким как системы пожаротушения и эвакуации, чтобы обеспечить более комплексный подход к обеспечению безопасности.

Преимущества:

Система может обнаружить пожар, даже если его источник не находится в непосредственной близости от датчика.

Система может использоваться для мониторинга объектов, в которых есть вытяжные системы, такие как кухни и прачечные.

Недостатки:

Система может давать ложные срабатывания, если давление повышается не из-за пожара, например, из-за изменения условий вентиляции.

Датчики давления могут быть недоступны в некоторых зонах, например, если вытяжные системы не установлены.

Каждая из этих систем имеет свои преимущества и недостатки, и выбор системы зависит от конкретных потребностей и условий городской инфраструктуры: тип объекта, бюджет, доступность и т.д. Однако все эти умные системы детектирования пожаров позволяют более быстро и точно обнаруживать пожары, что является критически важным для обеспечения пожарной безопасности в умных городах. Также современные технологии позволяют объединять различные системы и сенсоры для создания более надежной системы пожарной безопасности в умных городах [2].

Системы детектирования пожаров на основе температуры и давления используются во многих умных городах по всему миру для обеспечения безопасности горожан и защиты имущества (Рис. 1).

Например, в городе Бостон, США, установлены датчики дыма и температуры, которые используются для детектирования пожаров в зданиях и на улицах. Эти датчики также могут передавать информацию в диспетчерские центры, которые быстро реагируют на возможные пожары.

В Сингапуре, где многие здания оборудованы системами умного дома, датчики дыма и температуры также используются для детектирования пожаров. Кроме того, умные системы пожарной безопасности могут быть интегрированы с другими системами, такими как системы эвакуации и пожаротушения, чтобы обеспечить максимальную эффективность и минимизировать ущерб.

В городе Амстердам (Нидерланды), установлены датчики температуры, которые могут обнару-

живать повышенную температуру на улицах и в зданиях, что может указывать на возможный пожар. Датчики связаны с системой мониторинга и управления, которая позволяет быстро обнаруживать пожары и координировать действия службы пожарной безопасности.

Смарт-система пожаротушения в Дубае: Эта система включает сеть датчиков и камер, расположенных в зданиях, которые могут обнаруживать пожары и отправлять информацию на пульт управления пожарной службы, чтобы быстро реагировать на происшествия.

Система детектирования пожаров в Лос-

Анджелесе: В Лос-Анджелесе введена система детектирования пожаров, которая использует анализ облачных данных, чтобы обнаружить пожары в ранней стадии. Эта система также включает в себя установленные вокруг города камеры для наблюдения за пожарами.

Умный город Сидней: В Сиднее была введена система детектирования пожаров, которая использует искусственный интеллект для анализа данных с датчиков, которые мониторят температуру, дым, уровень кислорода и другие параметры. Эта система также может автоматически управлять системами пожаротушения, чтобы быстро предотвратить распространение пожара.

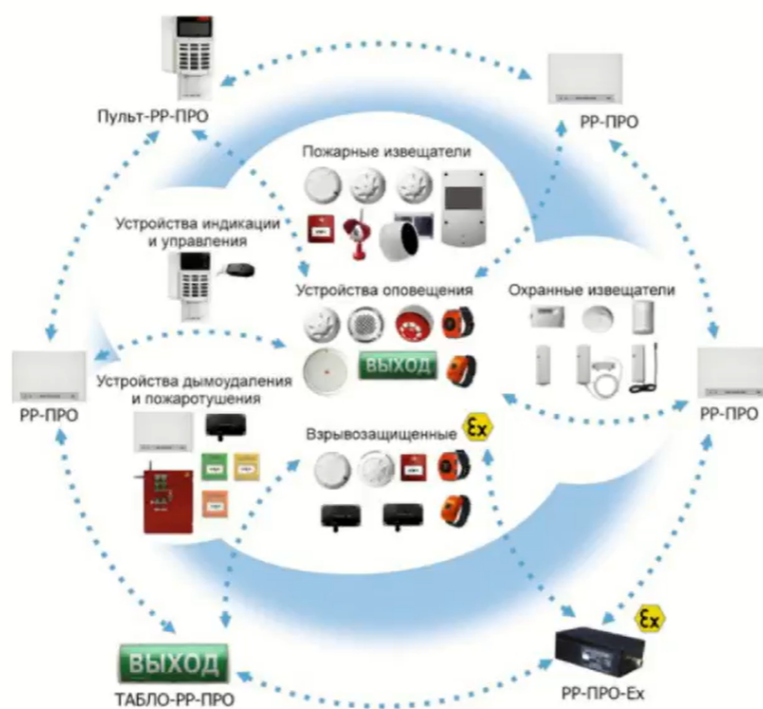


Рис. 1 - Беспроводная система пожарной сигнализации и автоматики, включающая в себя облачный сервис для технологического мониторинга [7]

В целом, умные системы детектирования пожаров имеют огромный потенциал для обеспечения безопасности в умных городах. Однако, важно учитывать, что каждая система имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретной системы должен основываться на специфических потребностях города и его жителей.

Существует множество различных систем автоматического подавления пожаров, которые используются для быстрого и эффективного тушения возгораний. Некоторые из них включают (Рис. 2):

Системы автоматического пожаротушения на

основе газов. Эти системы используют различные газы, такие как аргон, диоксид углерода, азот или инертные газы, для тушения пожара. Газы подаются в помещение через сеть трубопроводов и распыляются по всей площади. Газы поглощают тепло, замедляют химические реакции и удаляют кислород, что приводит к ликвидации пожара.

Системы автоматического пожаротушения на основе жидкостей. Эти системы используют жидкие вещества, такие как вода, пены или специальные жидкости, для тушения пожара. Жидкости подаются в помещение через сеть трубопроводов и распыляются на поверхности горящих матери-

лов. Жидкости охлаждают горящие поверхности, удаляют тепло и предотвращают распространение пламени.

Системы автоматического пожаротушения на основе порошков. Эти системы используют порошки, такие как сульфат алюминия или бикарбонат натрия, для тушения пожара. Порошки подаются в помещение через сеть трубопроводов и распыляются на поверхности горящих материалов. Порошки задерживают кислород, замедляют химические реакции и удаляют тепло, что приводит к ликвидации пожара.

Системы автоматического пожаротушения на основе пены. Эти системы используют пену, которая создается путем смешивания воды и специального раствора, для тушения пожара. Пена подается в помещение через сеть трубопроводов и распыляется на поверхности горящих материалов. Пена уменьшает количество кислорода, снижает температуру и удаляет тепло, что приводит к тушению пожара.

Системы автоматического пожаротушения на основе пены. Эти системы используют пену, которая создается путем смешивания воды и специального раствора, для тушения пожара. Пена подается в помещение через сеть трубопроводов и распыляется на поверхности горящих материалов. Пена уменьшает количество кислорода, снижает температуру и удаляет тепло, что приводит к тушению пожара.

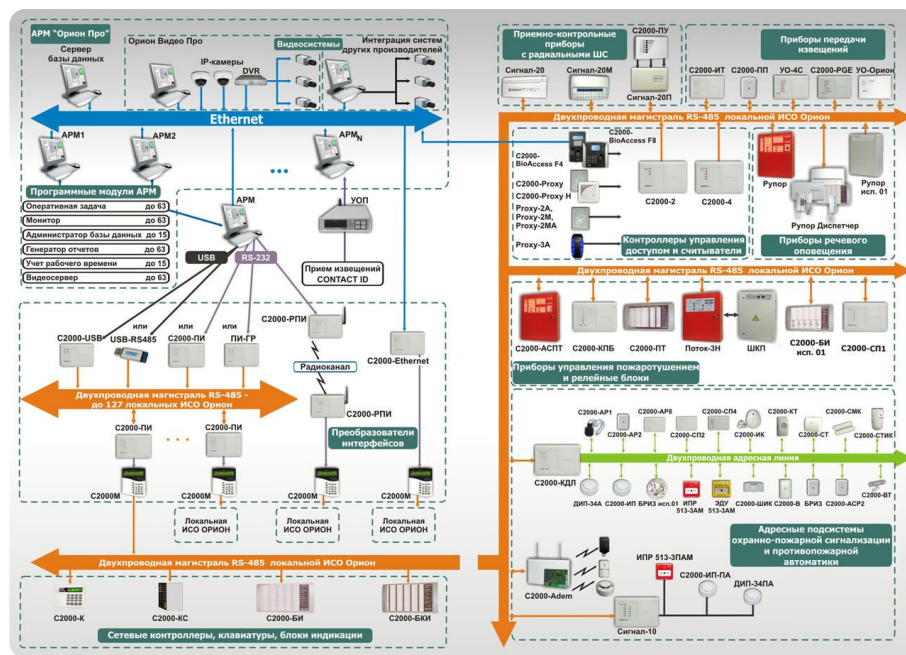


Рис. 2 - Пример построения пожарной сигнализации на основе системы VOLID, которая включает три автоматические установки пожаротушения (порошковое, газовое, водяное)

Каждая система автоматического подавления пожаров имеет свои преимущества и недостатки. Ниже приведены некоторые из них:

Система автоматического пожаротушения водой:

Преимущества:

Это наиболее распространенная и экономически выгодная система тушения пожара.

Вода доступна повсюду и является относительно дешевым ресурсом.

Она недорога в установке и обслуживании.

Система довольно проста в использовании.

Недостатки:

Вода может нанести вред имуществу, которое находится в зоне пожара.

Она неэффективна при тушении пожаров, связанных с электрооборудованием и маслом.

При наличии чрезмерного количества воды может возникнуть опасность затопления здания.

Система автоматического пожаротушения газом:

Преимущества:

Газы, такие как углекислый газ, галогенные газы и аргон, не повреждают имущество при тушении пожара.

Газы не оставляют следов и не оказывают негативного влияния на окружающую среду.

Система автоматического пожаротушения газом может быть легко интегрирована в существующую систему пожарной безопасности.

Недостатки:

Газы могут быть опасными для здоровья людей и животных.

Система автоматического пожаротушения га-

зом может быть дорогой в установке и обслуживании.

Система автоматического пожаротушения пеной:

Преимущества:

Пена не повреждает имущество при тушении пожара.

Система автоматического пожаротушения пеной работает очень быстро и эффективно.

Пена обладает дополнительными свойствами охлаждения, которые могут помочь предотвратить повторное возгорание.

Недостатки:

Пена может вызывать коррозию электрооборудования.

Система автоматического пожаротушения пеной может быть дорогой в установке и обслуживании.

Система автоматического пожаротушения порошком:

Преимущества:

Порошок быстро тушит пожар, потому что быстро затушивает пламя и снижает температуру.

Порошковые системы довольно надежны и могут использоваться для тушения различных типов пожаров, включая горючие жидкости, газы и твердые вещества.

Порошковые системы относительно просты в использовании и обслуживании.

Недостатки:

Порошок может оставлять остатки на поверхностях, что может быть проблемой для некоторых промышленных процессов.

Порошковые системы не подходят для использования в областях с высокой влажностью, так как вода может склеивать порошок и делать его менее эффективным.

Порошок может быть вреден для животных и людей, поэтому следует быть осторожными при использовании в жилых зонах.

Система автоматического пожаротушения углекислым газом:

Преимущества:

Углекислый газ быстро тушит пожары и не оставляет остатков.

Углекислый газ не повреждает электронное оборудование и другие чувствительные предметы.

Системы тушения углекислым газом могут использоваться в небольших и крупных помещениях.

Недостатки:

Углекислый газ может быть опасен для людей, поэтому следует быть осторожными при использовании в жилых зонах.

Углекислый газ может быть дорогим в производстве, что может повлиять на стоимость системы пожаротушения.

Системы тушения углекислым газом могут потребовать дополнительных работ по установке и обслуживанию, что может повлиять на стоимость и сложность системы.

Некоторые примеры реализации систем автоматического подавления пожаров в умных городах:

Шанхай, Китай: В рамках проекта по созданию умного города в Шанхае были установлены системы автоматического пожаротушения в некоторых зданиях и объектах города, включая жилые дома, торговые центры и склады. Системы используют различные методы тушения пожара, включая использование воды, газов и порошка.

Сеул, Южная Корея: В Сеуле были установлены системы автоматического пожаротушения в метрополитене города. Системы используют воду для тушения пожаров и были разработаны с учетом особенностей метрополитена, включая наличие высоковольтных линий и систем вентиляции.

Дубай, ОАЭ: В Дубае была установлена система автоматического пожаротушения в самом высоком здании в мире - небоскребе Burj Khalifa. Система использует воду для тушения пожаров и была разработана с учетом особенностей здания, включая его высоту и сложную архитектуру. Городская команда пожарных внедрила систему Fireye, которая использует искусственный интеллект для обнаружения возгораний и автоматического оповещения пожарных. Система включает в себя более 16 000 датчиков и позволяет реагировать на пожары мгновенно.

Город Копенгаген в Дании: в Копенгагене внедрена система пожарной безопасности, которая использует данные датчиков качества воздуха для обнаружения изменений в концентрации угарного газа и оповещения о пожарах.

Город Торонто в Канаде: в Торонто внедрена система пожарной безопасности, которая использует умные датчики, установленные на каждом этаже здания, для обнаружения пожаров. Датчики синхронизированы с центральной системой управления, которая автоматически оповещает пожарных и предоставляет информацию о месте возгорания.

Город Сеул в Южной Корее: в Сеуле установлены умные датчики дыма, которые используются для обнаружения пожаров в многоэтажных зданиях.

ях. Датчики сигнализируют о пожаре, а затем система автоматического пожаротушения, установленная на каждом этаже, начинает работу.

Барселона, Испания: В Барселоне была установлена система автоматического пожаротушения в здании местного музея. Система использует газ для тушения пожаров и была разработана с учетом особенностей здания, включая его историческую ценность и наличие хрупких экспонатов.

Умные системы управления пожаром используют сенсоры и другие технологии, чтобы обнаруживать пожары и принимать соответствующие меры для их тушения. Они могут включать в себя следующие компоненты (Рис. 3):

Системы управления пожаротушением: эти системы используют различные технологии, такие как датчики дыма и тепла, чтобы обнаруживать пожары и автоматически активировать системы пожаротушения, такие как системы дренажных шлангов и автоматические установки пожаротушения.

Системы управления дверьми: эти системы используются для контроля доступа и предотвращения распространения огня через двери. Они могут быть программируемыми для автоматического закрытия и блокировки дверей, если возникает пожар.

Системы управления эвакуацией: эти системы предназначены для быстрой и эффективной эвакуации людей из здания в случае пожара. Они могут включать в себя автоматические оповещения и инструкции для эвакуации, системы связи и навигации, а также интегрированные системы контроля доступа для предотвращения паники и хаоса.

Системы мониторинга окружающей среды: эти системы используют сенсоры для наблюдения за уровнем кислорода, угарного газа и других вредных веществ в окружающей среде. Они также могут контролировать температуру и влажность, чтобы определить риски возгорания.



Рис. 3 - Элементы системы пожарной безопасности на основе IoT

Примеры умных систем управления пожаром

включают в себя систему «СМАРТ-ПОЖАР» в Москве, которая включает в себя датчики дыма, тепла и газа, а также систему оповещения и навигации для эвакуации людей.

Еще один пример - система управления пожаром в торговом центре «Cityon Xi'an» в Китае, которая включает в себя системы мониторинга окружающей среды, автоматические установки пожаротушения и систему управления дверьми для предотвращения распространения огня.

Ниже приведены преимущества и недостатки нескольких типов умных систем управления пожаром:

Системы управления пожаром на основе облака данных.

Преимущества:

Можно использовать в любом масштабе: от небольшого здания до крупного города.

Может быстро определить местоположение пожара и отправить сообщения на мобильные устройства или в офисы службы пожарной безопасности.

Система может автоматически предоставлять рекомендации по эвакуации и другие инструкции по безопасности.

Недостатки:

Требуется надежное подключение к Интернету для полной функциональности.

Неэффективна в случаях, когда необходимо быстрое действие и устранение проблемы немедленно.

Могут возникать проблемы с конфиденциальностью данных в случае нарушения системы.

Системы управления пожаром на основе искусственного интеллекта.

Преимущества:

Системы на основе искусственного интеллекта могут эффективно анализировать данные для определения наличия пожара и его местоположения.

Могут предсказывать вероятность возникновения пожаров на основе данных о климате и других факторах.

Могут автоматически управлять системами тушения пожара и производить эвакуацию.

Недостатки:

Требуется большой объем данных для корректной работы системы.

Могут возникать проблемы с точностью анализа, особенно при сильном дыме или других факторах, которые затрудняют обнаружение пожара.

Высокая стоимость.

Системы управления пожаром на основе IoT-технологий [8, 9].

Преимущества:

Большое количество устройств IoT, таких как датчики температуры, дыма и движения, могут быть интегрированы в систему, что позволяет получать много информации о возможных угрозах пожара.

Использование аналитических данных позволяет определять оптимальную стратегию тушения пожара и уменьшает время реакции на пожар.

Информация о пожаре может быть передана автоматически в системы управления, вызова пожарных служб, а также на мобильные устройства пользователя.

Системы управления пожаром на основе IoT-технологий могут использоваться для управления несколькими объектами одновременно, что может существенно повысить эффективность.

Технология IoT может использоваться для прогнозирования возможных рисков пожара, что помогает предотвращать возникновение пожаров в будущем.

Недостатки:

Риск возникновения ошибок в системе IoT. Если один из датчиков или устройств не будет работать должным образом, это может привести к неверной оценке угрозы пожара и неправильной реакции на пожар.

Высокая стоимость оборудования и инфраструктуры, необходимых для установки системы управления пожаром на основе IoT-технологий.

Требуется надежное соединение с интернетом и устойчивая работа сети для обмена данными между устройствами.

Некоторые системы могут быть сложны в установке и настройке, требуя профессиональных навыков.

Защита конфиденциальности и безопасности данных, передаваемых между устройствами IoT, может стать проблемой, особенно в случае хакерских атак или несанкционированного доступа.

Несколько примеров реализации систем управления пожаром на основе IoT-технологий в умных городах (Рис. 4):

Санта-Клара, Калифорния, США - В 2019 году город Санта-Клара в Калифорнии внедрил систему управления пожаром на основе IoT-технологий. Система включает в себя датчики дыма, температуры, влажности, CO₂ и движения, которые мониторят изменения в окружающей среде

и передают данные в облако, где они анализируются и используются для принятия решений о тушении пожара. Система также имеет автоматический вызов пожарных служб, если датчики обнаружат признаки пожара.

Сингапур - В Сингапуре была разработана система управления пожаром на основе IoT-технологий, которая используется в высотных зданиях. Система включает в себя датчики температуры, давления, дыма и газа, которые мониторят изменения в окружающей среде и передают данные на сервер, где они анализируются. Если датчики обнаружат признаки пожара, система автоматически отправляет сообщение на пульт управления и вызывает пожарных.

Гамбург, Германия - Город Гамбург в Германии внедрил систему управления пожаром на основе IoT-технологий, которая используется в туннелях и метро. Система включает в себя датчики дыма, температуры и CO₂, которые мониторят изменения в окружающей среде и передают данные на сервер, где они анализируются. Если датчики обнаружат признаки пожара, система автоматически отправляет сообщение на пульт управления и вызывает пожарных.

Город Копенгаген в Дании установил систему, которая объединяет датчики дыма, системы оповещения и системы дистанционного управления в единую систему управления пожарной безопасностью. Система собирает данные о дыме и температуре и передает их на центральный сервер. Если происходит пожар, система автоматически оповещает пожарную службу, а также отправляет информацию о местоположении пожара и его характеристиках.

В Дубае установлены умные системы управления пожарной безопасностью в высотных зданиях. Эти системы используют датчики дыма и температуры, которые мониторят пожарную опасность. Когда система обнаруживает пожар, она автоматически срабатывает, закрывая вентиляционные отверстия, чтобы предотвратить распространение огня, и уведомляет службу пожарной безопасности.

Город Барселона в Испании использует умную систему управления пожарной безопасностью на своих улицах. Система включает датчики дыма и температуры, которые мониторят общественные пространства, и систему оповещения, которая автоматически оповещает службу пожарной безопасности в случае возникновения пожара. Система также включает автоматические системы пожаротушения, которые могут быстро подавить пожар, прежде чем он начнет распространяться.

Это лишь некоторые примеры систем управления пожаром на основе IoT-технологий, реализованных в различных умных городах по всему миру.

Системы оповещения и эвакуации граждан являются важной частью общей системы пожарной безопасности. Они предназначены для предупреждения людей о возможной опасности и организации эвакуации в случае пожара. Существуют различные типы систем оповещения и эвакуации граждан, которые могут быть использованы в зависимости от конкретной ситуации.

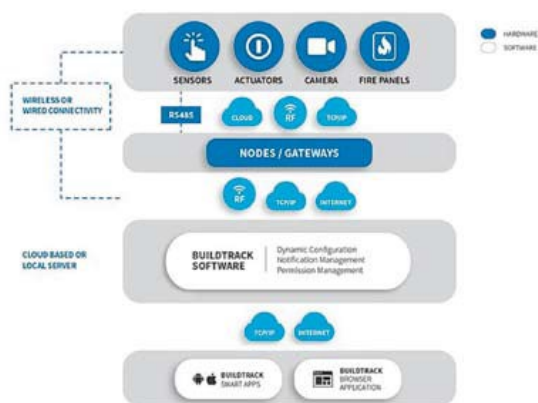


Рис. 4 - Стандартная архитектура системы пожарной безопасности на основе IoT

Одним из наиболее распространенных типов систем оповещения является система громкоговорителей. Она включает в себя установку громкоговорителей в зданиях и на улицах города, которые могут воспроизводить звуковые сигналы для предупреждения людей о возможной опасности. Некоторые системы громкоговорителей также могут использоваться для оповещения людей о том, что они могут покинуть здание в случае пожара.

Еще один тип системы оповещения - это система SMS-уведомлений. Она используется для отправки SMS-сообщений на мобильные телефоны людей, которые зарегистрировали свои номера в системе. Такие системы могут быть особенно полезны в крупных городах, где многие люди постоянно находятся в движении.

Существуют также системы оповещения и эвакуации на основе световых сигналов. Они могут использоваться в сочетании с системами громкоговорителей или отдельно. Например, система оповещения на основе световых сигналов может быть установлена в здании и использоваться для предупреждения людей о пожаре, если в помещении слишком шумно для того, чтобы использовать громкоговорители.

Кроме того, существуют также автоматические системы оповещения, которые могут быть инте-

грированы с другими умными системами пожарной безопасности. Например, система детектирования пожара на основе дыма может быть интегрирована с системой оповещения для автоматического предупреждения людей в здании о возможной опасности.

Все системы оповещения и эвакуации граждан имеют свои преимущества и недостатки, которые могут зависеть от конкретных обстоятельств.

Далее приведены преимущества и недостатки некоторых распространенных систем оповещения и эвакуации граждан:

Звуковая система оповещения и эвакуации. Это самый распространенный и простой вид системы, который использует звуковой сигнал для оповещения и направления людей на выход из здания.

Преимущества:

Простота установки и использования;

Низкая стоимость.

Недостатки:

Неэффективность для людей со слабым слухом;

Ограниченность в передаче информации о характере и местоположении пожара.

Система оповещения и эвакуации на основе световых сигналов. Эта система использует световые сигналы, такие как мигающие огни, для оповещения и направления людей к выходу из здания.

Преимущества:

Эффективность для людей со слабым слухом;

Хорошая видимость в темноте.

Недостатки:

Ограниченность в передаче информации о характере и местоположении пожара;

Высокая стоимость.

Система оповещения и эвакуации на основе текстовых сообщений. Эта система использует текстовые сообщения, передаваемые через мобильные устройства или другие коммуникационные каналы, для оповещения и направления людей к выходу из здания.

Преимущества:

Может обеспечить более точную информацию о характере и местоположении пожара;

Хорошая эффективность для людей со слабым зрением или слухом.

Недостатки:

Требуется наличие мобильных устройств или других коммуникационных средств;

Неэффективность, если люди не могут или не хотят получать текстовые сообщения.

Система оповещения и эвакуации на основе виртуальной реальности является инновационным подходом к созданию системы безопасности. Она использует технологию виртуальной реальности, чтобы обучать людей, как действовать в случае пожара или другой аварии, а также для эвакуации.

Преимущества:

Увеличивает эффективность обучения и подготовки к чрезвычайным ситуациям, поскольку обучение проводится в условиях виртуальной реальности, которая более реалистична и захватывающа.

Увеличивает эффективность эвакуации, поскольку люди могут быть более знакомы с территорией и знать, куда следует направляться.

Уменьшает количество жертв в чрезвычайных ситуациях, поскольку люди будут лучше подготовлены и обучены действовать в таких ситуациях.

Недостатки:

Системы на основе виртуальной реальности могут быть дорогостоящими для создания и установки.

Система требует обновлений и технического обслуживания, чтобы гарантировать ее надежность и эффективность.

Некоторые люди могут испытывать дискомфорт или неудобства при использовании виртуальной реальности, что может отвлек их от обучения или эвакуации.

Системы оповещения и эвакуации на основе виртуальной реальности являются новым направлением в развитии умных городов, поэтому пока что не существует множества примеров реализации таких систем в реальных городах.

Одним из примеров реализации подобной системы является проект, воплощенный в жизнь компанией Luminous Group. Они разработали виртуальную реальность, которая позволяет людям испытать пожарную опасность, не находясь на самом объекте. Система состоит из нескольких виртуальных тренажеров, которые имитируют ситуации пожаров различной сложности. Посетитель может научиться пользоваться огнетушителями и другими средствами пожаротушения, а также понять, как правильно и быстро эвакуироваться из здания.

Еще одним примером является проект, реализованный в городе Сингапур. Здесь была создана система AR-очков (очки дополненной реальности), которая позволяет людям быстро и безопасно покинуть здание в случае пожара. Система сканирует помещение и отображает на очках наиболее безопасный путь для эвакуации.

В России проекты по созданию систем оповещения и эвакуации на основе виртуальной реальности пока что не широко распространены, но многие компании работают в этом направлении, в том числе НИИ "Кристалл".

Система оповещения и эвакуации на основе световых сигналов является одной из самых распространенных и простых систем в умных городах. Она использует специальные световые сигналы, которые сигнализируют о необходимости эвакуации или предупреждают об опасности. Примеры реализации этой системы можно найти по всему миру.

Например, в Японии система оповещения и эвакуации на основе световых сигналов используется во многих городах, включая Токио. Световые сигналы размещены во многих местах, в том числе на зданиях, мостах и автомобильных дорогах. Они могут быть использованы для предупреждения о землетрясениях, цунами и других природных катастрофах.

В США система оповещения и эвакуации на основе световых сигналов используется для предупреждения о торнадо. В некоторых городах установлены специальные световые сигналы, которые могут предупредить жителей о торнадо и указать направление, в котором необходимо двигаться для эвакуации.

В России система оповещения и эвакуации на основе световых сигналов также широко используется в умных городах. Например, в Москве и Санкт-Петербурге световые сигналы установлены на зданиях, мостах и других объектах, и используются для оповещения жителей о пожарах, авариях и других чрезвычайных ситуациях.

Однако, недостатком этой системы является то, что она может быть ограничена в использовании в темное время суток или в условиях, когда видимость снижена из-за дыма или тумана. Кроме того, световые сигналы могут быть не заметны для людей с ограниченными возможностями зрения (Рис. 5).

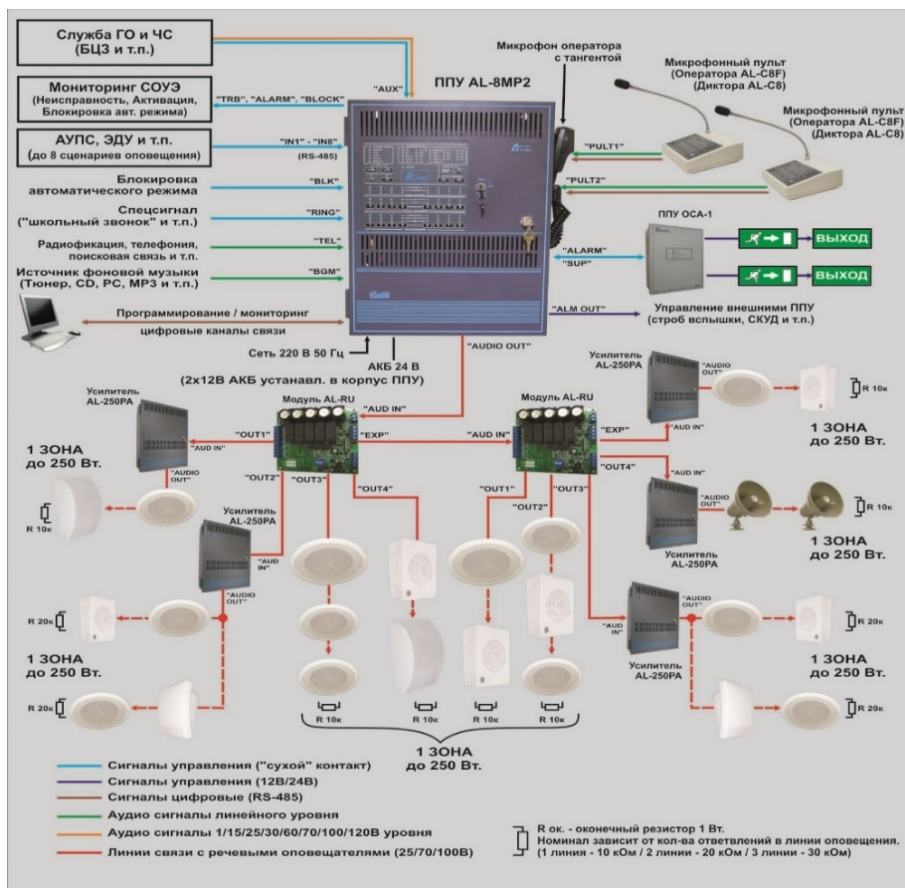


Рис. 5 - Система речевого оповещения о пожаре серии Альфа

Сравнение различных систем пожарной безопасности зависит от многих факторов, включая тип здания, его назначение, размер и наличие персонала. Ниже приведены общие характеристики и сравнение нескольких типов систем пожарной безопасности.

Системы автоматического пожаротушения:

Преимущества: эффективность, автоматическое действие, надежность.

Недостатки: возможно повреждение имущества, высокая стоимость установки и технического обслуживания.

Системы оповещения и эвакуации:

Преимущества: быстрое оповещение, возможность эвакуации, надежность.

Недостатки: требуют обучения и знания о процедурах эвакуации, могут вызывать панику в людях, не способных на нормальное восприятие звуков.

Системы детектирования пожаров:

Преимущества: быстрое обнаружение пожара, возможность автоматической активации других систем безопасности.

Недостатки: ложные срабатывания, высокая стоимость установки и технического обслуживания.

Системы пассивной защиты от пожара:

Преимущества: надежность, эффективность, низкая стоимость.

Недостатки: не действуют на пожарном стадии, не способны обнаруживать пожар.

Системы управления пожаром на основе IoT-технологий:

Преимущества: точность, быстрое обнаружение и управление пожаром, удаленное управление, снижение вероятности ложных срабатываний.

Недостатки: высокая стоимость, сложность в установке и техническом обслуживании.

Применимость разных систем пожарной безопасности может зависеть от конкретных городских условий, таких как климат, наличие промышленных зон, плотность населения и т.д. Например, в городах, где климат холодный и снежный, система автоматического тушения пожаров водой может быть менее эффективной из-за возможности замерзания воды и образования льда, что затруд-

нит доступ к возгоранию и усложнит работу пожарных.

С другой стороны, в городах с промышленными зонами, где может быть большое количество горючих материалов и легко воспламеняемых веществ, могут быть эффективны системы автоматического тушения пожаров, которые используют специализированные химические вещества, такие как инертные газы или порошок.

Также важным фактором может быть плотность населения и густота застройки. В городах с большой плотностью населения и высокой застройкой может быть трудно провести эвакуацию людей в случае пожара, поэтому могут быть эффективны системы оповещения и эвакуации, которые используют визуальные и звуковые сигналы, чтобы привлечь внимание граждан и направить их на безопасный выход.

Таким образом, выбор системы пожарной безопасности должен основываться на конкретных условиях города и требованиях к безопасности, а также на эффективности, надежности и стоимости реализации и эксплуатации системы.

Умные технологии имеют огромный потенциал для улучшения систем пожарной безопасности в умных городах. Многие инновации уже внедрены и успешно работают, позволяя ускорить процессы обнаружения и тушения пожаров, оповещения и эвакуации населения, а также минимизации ущерба от пожара (Рис. 6).

Системы оповещения и эвакуации на основе IoT-технологий и виртуальной реальности позволяют быстро обнаружить пожар и организовать эвакуацию, даже если люди находятся внутри зданий, где не ощущают запах дыма или не видят огонь. Автоматические системы пожаротушения на основе газа, пены, порошка и воды позволяют быстро потушить пожар и предотвратить распространение огня.

Системы мониторинга и детектирования пожаров, основанные на датчиках и анализе больших данных, позволяют быстро обнаружить начальные стадии пожара и принять меры для его тушения. Автоматические системы управления пожаром на основе IoT-технологий позволяют быстро реагировать на пожар и координировать действия пожарных бригад [10, 11].



Рис. 6 - Пример централизованной системы контроля, позволяющей выявлять чрезвычайные ситуации в пределах обширной территории

Каждая из систем имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретной системы должен основываться на характеристиках конкретного города и его потребностях. Однако все они могут быть успешно интегрированы в общую систему пожарной безопасности, что позволит значительно повысить ее эффективность.

Выводы. Умные системы пожарной безопасности имеют большой потенциал для развития в будущем. С появлением новых технологий и раз-

витием искусственного интеллекта, умные системы пожарной безопасности будут становиться все более эффективными и точными в предотвращении и тушении пожаров. Одной из перспективных технологий является использование беспилотных авиационных систем для наблюдения и тушения пожаров, особенно там, где доступ человека затруднен или опасен. Также в будущем умные системы пожарной безопасности могут быть установлены во всех зданиях и сооружениях, и ин-

тегрированы с другими умными системами города, такими как системы мониторинга качества воздуха, системы управления транспортом и энергетические сети. Другой перспективной технологией является использование блокчейн-технологии для создания безопасных и надежных систем пожарной безопасности. Блокчейн может обеспечить децентрализованное хранение данных о системах

пожарной безопасности и связанных с ними рисках, что может помочь в предотвращении пожаров и быстрой реакции на них.

В целом, умные технологии имеют огромный потенциал для улучшения систем пожарной безопасности в умных городах, что может привести к снижению рисков и сохранению жизней.

Работа выполнена за счет средств грантового финансирования научных исследований на 2023-2025 годы по проекту ИРН АР19678157.

Литература

1. Ву Т.З. Анализ систем автоматизированного управления умным домом // Молодой ученый, 2011. - №4. Т.1. - С. 28-29. (in Eng).
2. А.Ф. Котюк. Датчики в современных измерениях. - М.: «Радио и связь», 2006. - 96 с. (in Russ).
3. Дж. Фрайден. Современные датчики. - М.: «Техносфера», 2005. - 592 с. (in Russ).
4. Е.А. Тесля. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Тесля Е.А. - СПб., 2008. - 224 с. (in Russ).
5. Intelligent Buildings: Design, Management & Operation / edited by Derek Clements-Croome. - London: Thomas Telford Publishing, 2004. - 408 p. (in Eng).
6. Г.З. Зиятбекова, А.Т. Мазакова, А.Д. Бурегулов, Е.Б. Муратов. Разработка энергосберегающей системы «Умный офис» и его принципы работы // Вестник КазУТБ. - Нур-Султан, 2022. - № 1(14). - С. 13-18. (in Russ).
7. Ч. Платт. Электроника: логические микросхемы, усилители и датчики для начинающих. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 448 с. (in Eng).
8. Т. Рашид. Создаем нейронную сеть. - СПб.: ООО «Альфа-книга», 2018. - 272 с. (in Russ).
9. К.Е. Климентьев. Системы реального времени. - Самара: Самар.гос. аэрокосм. ун-т, 2008. - 45 с. (in Russ).
10. Р. Каллан. Нейронные сети. Краткий справочник - М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2017. - 288 с. (in Russ).
11. С.В. Аксенов, В.Б. Новосельцев. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии). - Томск: Изд-во НТЛ, 2006. - 128 с. (in Russ).

References

1. Wu T.Z. Analysis of automated control systems for smart house // Young Scientist, 2011. - No. 4. - VOL. 1. - Pp. 28-29. (in Eng)
2. A.F. Kotyuk. Sensors in Modern Measurements. - M.: Radio and Communications, 2006. - 96 p. (in Russ)
3. J. Fryden. Modern Sensors. - M.: Technosphere, 2005. - 592 p. (in Russ)
4. E.A. Tesla. "Smart House with my own hands. Building an intelligent digital system in your apartment / Teslya E.A. - SPb., 2008. - 224 p. (in Russ)
5. Intelligent Buildings: Design, Management & Operation / edited by Derek Clements-Croome. - London: Thomas Telford Publishing, 2004. - 408 p. (in Eng)
6. G.Z. Ziyatbekova, A.T. Mazakova, A.D. Burgegulov, E.B. Muratov. Development of energy-saving system "Smart Office" and its operating principles // Bulletin of KazUTB. - Nur-Sultan, 2022. - No. 1(14). - Pp. 13-18. (in Russ)
7. Ch. Platt. Electronics: Logic Circuits, Amplifiers and Sensors for Beginners. - SPb: BHV-Peterburg, 2015. - 448 p. (in Eng)
8. T. Rashid. Creating a neural network. - St. Petersburg: ООО "Alpha-book", 2018. - 272 p. (in Russ)
9. K.E. Klimentiev. Real-time systems. - Samara: Samara State Aerospace University, 2008. - 45 p. (in Russ)

10. P. Callan. Neural networks. A Quick Reference Guide. - М.: I.D. Williams LLC, 2017. - 288 p. (in Russ)
11. S.V. Aksenov, V.B. Novoseltsev. Organization and use of neural networks (methods and technologies). - Tomsk: NTL Publisher, 2006. - 128 p. (in Russ)

Сведения об авторах

- Бургегулов А. Д. - докторант КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, dizel_kz@bk.ru
- Мазакон Т.Ж. - доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Института Информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, профессор НАО Казахского национального университета имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, tmazakov@mail.ru
- Зиятбекова Г.З. - PhD, и.о. доцента НАО Казахского национального университета имени аль-Фараби; старший научный сотрудник Института Информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, ziyatbekova@mail.ru
- Саметова А.А. - докторант КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, sametova_aygerim@mail.ru
- Джолдасова Б.У. - магистрант КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, bagilaurel@gmail.com

Information about authors

- Burgegulov A. D. - doctoral student at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, dizel_kz@bk.ru
- Mazakov T. Zh. - NAO Al-Farabi Kazakh National University, doctor of physical and mathematical sciences, professor, Almaty, Kazakhstan, Chief Researcher at the RSE Institute of Information and Computational Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, tmazakov@mail.ru
- Ziyatbekova G. Z. - PhD, Acting Associate Professor NAO Al-Farabi Kazakh National University; Senior Researcher at the RSE Institute of Information and Computational Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, ziyatbekova@mail.ru
- Sametova Aigerim Aidarkyzy - doctoral student at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, sametova_aygerim@mail.ru
- Joldassova Bagila Ummetovna - graduate student at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, bagilaurel@gmail.com

DATAMINING CAPABILITIES FOR CLUSTERING CONCRETE MIX FORMULATIONS

K.M. Akishev^{1*}, V.I. Karpov², L.A. Akisheva³, A.D. Tulegulov¹

¹Kazhach University of Technology and Business,

²Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky,

³Nazarbayev Intellectual School

e-mail: Akmail04cx@mail.ru

The article discusses the possibilities of using DataMining technology for clustering concrete mixtures. In practice, it is often necessary to face tasks in which it is necessary to choose the formulations closest in quality characteristics from a large number of formulations of concrete mixtures. The distribution of formulations of concrete mixtures by classes is provided on the basis of specified criteria such as strength, as well as the composition of the ingredients of the concrete mixture. Earlier in work [1], clustering of concrete mix formulations was carried out with the help of the program "Comprehensive quality assessment and classification of multidimensional objects", which made it possible to distribute formulations into classes with the closest characteristics and collect the highest quality concrete mix formulations into the appropriate classes. The result of using DataMining technology for clustering concrete mix formulations allowed us to create classes in which the distribution using the DBSCAN algorithm is quite high-quality, however, there is a need for more detailed training of this algorithm, since clustering using the program "Integrated Quality Assessment and classification of multidimensional objects" turned out to be more optimal.

Keywords : clustering, datamining, concrete mix formulations, quality criteria

БЕТОН ҚОСПАЛАРЫНЫҢ РЕЦЕПТЕРІН КЛАСТЕРЛЕУГЕ АРНАЛҒАН DATA MINING МҮМКІНДІКТЕРІ

К.М.Акишев^{1*}, В.И.Карпов², Л.Ақышева³, А.Д.Тулегулов¹

¹Қазақ технология және бизнес университеті,

² К. Г. Разумовский атындағы Мәскеу мемлекеттік технология және басқару университеті

³ Назарбаев Зияткерлік мектебі,

e-mail: Akmail04cx@mail.ru

Мақалада бетон қоспаларын кластерлеу үшін DataMining технологиясын қолдану мүмкіндіктері қарастырылады. Іс жүзінде сіз көбінесе бетон қоспаларының көптеген рецептерінен сапалық сипаттамалары бойынша ең жақын рецептілерді таңдау қажет болатын міндеттерге тап болуыңыз керек. Бетон қоспаларының рецептураларын сыныптар бойынша бөлу беріктік, сондай-ақ бетон қоспасының ингредиенттерінің құрамы сияқты берілген критерийлер негізінде қамтамасыз етіледі. [1] -жұмыстың басында бетон қоспаларының рецептураларын кластерлеу "сапаны кешенді бағалау және көпөлшемді объектілерді жіктеу" бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды, бұл рецептураларды ең жақын сипаттамалары бар сыныптарға бөлуге және бетон қоспаларының ең сапалы рецептураларын тиісті сыныптарға жинауға мүмкіндік берді. Бетон қоспаларының формулаларын кластерлеу үшін DataMining технологиясын қолданудың нәтижесі DBSCAN алгоритмін қолдана отырып бөлу өте сапалы болатын сыныптар құруға мүмкіндік берді, дегенмен бұл алгоритмді егжей-тегжейлі оқыту қажет, өйткені "сапаны кешенді бағалау және көп өлшемді объектілерді жіктеу" бағдарламасын қолдана отырып кластерлеу оңтайлы болды.

Түйін сөздер: кластерлеу, datamining, бетон қоспаларының формулалары, сапа критерийлері.

ВОЗМОЖНОСТИ DATAMINING ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ РЕЦЕПТУР БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

К.М.Акишев^{1*}, В.И.Карпов², Л.Акишева¹, А.Д.Тулегулов¹

¹Казахский университет технологии и бизнеса,

²Московский Государственный университет технологии и управления им. К.Г. Разумовского,

³Назарбаев интеллектуальная школа,

e-mail: Akmail04cx@mail.ru

В статье рассматриваются возможности использования технологии DataMining для кластеризации бетонных смесей. На практике часто приходится сталкиваться с задачами в которых необходимо из большого количества рецептов бетонных смесей выбрать наиболее близкие по качественным характеристикам рецептуры. Распределение рецептов бетонных смесей по классам обеспечивается на основании заданных критериев такие, как прочность, а также состав ингредиентов бетонной смеси. Ранее в работе [1], кластеризация рецептов бетонных смесей была осуществлена с помощью программы «Комплексная оценка качества и классификация многомерных объектов», позволившая распределить рецептуры по классам с наиболее близкими характеристиками и собрать наиболее качественные рецептуры бетонных смесей в соответствующие классы. Результат использования технологии DataMining для кластеризации рецептов бетонных смесей позволил создать классы в которых распределение с помощью алгоритма DBSCAN достаточно качественно, тем не менее существует необходимость более детального обучения данного алгоритма, так как кластеризация с использованием программы «Комплексная оценка качества и классификация многомерных объектов» оказалось более оптимальной.

Ключевые слова: кластеризация, datamining, рецептуры бетонных смесей, критерии качества

Introduction. To date, the active promotion of information technology (datamining) provides the necessary and sufficient opportunities to obtain reliable and high-quality results, in particular for solving clustering and forecasting problems.

Data analysis depends on efficient data collection, storage and computer processing. Data Mining allows you to analyze large volumes of heterogeneous data of various scientific fields.

The international market of DataMining systems has a dynamic growth. Firms such as SAS, IBM, Microsoft, Oracle, provide investments of \$56.2 billion by 2027 [2].

Promising trends in DataMining allow us to develop methods of virtual and augmented reality analysis, statistical data analysis, and data protection.

It is known for certain that data mining in the future for big data analysis using corporate databases.

At the same time, the main criterion for DataMining technology is the system time required to complete the tasks. At the same time, the main difficulty lies in the limitations that arise during the search of decision trees, which affect the efficiency and performance of the search.

Solving this problem remains the main goal of DataMining product developers[2].

When performing clustering tasks, there are a number of typical, standard stages for DataMining, which include:

-statement of the task, which includes the analysis of requirements, the definition of the problem area, the metrics for which the assessment will be performed, as well as the definition of tasks for the analysis project;

-preparation of data, evaluation criteria;

-research and evaluation of data;

-building analytical dependencies;

-research, verification of the accuracy of solutions.

Today, everyone who deals with problems in the field of big data processing must have skills in the field of mathematical statistics, programming languages, machine learning techniques, statistical analysis, predictive decisions, including managerial decision-making, depend on the accuracy and in-depth data analysis.

To date, there is a wide selection of programs on the market for solving Data Mining problems. Let's look at the main ones:

SAS EnterpriseMiner - used mainly for fraud detection, financial risk assessment, market forecasting, etc. It has a fairly high performance when working with big data;

-MicrosoftAnalysisServices - used to create analytical reports;

-SAS CustomerIntelligence 360 - used as a tool for information business, evaluation of marketing campaigns, real-time data analysis;

-SAS CreditScoring - used as a risk management tool for financial institutions;

-Board - nothing remarkable, for business analytics, corporate governance, evaluation of the effectiveness of projects.

-SAS RevenueOptimization - a use case as an intellectual business tool, mainly in retail;

-RapidMiner - is used for text analysis, machine learning, and the creation of analytical reports.

The aim of the study is to evaluate the DataMining technology for clustering concrete mix formulations and compare the results with the data obtained using the program "Comprehensive quality assessment and classification of multidimensional objects" with the possibility of using DataMining technology in further studies of clustering problems of technogenic deposits.

In [1], prior to the start of cluster analysis, each object under study or the formulation of a concrete mixture is a separate cluster, and the proximity between clusters is assumed by accepted metrics.

The most optimal way to solve the research problem, determining proximity (distances) between clusters in the studied space, or as they say in many

sources, Euclidean distances. "Euclidean distance is a general type of distance used from ancient times to the present day, it is a geometric distance in multidimensional space"[3] and is used in various methods.

As a result of the solution [1], a mathematical formulation of the problem of clustering concrete mixtures using technogenic waste formula 1 was obtained.

$$F(C_k, C_l) = \frac{1}{N_k \cdot N_l} \sum_{S_i \in C_k} \sum_{S_j \in C_l} f(S_i, S_j) \quad (1)$$

That is, each cluster contains formulations of concrete mixtures that are closest in their characteristics and the formulations of each class differ from each other.

For the software implementation of the mathematical formulation of the solution of the problem of clustering concrete mixtures, the program "Comprehensive quality assessment and classification of multidimensional objects" in Russian was used. Data on the metrics of the recipe of concrete mixtures are presented in Table 1.

Table 1. Recipe of concrete mixtures

№ recipes	Composition of the concrete mix			
	Ravr. Compr.Mpa	ash g/%	Metall. Slag g/%	bauxite sludge g/%
1	3.11			337/3
2	3.7			505/4
3	8.32			674/5
4	3.5			842/7
5	3.6			1011/8
6	2.84			944/7
7	2.56			910/7
8	2.73	574/4.4		
9	2.3	246/2		337/3
10	4.4	574/4.4		
11	2.5	656/5		
12	4.5	3370/26		
13	2.51	492/4		
14	2.8	574/4.4		
15	3.45			410/3.2
16	4.54			410,3.2
17	3.9	246/2	798/6	
18	2.55	328/2.5	798/6%	
19	3.5	328/2.5	640/5	
20-15	1.47	107/1.3	1066/13	
21	9.74	328/2.5	798//6	246/2
22	3.18		399/3	328/2.5
23	3.23	164/1.3	798/6	164/1.3

24-15	1.6		1020/12	357/4.2
25	4.77	328/2.5	399/3	337/2.5
26	4.33	164/1.2	798/6	337/2.5
27	3.3	337/2.5	798/6	164/1.2
28	9	337/2.5	798/6	505/4
29	10	337/2.5	1596/12	
30	3.22	328/5	798/6	674/5.2
31	4.62	246/2		505/3.2
32	2.3			1685/13
33	9.1	164/1.3		1685/13
34	8.18	164/1.3		2022/16
35	4.37	1011/8		
36	1.35	7798/80		
37	4.43	337/1.5	798/6	674/5.2
38	4.13	337/2.5	798/6	337/2.5
39	22.3	505/4	1197/9.	337/2.5

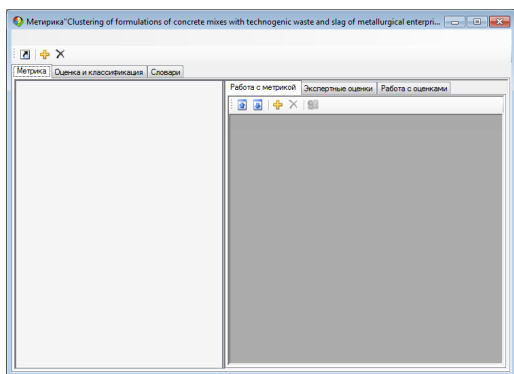


Fig. 1- Program interface ""Comprehensive quality assessment and classification of multidimensional objects"

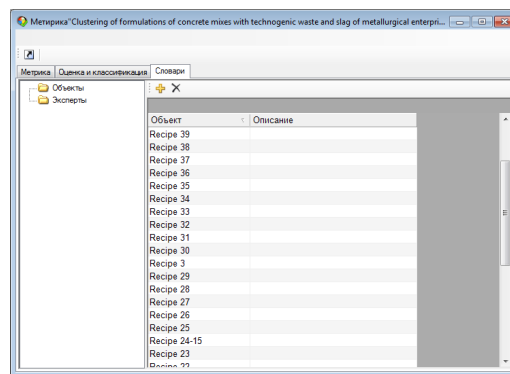


Fig. 2 - Shows the input of metrics for compounding concrete mixtures

Fig.1-Shows the interface of the program "Comprehensive quality assessment and classification of multidimensional objects". The data is entered directly from the keyboard.

As a result of the program, the distribution of formulations of concrete mixtures of Table 1, Figure 3 was obtained. In each cluster there are recipes that are closest in terms of metrics.

From the clustering result obtained, it can be

seen that the formulations of concrete mixtures are distributed in 6 clusters. In each cluster there are formulations of concrete mixtures with the closest characteristics in composition and strength. The formulations of concrete mixtures with low strength indicators are located in clusters 1-4. Table 2 shows the formulations, the composition of concrete mixtures with the highest strength indicators of 5 and 6 clusters.

Table 2. Recipe of cluster 5-6

Cluster №	№ recipes	Ravr.compr. Mpa	ash g/%	Metall. Slagg/%	bauxite sludge g/%
5	RBS3	8.32			674/5
	RBS34	8.18			842/7
	RBS28	9	337/2.5	798/6	505/4
	RBS29	10	337/2.5	1596/12	
	RBS33	9.1	164/1.3		1685/13

Table 2. Recipe of cluster 5-6

Cluster №	№ recipes	Ravr.compr. Mpa	ash g/%	Metall. Slagg/%	bauxite sludge g/%
	RBS21	9.74	328/2.5	798//6	246/2
6	RBS39	22.3	505/4	1197/9.2	337/2.5

Methods and materials. As a software tool for clustering concrete mix formulations, we use the DBSCAN clustering algorithm [4-11].

DBSCAN (Density-based spatial clustering of applications with noise), a density algorithm for spatial clustering with the presence of noise), as the name implies, operates with data density.

We use the same data as in [1]. Ideally, DBSCAN can achieve good results, but it's not worth hoping for. Many versions of the algorithm are able to work from cluster to cluster.

At the same time, the algorithm considers clusters as high-density areas separated by low-density areas.

Because of this, clusters obtained in DBSCAN come in any shape, unlike k-means, which assume that clusters are convex.

In practice, an important component of DBSCAN is a cluster consisting of a set of core samples, "each of which is close to each other (measured using some distance measurement measure) and a set of non-core samples that are close to the core sample (but are not core samples themselves)" [4].

2 parameters are important for the DBSCAN algorithm: min_samples and eps, high min_samples or lower eps, provide the high density necessary for cluster organization.

The algorithm is formed in this way:

1. All points are marked as core, boundary or noise;
2. Interference will be eliminated;
3. The face between all the main points located inside at the distance of the Eps parameter from each other is marked;
4. Each group is placed in a separate cluster;
5. The boundary points of one of the clusters associated with this boundary point are specified.

At the same time, the base sample is part of a cluster, a sample that is not a core sample, and exists, at a distance of eps from any core sample, is considered an anomaly of the algorithm.

The algorithm executed (DensitybasedClusteringAlgorithm) allows the cluster to grow until the density in the neighboring cluster exceeds a certain threshold.

The DBSCAN algorithm is deterministic, always generating the same clusters when providing the same data in the same order. However, the results may differ if the data is provided in a different order. First, even though core samples will always be assigned to the same clusters, the labels of these clusters will depend on the order in which these samples occur in the data. Secondly, and more importantly, the clusters to which the non-core samples are assigned may differ depending on the order of the data.

The clustering algorithm is effective when, as a rule, the "compactness hypothesis" can be implemented, while splitting objects into classes, the distances between objects from the same class (intra-cluster distances) will be less than some value $\epsilon > 0$, and between objects from different classes (cross-cluster distance) will be greater than ϵ .

For our case, a table of distances between classes is formed in Figure 4.

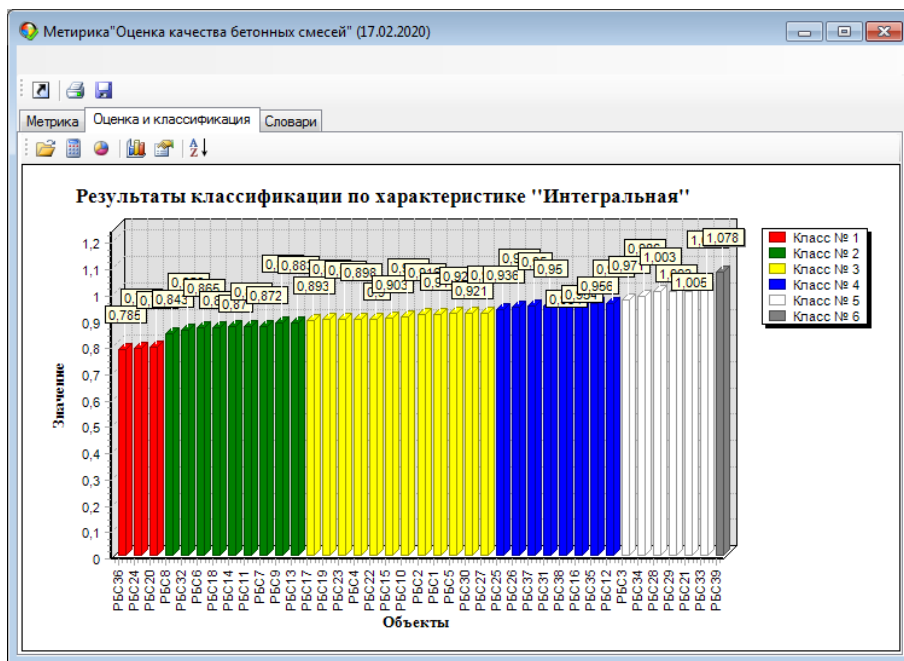


Fig. 3- Clustering of concrete mix formulations

```

library("reshape2")
n <- dim(df.stand)[[1]]
euc.dist <- as.matrix(dist(df.stand))
dist = melt(euc.dist)
df.stand$cluster <- clus$cluster
pairs <- data.frame(dist = dist,
                    ca = as.vector(outer(1:n, 1:n,
                                         function(a, b) df.stand[a, 'cluster'])),
                    cb = as.vector(outer(1:n, 1:n,
                                         function(a, b) df.stand[b, 'cluster'])))
dcast(pairs, ca ~ cb, value.var = 'dist.value', mean)

## ca 1 2 3 4 5
## 1 0.8192236 3.740748 4.651124 2.865534 1.589380
## 2 3.7407483 1.283606 2.556633 2.986930 3.136207
## 3 4.6511236 2.556633 1.584229 2.777835 3.656428
## 4 2.8655340 2.986930 2.777835 1.293573 1.822823
## 5 1.5893797 3.136207 3.656428 1.822823 1.830227

c.pca <- prcomp(USArrests, center = TRUE, scale = TRUE)
d <- data.frame(x=c.pca$x[, 1], y=c.pca$x[, 2])
d$cluster <- clus$cluster
library("ggplot2")
library("grDevices")
h <- do.call(rbind, lapply(unique(clus$cluster),
                          function(c) { f <- subset(d, cluster==c); f[chull(f),]}))
ggplot() + geom_text(data = d,
                    aes(label = cluster, x = x, y = y, color = cluster),
                    size = 3) +
geom_polygon(data = h,
             aes(x = x, y = y, group = cluster, fill = as.factor(cluster)),
             alpha = 0.4, linetype = 0) +
theme(legend.position = "none")
    
```

Fig. 4 - Table of distances between classes

Fig. 5 - Dependencies of distances inside and outside clusters

From Figure 5, we see that the average intracluster distances are significantly smaller than the intercluster distances.

As a result, using the DBSCAN algorithm, the distribution of concrete mix formulations by class is obtained, as shown in Figure 6.

Figure 7 shows the clustering of concrete mix formulations.

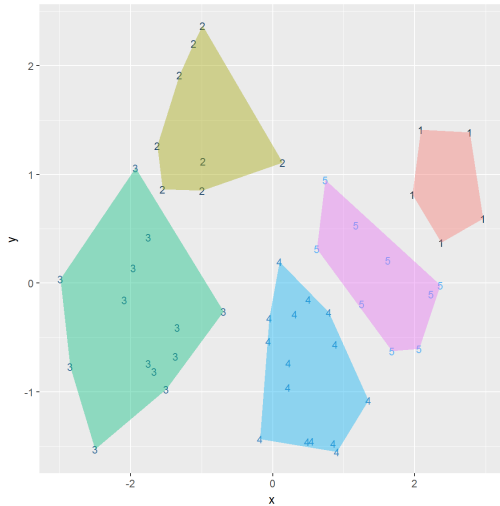


Fig. 6 - Results of the distribution of concrete mix recipe by class

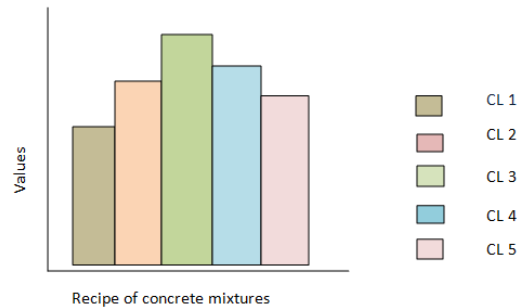


Fig. 7 - Distribution of concrete mix formulations by clusters

Discussion and results. As can be seen from Figure 7, all the formulations of concrete mixtures are combined into 5 clusters. The largest is cluster 3, the smallest is cluster 1.

The task of describing in detail which formulations of concrete mixtures were included in each cluster was not set.

Clustering technology using datamining is quite complex, the difficulty lies in the uncontrolled decision-making process. It is not completely clear whether the correct solution has been achieved.

"Deep artificial neural networks are very good

at classification, but clustering is still an open question"[2].

Conclusions. We see that DataMining is quite a promising tool for clustering, including formulations of concrete mixtures. Although the results leave much to be desired compared to those previously obtained in [1], nevertheless, with fairly constant machine learning and training, there is a potential prospect that we will get good clustering results. In the future, we plan to use one of the software tools presented above for clustering man-made waste of the Pavlodar region.

Referenses

1. Akishev K and other. Mathematical formulation and the problem solution of clustering recipes of concrete mixtures using technogenic waste waste and slags of metallurgical enterprises.- Merallurjia. - 2022. - 61(1)213-216. Zagreb, p.321.
2. Electronicresource URL: <https://trends.rbc.ru> -Date of application 12.05.2023.
3. Electronic resource:URL: <https://cyberleninka.ru> - Date of application 12.05.2023.
4. Electronic resource: URL:<https://etu.ru>. -date of application 12.05.2023.
5. Electronic resource: URL:<https://elibrary.ru> - Date of application 12.05.2023.
6. Electronic resource: URL:<https://habr.com> -Date of application 12.05.2023.
7. Electronic resource:URL: <http://pzs.dstu.dp.ua/DataMining> - Date of application 12.05.2023.
8. Electronicresource: URL: <https://www.math.spbu.ru> -Date of application 12.05.2023.
9. Electronicresource:URL: <https://core.ac.uk> - date of application 12.05.2023.
10. Electronic resource :URL: Ortiz-Arroyo D. Discovering Sets of Key Players in Social Networks // Computational Social Networks Analysis. - 2010 - C. 27-47 [Date of application 12.05.2023.
11. Electronic resource:URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F_1980845423/161_3_phys_mat_8.pdf - Date of application 12.05.2023.

Information about the authors

- Akishev Karshyga Maksutovich, Candidate of Technical Sciences, Ass. Professor, Department of "Information Technology", Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan
email:akmail04cx@mail.ru
- Karpov Valery Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Technology, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, Moscow, Russia
email:Vikarp@mail.ru
- Akisheva Lenara Karshygaevna, 7th grade student of Nazarbayev Intellectual School, Astana, Republic of Kazakhstan email:LK@mail.ru
- Tulegulov Amandos Dabysovich, Ph.D., Ass. Professor, Head of the Department of "Information Technology", Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan email:tud62@yandex.ru

Сведения об авторах

- Акишев Каршыга Максұтович, к.т.н., асс. профессор, кафедра «Информационные технологии», Казахский университет технологии и бизнеса, г. Астана, Республика Казахстан: email:akmail04cx@mail.ru
- Карпов Валерий Иванович, доктор технических наук, профессор, кафедра «Информационные технологии» Московский Государственный университет технологии и управления имени К.Г. Разумовского, г. Москва, Россия:email:Vikarp@mail.ru
- Акишева Ленара Каршыгаевна, ученица 7 класса Назарбаев Интеллектуальная школа, г. Астана, Республика Казахстан LK@mail.ru
- Тулегулов Аамандос Дабьсович, к.ф.м.н., асс. профессор, зав. кафедрой «Информационные технологии», Казахский университет технологии и бизнеса, г. Астана, Республика Казахстан: tud62@yandex.ru

EXPLORING THE USE OF ELECTRONIC MEDICAL RECORDS FOR PATIENTS

G.Z.Ziyatbekova^{1,2*}, M.K. Omirzak², G.Z. P.Kisala³

¹RSE Institute of Information and Computational Technologies MSHE RK CS, Almaty, Kazakhstan,

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

³Lublin Technical University, Poland,

e-mail: ziyatbekova@mail.ru

The article is devoted to the study of the information system of electronic medical records of patients in order to improve the work of the ambulance service. Scientific research in the field of medicine is given. This article discusses medical information systems and the principles of their functioning. It also shows the process of effective work due to medical information system. A user-friendly interface is used. The following functions are touched upon: elimination of paperwork, transition to electronic system, additional medical services. All available methods are presented, which are the key factors in optimizing all medical processes. Also considered options for modeling and system development, taking into account all the relevant issues of automation of medical information systems. The developed information complex can be used both in polyclinics and in pharmacies, as well as individually for patients. The article deals with the study of electronic medical records system. In this work developed a medical information system and ER system as an application. The possibility of processing, storing and conveniently viewing the created data system is provided.

Key words: ambulance, electronic medical record, medicine, medicine, website.

ПАЦИЕНТТЕРДІҢ ЭЛЕКТРОНДЫ МЕДИЦИНАЛЫҚ ЖАЗБАЛАРЫН

ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Г.З.Зиятбекова^{1,2*}, Р.Кисала³, М.Қ.Өмірзақ²

¹Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан,

²әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,

³Люблин техникалық университеті, Польша,

e-mail: ziyatbekova@mail.ru

Мақала жедел жәрдем жұмысын жақсарту мақсатында пациенттердің электрондық медициналық картасын жүргізудің ақпараттық жүйесін зерттеуге арналған. Медицина саласындағы ғылыми зерттеулер келтірілген. Бұл мақалада медициналық ақпараттық жүйелер және олардың жұмыс істеу принциптері қарастырылады. Медициналық ақпараттық жүйенің арқасында тиімді жұмыс процесі де көрсетілген. Пайдаланушыға ыңғайлы интерфейс қолданылды. Келесі функциялар қозғалады: қағазбастылықты жою, электрондық жүйеге көшу, қосымша медициналық қызметтер. Қазіргі уақытта барлық медициналық процестерді оңтайландырудың негізгі факторлары болып табылатын барлық қол жетімді әдістер ұсынылған. Сондай-ақ, медициналық ақпараттық жүйелерді автоматтандырудың барлық өзекті мәселелерін ескере отырып, жүйені модельдеу және әзірлеу нұсқалары қарастырылған. Әзірленіп жатқан ақпараттық кешенді емханаларда да, дәріханаларда да, пациенттер үшін де жеке пайдалануға болады. Мақалада электрондық медициналық жазбалар жүйесін зерттеу қарастырылады. Бұл жұмыста қосымша ретінде медициналық ақпараттық жүйе және жедел жәрдем жүйесі жасалды. Құрылған деректер жүйесін өңдеу, сақтау және ыңғайлы қарау мүмкіндігі қарастырылған.

Түйін сөздер: жедел жәрдем, электрондық медициналық жазба, медицина, дәрі-дәрмек, веб-сайт.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ КАРТ ПАЦИЕНТОВ

Г.З. Зиятбекова^{1,2*}, Р.Кисала³, М.Қ. Өмірзақ²

¹Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, Алматы, Казахстан,

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

³Люблинский технический университет, Польша

e-mail: ziyatbekova@mail.ru

Статья посвящена изучению информационной системы ведения электронной медицинской карты пациентов с целью улучшения работы скорой помощи. Приведены научные исследования в области медицины. В данной статье рассматриваются медицинские информационные системы и принципы их функционирования. Также показан процесс эффективной работы благодаря медицинской информационной системе. Использован удобный интерфейс. Затрагиваются следующие функции: устранение бумажной волокиты, переход на электронную систему, дополнительные медицинские услуги. В настоящее время представлены все доступные методы, которые являются ключевыми факторами оптимизации всех медицинских процессов. Также рассмотрены варианты моделирования и разработки системы с учетом всех актуальных вопросов автоматизации медицинских информационных систем. Разрабатываемый информационный комплекс можно использовать как в поликлиниках, так и в аптеках, а также индивидуально для пациентов. В статье рассматривается исследование системы электронных медицинских карт. В данной работе разработана медицинская информационная система и система Скорой помощи в качестве приложения. Предусмотрена возможность обработки, хранения и удобного просмотра созданной системы данных.

Ключевые слова: скорая помощь, электронная медицинская карта, медицина, лекарства, веб-сайт.

Introduction. There are many automated control systems designed to automate the work of emergency stations and departments, but they are mostly expensive tools and require expensive equipment and skilled professionals. This raises the challenge of creating an automated workstation for an ambulance dispatcher "ambulance". In recent years, not only has the number of computer equipment in medical institutions increased, but also the quality of communication has improved significantly, allowing the system to move to a web-based platform. The complexity of managing and maintaining the current version of the system does not allow it to be used in small, private and remote medical institutions, which makes it difficult to automate the exchange of information. The transition to the Web platform will allow to expand the range of medical organizations and implement the system [1].

Theoretical methods and research analysis were developed as a research method. Theoretical methods of research allow you to systematize information, reveal the nature of various phenomena and objects, to identify relationships between processes. 7 main problems and 7 principles of their solution:

1. The lack of the principle of normative regulation and incentives to conduct EMC.
2. Problems and principles of integrated document management in medicine.
3. legal significance
4. ensuring of reliability and rules of collective work
5. defining the right of access to electronic medical document

6. structuring and standardization of medical information for electronic exchange of medical documents

7. principle of systematic sufficiency

According to electronic medical records management, when developing new rules, they should include balanced requirements for technical means used in combination with carefully considered organizational measures.

Development of a web application for the ambulance medical information system, which allows to automate the work of an ambulance dispatcher in private and remote municipal health care facilities with the ability to work remotely. It is designed to increase the productivity of ambulance workers and reduce processing and data entry time. It also provides various opportunities for immediate contact with ambulance staff.

Materials and methods. The general system and the medical laboratory information system can be integrated with modern medical equipment. In addition, medical IS make it possible to promptly bring general statistics about the state of health of the population to municipal authorities and other state institutions. In this connection, the electronic medical record is used.

The main goals of the electronic medical record:

- To collect and store electronically as much information as possible about a specific person's health;
- Promptly provide access to this information to

authorized medical workers, the individual himself and his authorized representatives in the most convenient and accessible form for a particular user;

- Creation of specialized electronic services based on this information, aimed at medical personnel, at the individual himself, and providing improved safety and quality of medical care, as well as improved quality of life and health of citizens [2].

These software packages offer the optimal solution for preparing reporting documents and, in the opinion of many users, are a necessary component of any ambulance station. But not every ambulance station allows for the implementation and maintenance of these software packages. As before, the main problem of widespread implementation of these systems and their analogues remains the limitation of financial availability of these programs at the municipal level.

The next step is to describe the Web technologies for creating an electronic medical record information system for patients. The server-side programming

language for Web applications is Python. Python is an interpreted, interactive, object-oriented programming language. It is created in the django framework to create web applications with little code. A database is used to systematically store an array of data collected and easily accessible by an authorized user. It is stored to retrieve the necessary data from the database as needed. Therefore, the database was implemented using a SQLite database. The client part and GUI were implemented using JavaScript language, which allows for a user-friendly and responsive interface. This allows users to access and interact with basic data in the database. These actions can range from simple data querying to defining database schemas that radically affect the database structure.

Results and discussion. According to electronic medical records, when new regulations are developed, they must include balanced requirements for the technical means used, combined with carefully considered organizational measures (Fig. 1).

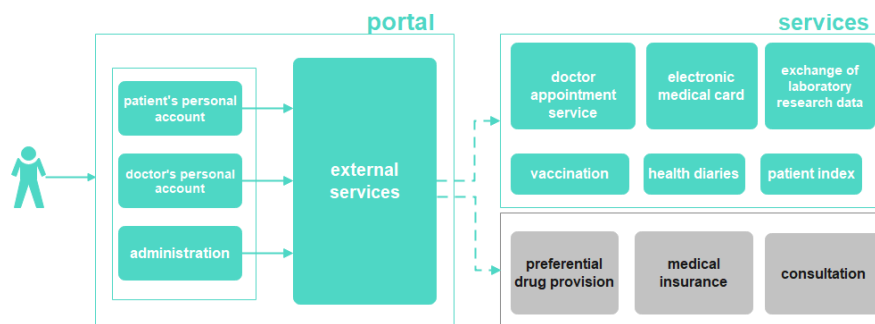


Figure 1 - Vision for the medical center portal

Information system for electronic medical records of patients before compiling the technical part of the web-application, it is necessary to define the requirements to the web-application.

The following requirements apply to a web-based information system for maintaining electronic medical records:

- Patients must be able to provide complete information;
- Patients should be able to register and then log in to the system;

- information about the patient, records of doctor's visits should always be available in the personal account;
- the doctor must be able to see the patient's medical history, to make records in the medical history;
- the administrator of the web application must be able to view, customize information about patients and doctors and arrange for the patient to contact the doctor.
- the administrator and physicians need to have separate registration and login pages.

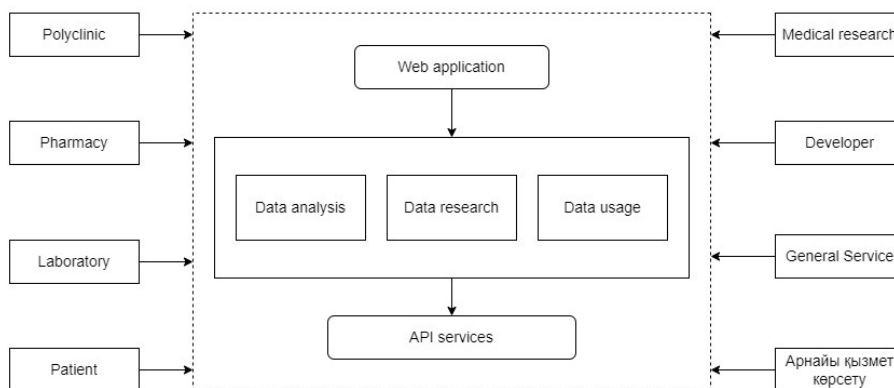


Figure 2 - Medical Web Application Connection Diagram

The web-based patient application contains an electronic health record, as described in the previous electronic health record in addition to including other types of services(Fig. 2). This system establishes communication with institutions that have access to internal data. Through the outpatient clinic, pharmacy, and laboratory, certificates issued by the doctor are indicated. The service and medical research departments also have the ability to obtain the necessary data [3-4].

Each patient has a unique opportunity to receive the following information:

- Information about the prescription written by the attending physician;
- Vaccination schedule;
- Information about pharmacies that provide free medications;
- diagnoses;
- hospitalization records.

The information received cannot be processed. For visitors to the e-Health Passport, only training mode is available.

About the ambulance

The emergency and emergency medical service is an important link in the healthcare system. Its main task is to protect the sick and suffering pre-medical treatment aimed at maintaining and maintaining the vital functions of the body for the provision of medical care and the provision of qualified and specialized medical care in a short time delivery to the hospital.

↑ Our mission

Protecting people's health by providing services that meet the affordable and modern professional and technical level of emergency medical services

The mission represents a set of entrepreneurial opportunities of the strategic goals, patient-oriented priorities of the city Emergency Hospital, developed in accordance with the program for the development and reform of the healthcare system approved by the president and the Government of the Republic of Kazakhstan.



Figure 3 - "About the ambulance"

Under the ambulance data, we can see our mission, the staff. If we click on it, we can see information about it (Fig. 3).

The ambulance is an emergency medical service. Therefore, the emergency medical service is of great importance in the health care system. Its mission is to protect people's health by providing services that are affordable and meet the current professional and

technical level of emergency medical care.

Types of service we provide:

- diagnosis and emergency care;
- Doctors who are invited to come to the home;
- full supervision.

For more information, click on the button to

see the types of services. Long-term hospital care provides long-term care measures for patients who are in serious condition. Specialized care is provided with full monitoring of patients in need of medical care. Along with sleepwalking, each place of care was also fully monitored by medical transport [5-6].

Providing first aid to patients in need of emergency care, through a set of diagnostic and emergency services of a comprehensive type for those who are referred. Median locations through house call physicians are for regular patients in certain rural areas and patients who must be checked regularly over a period of time [7-8].

In the event of a specific emergency, by visiting the site, you can go to the emergency communication menu and drop off an application (Fig. 4). The following form is required to be filled out in full. They:

- first name;
- your last name;
- your phone number;

- letter.

Communication

Name Surname

Number

Address

Complaint

Figure 4 - Emergency communication menu

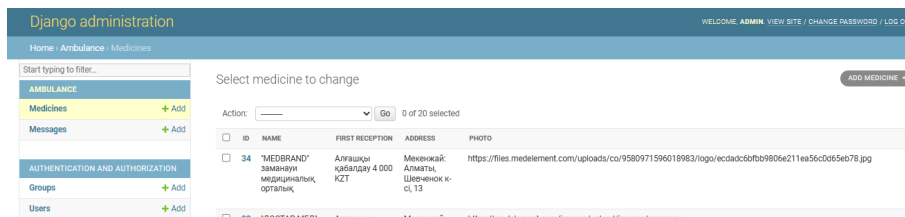


Figure 5 - Representation of saving in the database

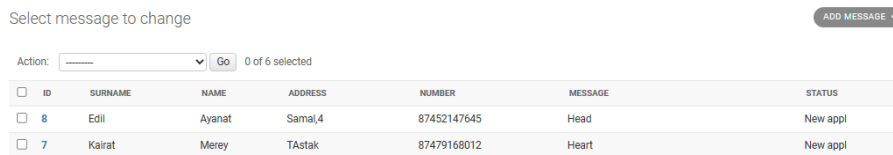


Figure 6 - Storing in the database

The completed emergency form goes into the database.

Change message

Message object (8) HISTORY

Name:

Surname:

Number:

Address:

Message:

Status:

Delete Save and add another Save and continue editing SAVE

Figure 7 - Changing the status in the database

You can change the status of incoming data in the database. Also saves again, changing the status(Fig. 5-6).

You can change the status in the data. The status consists of:

- new request;

- sent;
- completed;
- invalid application.

For example, highlight the status "sent" and click the "Save" button. At this point, the status of the data sent to the database changes (Fig. 8).

Select message to change ADD MESSAGE +

Action: 0 of 6 selected

<input type="checkbox"/>	ID	SURNAME	NAME	ADDRESS	NUMBER	MESSAGE	STATUS
<input type="checkbox"/>	8	Edil	Ayanat	Samal,4	87452147645	Head	New appl
<input type="checkbox"/>	7	Kairat	Meray	TAstak	87479168012	Heart	New appl

Figure 8 - Database when changing and saving the status

The results of the study show that the web application, working through a medical information system, has the ability to communicate with patients. As a result of the work the following results were achieved:

- Subject area analysis and problem statement;
- analysis of existing software for the automation of emergency medical care;
- definition of requirements to the developed software.

The sent protocol is processed in the database and is in the row of new letters. In this way, patients can report their illness in advance. This will not only eliminate paperwork at medical centers, but also make the work of medical professionals easier. As a result, efficiency is increased and the quality of work is improved through possible implementation in remote and small medical centers.

Conclusion. The module was developed using web-programming technologies. The client part and the graphical interface were implemented with the help of JavaScript language, which allowed to get a convenient and responsive interface. The server part was implemented in python with the help of a

framework.

The result of the work is a full-fledged web application with the possibility of implementation in remote and small medical institutions.

An outpatient record in any paper form, that is, a patient's records of illness, treatment, are compiled by a person since childhood and are updated over time. However, the most well-known negative properties of paper documents are obsolescence and high probability of loss. That is why now, in the course of information technology development, it is more and more common to develop electronic versions of such documents.

The EMR can be used in any medical facility. When using this system, all processes that take place will be exactly the same as when an outpatient record is created and maintained. That is, the administrator of the institution first registers the patient, and then the patient's personal account appears. Then personal meetings are held with the doctor, as a result of which the doctor registers the necessary records - diagnosis, prescriptions for treatment, necessary documents in the EMR, and information about this record appears in the personal office of both the patient and the

doctor and administrator, in the form of an EMR record. These appointments will be held and the patient's EMR will be filled out.

While doing this article, I delved into Python

and SQLite databases and programming languages. In doing so, choosing the necessary languages to create the site, it stopped at the pros and cons of the language.

References

1. Abushaev sh. t. how to buy mis? Practical recommendations for heads of health care and general medicine - how to improve medical information systems //medicine and information technologies. 2020. №3. P. 47.
2. Galieva G. B., Iunbaeva a.m., Urazhanova N. zh. on the special education of children for the new and new medical care in Taldykorgan. - Youth School, No. 2 (49). - 2019. - 2p.
3. Nadinia Davis: Foundations of Health Information Management - 5th Edition, ISBN: 9780323674966, 2019.
4. Yassine Maleh, Ahmed A. Abd El-Latif, Kevin Curran, Patrick Siarry: Computational Intelligence for Medical Internet of Things (MIoT) Applications - 1st Edition, 2022
5. Boris Kobrinsky. Intelligent systems for medicine: Retrospective and perspective // Sixth International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (IITI'22). 2022.
6. Zarubina T. V., Kobrinsky B. A., Belonosov S. S. and Dr. Medical Informatics: teacher / under the office. Ed. T. V. Zarubino, B. A. Kobrinsky. 2-e izd. M.: Geotar-Media, 2022.
7. Faezeh Afzali, Yunes Jahani, Fatemeh Bagheri & Reza khajouei, BMC Medical Informatics and Decision Making, 2021.
8. Gail Baura: Medical Device Technologies - 2nd Edition, ISBN: 9780128119846, 2020.

Information about the authors

- Ziyatbekova Gulzat Ziyatbekkyzy - PhD, Acting Associate Professor NAO Al-Farabi Kazakh National University; Senior Researcher at the RSE Institute of Information and Computational Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan; ziyatbekova@mail.ru;
- Omirzak Merey Kairatkyzy - graduate student at Al-Farabi Kazakh National University; kayratovnam@mail.ru.
- Piotr Kisala - PhD, Associate Professor Lublin Technical University, Poland; p.kisala@pollub.pl

Сведения об авторах

- Зиятбекова Гулзат Зиятбеккызы - PhD, и.о. доцента НАО Казахского национального университета имени аль-Фараби; старший научный сотрудник Института Информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК; ziyatbekova@mail.ru;
- Өмірзақ Мерей Қайратқызы - магистрант НАО Казахского национального университета имени аль-Фараби, kayratovnam@mail.ru;
- Piotr Kisala - PhD, доцент Люблинского технического университета, Польша; p.kisala@pollub.pl

ХОЛЕКАЛЬЦИФЕРОЛДЫҢ ОЛИГОҚАНТПЕН СУДА ЕРИТІН КЕШЕНІН АЛУ

С. Фазылов^{1*}, О.Нүркенов¹, А. Искинеева², А.Мұстафаева²,
И. Пустолайкина³, А. Сарсенбекова³, А.Свидерский⁴

¹Органикалық синтез және көмірхимиясы институты, Қарағанды, Қазақстан,

²С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан,

³Е.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан,

⁴Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар, Қазақстан,

e-mail: iosu8990@mail.ru

Мақалада майда еритін холекальциферолдың крахмал олигоқантымен қапталған түрін алу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Өндіріс жағдайында ылғалды ортада майда еритін холекальциферолдың жоғары липофильділігі және төмен ерігіштігі белгілі бір қиындықтар тудырады. Осы себепті биофармацевтикалық және қоректік қасиеттері жақсартылған холекальциферол дәруменінің (ХД) суда еритін түрлерін алудың технологиялық әдістерін жасау қажеттілігі туындайды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде ХД крахмалдың олигоқантымен (бета-тұйықдекстрин, β-ТД) қапталған суда еритін кешені алынды. Молекулалық үлгілеудің *in silico* әдістерімен ХД-дың β-ТД-мен кешендерінің клатратты түрлерінің түзілу механизмдері зерттелді. Клатрат түзілуіндегі кристаллдың беткі қабатының морфологиясы электронды микроскоп деректерімен әртүрлі үлкейту жағдайында сарапталды. Термографиялық өлшеулердің нәтижелері, сондай-ақ бастапқы және соңғы қосылыстардың салыстырмалы ¹H және ¹³C ЯМР спектроскопиялық параметрлері ұсынылды. Алынған жаңа ғылыми нәтижелер олигоқанттың гидрофобты қуысында ішкі (инклюзивті) кешен пайда болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: холекальциферол, функционалды тамақтану, олигоқанттар, β-тұйықдекстрин, қосылу кешендері, клатрат

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМОГО КОМПЛЕКСА ХОЛЕКАЛЬЦИФЕРОЛА С ОЛИГОСАХАРИДОМ

С. Фазылов^{1*}, О.Нүркенов¹, А. Искинеева², А. Мұстафаева²,
И. Пустолайкина³, А.Сарсенбекова³, А.Свидерский⁴

¹Институт органического синтеза и углехимии РК, Караганда, Казахстан,

²Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан,

³Карагандинский университет имени Е.Букетова, Караганда, Казахстан,

⁴Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Казахстан,

e-mail: iosu8990@mail.ru

В статье представлены результаты исследования по получению капсулированной формы жирорастворимого холекальциферола с олигосахаридом крахмала. В производственных условиях высокая липофильность и низкая растворимость нативной формы холекальциферола в водной среде создает определенные трудности. По этой причине возникает необходимость разработки технологических способов получения водорастворимых форм витамина холекальциферола (ХД) с улучшенными биофармацевтическими и питательными свойствами. В результате выполненных исследований получен водорастворимый комплекс клатратного типа холекальциферола с бета-олигосахаридом крахмала (бета-циклодекстрином, β-ТД). Методами молекулярного моделирования выполнено *in silico* изучение механизмов образования комплексов включения ХД с β-ТД-ном. Морфологии поверхности кристаллов при клатратообразовании оценены данными электронного микроскопа при различных увеличениях. Представлены результаты термографических измерений, а также сравнительные ¹H и ¹³C ЯМР-спектроскопические параметры исходных и конечных соединений. Полученные новые научные результаты позволяют сделать вывод, что в гидрофобной полости олигосахарида образуется внутренний (инклюзивный) комплекс.

Ключевые слова: холекальциферол, функциональное питание, олигосахариды, β -циклодекстрин, клатрат.

PREPARATION OF A WATER-SOLUBLE COMPLEX OF CHOLECALCIFEROL WITH AN OLIGOSACCHARIDE

S. Fazylov^{1*}, O. Nurkenov¹, A. Iskineyeva², A. Mustafayeva²,
I. Pustolaikina³, A.Sarsenbekova³, A.Sviderskiy⁴

¹Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry, Karaganda, 100008, Kazakhstan,

²Kazakh Agrotechnical University, named after S. Seifullin, Astana, 010000, Kazakhstan,

³Karaganda University named after E.Buketov, Karaganda, 100024, Kazakhstan,

⁴Innovativ Eurasian University, Pavlodar, 140000, Kazakhstan)

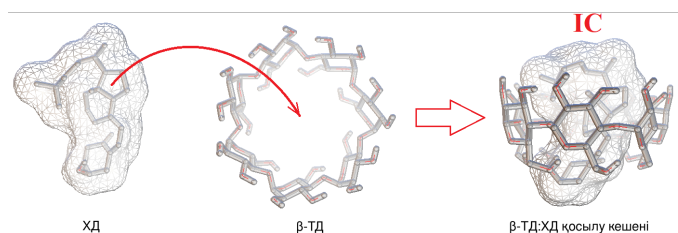
e-mail: iosu8990@mail.ru

The article presents the results of a study on the preparation of a encapsulated form of fat-soluble cholecalciferol with starch oligosaccharide. In production conditions, the high lipophilicity and low solubility of the native form of cholecalciferol in an aqueous medium creates certain difficulties. For this reason, there is a need to develop technological methods for obtaining water-soluble forms of vitamin cholecalciferol with improved biopharmaceutical and nutritional properties. As a result of the performed studies, a water-soluble of cholecalciferol inclusion complex with β -cyclodextrin (β -CD) was obtained. Molecular modeling methods were used to study in silico the mechanisms of formation of cholecalciferol inclusion complexes with β -CD. The morphologies of the crystal surface during clathrate formation are estimated by electron microscope data at various magnifications. The results of thermographic measurements, as well as comparative ¹H and ¹³C NMR spectroscopic parameters of the initial and final compounds are presented. The obtained new scientific results allow us to conclude that an internal (inclusive) complex is formed in the hydrophobic cavity of the oligosaccharide.

Keywords: cholecalciferol, functional food, oligosaccharide, β -cyclodextrin, inclusion complexes, clathrate.

Кіріспе Бүгінгі таңда, қолда бар соңғы медициналық деректерге сәйкес, бүкіл әлем бойынша халықтың көпшілігі холекальциферол дәруменінің (ХД) жетіспеушілігіне тап болуда. Қазіргі уақытта ХД тапшылығы пандемия деп танылды [1,2]. ХД-нің адам ағзасындағы кальций мен фосфордың метаболизміне қатысады. Бұл витамин сүйектердің, эндокриндік [1] және адам ағзасының басқа жүйелерінің денсаулығын қалыптастыру және сақтау үшін қажет. Соңғы зерттеулер ХД-тің қатерлі ісік [3], жүрек-қан тамырлары аурулары, қант диабеті және басқа аурулардың алдын алудағы рөлін нақтылады [4-6]. Миллиондаған мектеп жасына дейінгі балалар ХД тапшылығын анықтайды [1]. Азық-түлік ХД қажеттіліктерін толығымен қамтымайды. Мұндай жағдайларда тамақты дәріменмен қосымша байыту қажет. ХД молекуласында олефиндік байланыстар

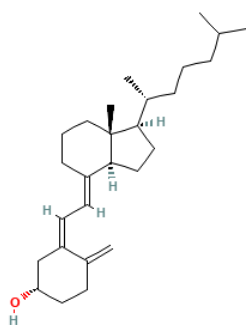
көп, сондықтан температура, оттегі және жарық сияқты қоршаған орта әсерлері жағдайларына байланысты тағамды өңдеу және сақтау кезінде оңай тотығады. Өндіріс жағдайында су ортасындағы ХД қалыпты түрінің липофильділігі мен суда төмен ерігіштігі (1 мг/100 мл-ден аз) белгілі бір қиындықтар тудырады. Осы себепті биофармацевтикалық және тағамдық қасиеттері жақсартылған ДД₃ дәруменінің суда еритін түрлерін алудың технологиялық әдістерін жасау қажеттілігі туындайды. Бұл жұмыста біз крахмалдың 7 глюкозидті қалдығынан тұратын β -тұйықдекстринмен (β -ТД) холекальциферолды қаптау нәтижелерін зерттедік. ХД молекуласының майлы ерітіндісін қолдану арқылы осы ХД молекулаларының β -ТД молекулаларының цилиндрлік гидрофобты қуыстарына енгізу арқылы, "қонақ-қожайын" кешенінің түзілуін іске асырдық (сурет1).



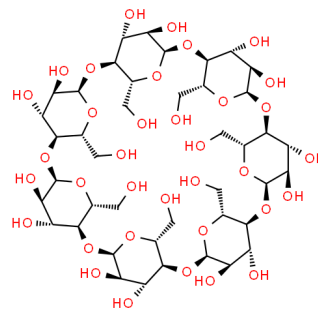
Сурет 1 - Холекальциферолдың β -ТД-мен қосылу кешенінің қалыптасуының схемалық көрінісі

ХД тотықтырғыштардың әсерінен майлы қабық ішінде жақсы сақталады және биожегімділігі жақсы болады [7]. Сондықтан ХД -ды β-ТД-мен кешенге қосу табиғатын түсіну өте маңызды. Осы жұмыста біз β-ТД:ХД қосылу кешенін микротолқынды әдіспен алдық [8]. Алынған кешен ИК-Фурье, ¹Н және ¹³С ЯМР спектроскопиясы, СЕМ, ДТГ әдістемелерімен зерттелді.

Материалдар мен әдістемелер. Жұмыста келесі реагенттер қолданылды: олигосахарид β-тұйықдекстрин (β-ТД, Fluka фирмасынан сатып алынған, 99,5%), ХД (250 мкг (10.000 ХБ), C₂₇H₄₄O, (Олдрич компаниясы). ЯМР ¹Н, ¹³С барлық өлшемдері DMSO-d₆ (Олдрич) ерітінділерінде жүргізілді, басқа химиялық заттар реагенттер класының аналитикалық тазалығында болды. (ХД)-нін тұйықдекстриндермен молекулалық докингтеу autodock 4.2.6, MGLTools 1.5.7 [9] және AutoDock 4.2.6-да енгізілген ламарков генетикалық алгоритмі (LGA) [10] бағдарламалары арқылы жүзеге асырылды. Жартылай иілгіш қондыру әдісі қолданылды, онда рецептор қатты зат ретінде қарастырылды, ал лиганд белгілі бір текше аймақта айналды және қозғалыста болды. Байланыс энергиясы ретінде *AutoDock* электростатикалық, гидрофобты және сольватациялық әсерлерді, сондай-ақ конфигурация энтропиясын қоса алғанда, еркін байланыс энергиясына негізделген эмпирикалық бағалау функциясын пайдаланды. *Autodock* тәсілі торға негізделген молекулалық жақындық потенциалдарын қолдана және энергияны жылдам бағалай отырып, Монте-Карлоның модельді үйлестіру әдісін қолданады. Химиялық құрылымдар PubChem Substance and Compound дерекқорынан алынды (pubchem.ncbi.nlm.nih.gov) [10]. Химиялық құрылымның бірегей идентификаторлары ретінде 444041 (циклодекстрин), 5280795 (холекальциферол) алынды (сурет 2).



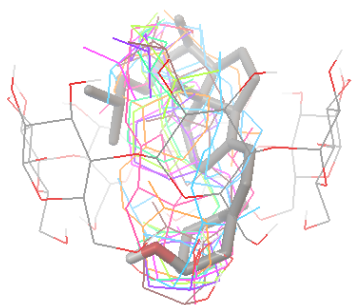
(a) Cholecalciferol (ДД₃)



(b) β-ТД

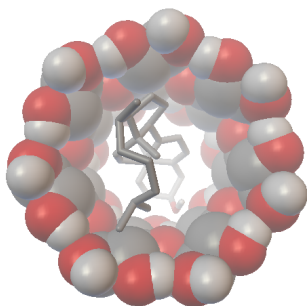
Сурет 2 - Зерттеу нысандарының құрылымдарының формулалары

(ХД)-дың β-ТД-мен қосылу кешендері (1:1; 1:2; 1:3) сулы-спиртті ортада алынды. ХД мен β-ТД (ммоль) қоспасы 600 секунд ішінде "Anton Paar monowave 300" микротолқынды пеште 200 Вт сәулелену қуатымен 70°C температурада әр 2 минуттік қадаммен өңделінді. Өңдеу аяқталғаннан кейін еріткіштер алынып тасталды, ал өнімдер ацетонмен жуылып, эксикатор ішінде CaCl₂ көмегімен тұрақты массаға дейін кептірілді. β-ТД:ХД клатрат кешендерінің шығысы келесідей болды: 52,2 (1:1), 64,3 (1:2), 63,1 (1:3)%. Алынған кешендер суда еритін ақ түсті кристалды заттар болды, олар суда ақшыл түсті коллоидты ерітінді түзді. β-ТД:ХД (2:1) кешенінің тазартылған суда ерігіштігі 0,20 мг±0,05/100 мл құрады. β-ТД:ХД клатрат үлгілерінің бетінің морфологиясы LMN (Чехия) фирмасының TesconMira3 сканерлеуші электронды микроскопының (СЭМ) көмегімен зерттелді. ИК спектрлері 4000-400 см⁻¹ диапозонында Agilent Technologies (АҚШ) фирмасының CARY600 сериялы ИК-Фурье спектрометрінде түсірілді. Алынған клатраттардың ¹Н және ¹³С ЯМР спектрлері DMSO-d₆ еріткішін пайдаланып Jnm-ECA Jeol400 спектрометрінде (сәйкесінше 399,78 және 100,53 МГц жиіліктерде) тіркелді. β-ТД:ХД клатрат кешендерінің жылулық қасиеттері labsys Evaluation DTA/DTS дифференциалды сканерлеу калориметрінде динамикалық режимде 30-500°C температура диапозонында азот атмосферасында 10 градус/мин қыздыру кезінде Al₂O₃ табақшасында жүргізілді, температура диапозоны 30-800°C, үлгілердің қыздыру жылдамдығы 5-тен 20 к/мин дейін, үлгілердің массасы 12-16 мг болды, барлық есептеулер Mathcad бағдарламасының көмегімен жүргізілді [11].

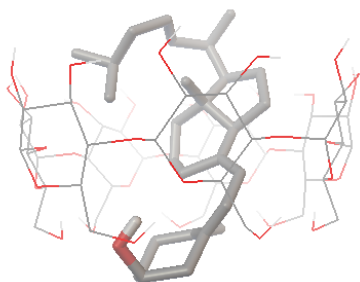


Конформация нө- мері	Байланыс энерги- ясы, ккал/моль
4	-2.70
7	-0.17
10	+1.70
6	+4.22
3	+7.45
8	+17.43
1	+17.68
5	+27.93
9	+8.98
2	+23.00

(а) ХД-нің β-ТД-нің іш қуысындағы 10 түрлі мүмкін конформациясы



Жоғарыдан көрініс



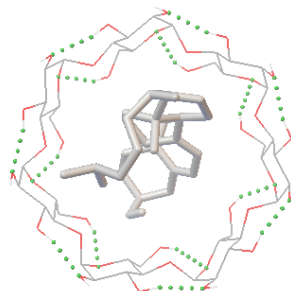
Бүйірден көрініс

(б) Ең жақсы байланысқан конформация (байланыс энергиясы = -2.7 ккал/моль)

Сурет 3 – Холекальциферолдың β-ТД-мен докинг нәтижелері

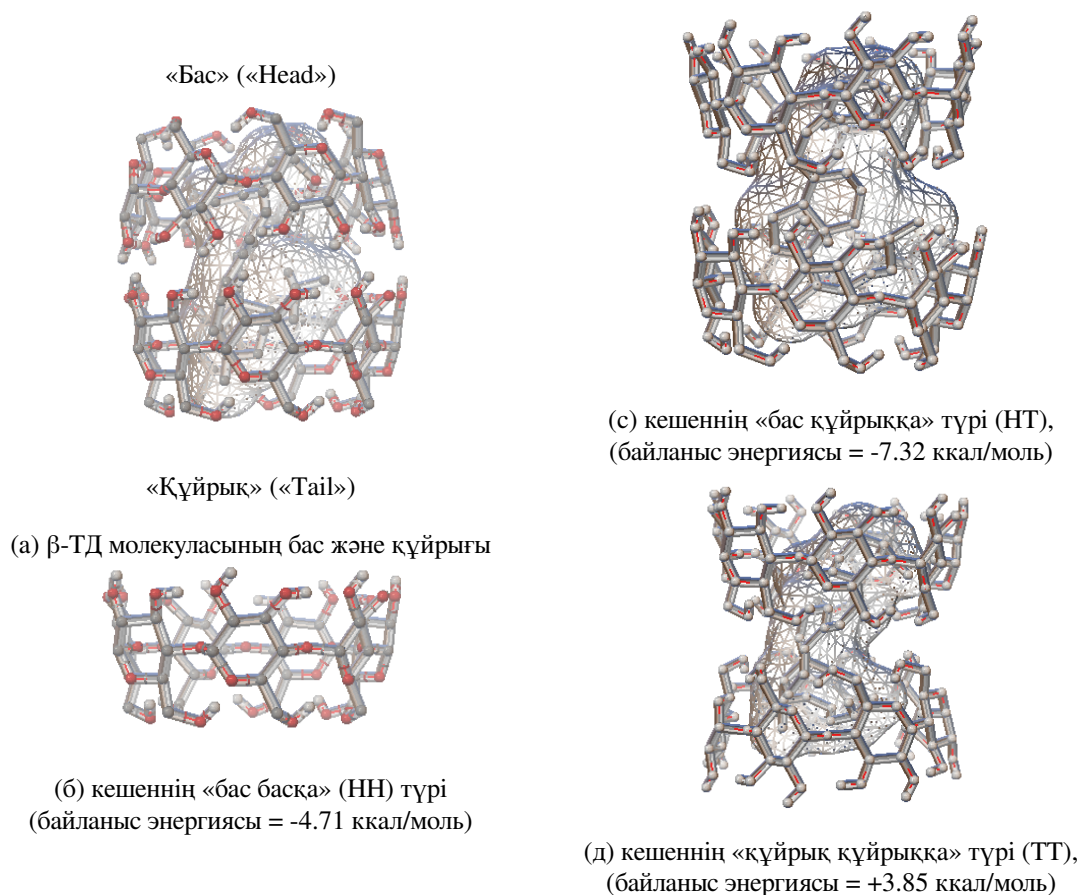
Нәтижелер және талқылау. Молекулалық докинг әдісі тұрақты кешен пайда болған кезде бір молекуланың екіншісіне қатысты артықшылықты конфигурациясын дұрыс болжауға мүмкіндік береді. Сандық бағалау ретінде рецептор молекуласы мен лиганд арасындағы байланыс энергиясы қолданылады. Бастапқыда біз (β-ТД-дың β-ТД:ХД молекуласымен молекулалық докингін олардың қосу кешендерінің 1:1 қатынасында байланысу энергиясын анықтау үшін жасадық. (сурет 3).

Докинг негізінде β-ТД мен ХД лигандысының 10 конформациясы алынды және олардың байланысу энергиясы бағаланды. Сонымен қатар, ең жақсы байланыстыруды 4-ші конформация көрсетті, оның байланысу энергиясы -2,7 ккал/моль болды. Байланыстыру энергиясының теріс мәні β-ТД-мен ХД молекулалары арасында комплекс түзілуінің мүмкіншілігін көрсетеді, сонымен бірге өте төмен мән комплекс түзілу реакциясын жүргізудің арнайы шарттарының қажеттілігі туралы айтуға мүмкіндік береді. ХД мен β-ТД арасындағы байланыс энергиясының аз мөлшері назар аударды, сондықтан AutoDock құралдарының көмегімен рецептор мен лиганд молекулалары арасындағы сутегі байланыстарының болуын анықтау қызықты болып көрінді (сурет 4).

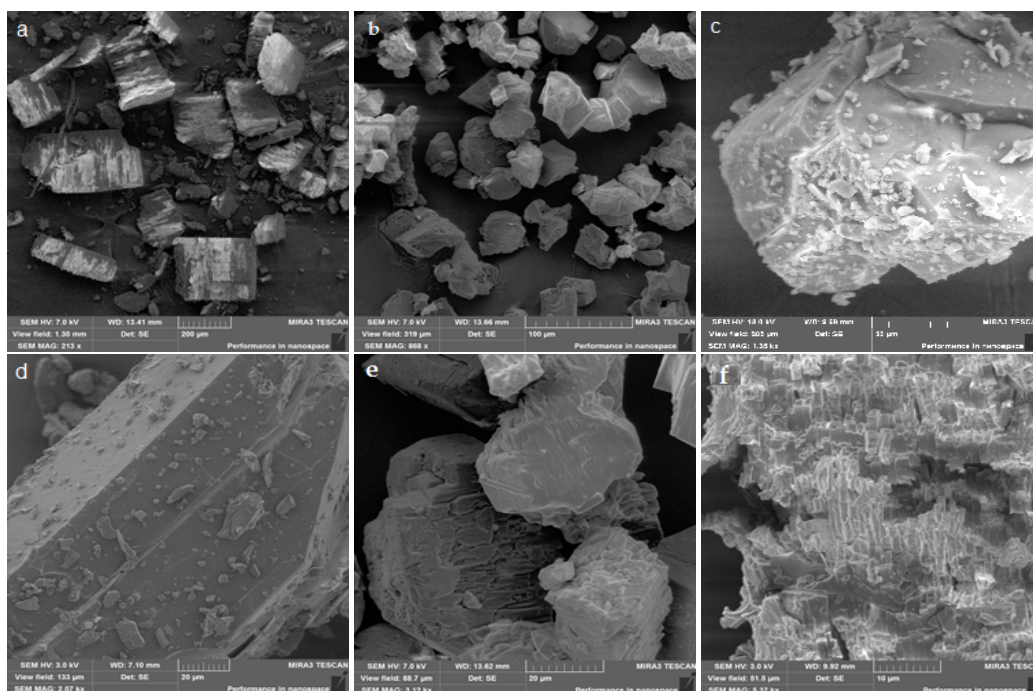


Сурет 4 - ХД-дың β-ТД-мен кешендеріндегі 14 сутегі байланысының жүйесі

4-Суретте көрсетілген мәліметтерден бойынша β-ТД молекуласындағы ОН топтары арасында 14 молекулаішілік сутегі байланысының жүйесі түзіледі. Бұл жағдайда рецептор мен лиганд молекулалары арасында сутегі байланысы байқалмайды. Рецептор мен лиганд арасында молекулааралық сутегі байланысының болмауы олардың ТД-мен кешендерін молярлық 2:1 қатынасында модельдеу болды. Ыңғайлы болу үшін β-ТД молекуласының кең жағы "бас" ("бас"), ал қарама-қарсы артқы жағы "құйрық" ("құйрық") деп белгіленді (сурет. 5а). Бұл жағдайда екі β-ТД молекуласы арасында өзара бағдарлаудың үш түрі болуы мүмкін: "бас-бас" (НН), бас-құйрық (НТ) және "құйрық-құйрық" (ТТ) (сурет 5б-г).



Сурет 5 - β-ТД молекуласы (а) және оның ХД-мен кешендерінің үш түрі (2:1)

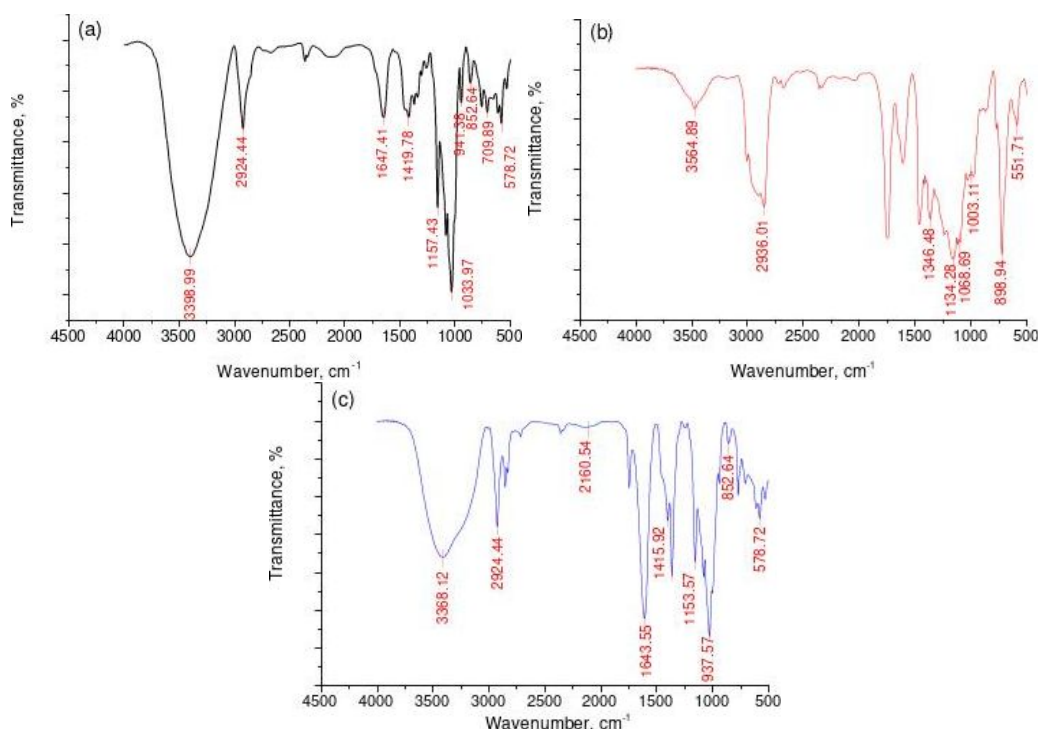


Сурет 6 - β-ТД (а, б), β-ТД+ХД-ның физикалық қоспасының және β-ТД:ХД (2:1) (е, ф) клатратының әр түрлі үлкейтудегі электронды микросуреттері

5-Суретте көрініп тұрғандай, 1:1 (-2,7 ккал/моль) комплексімен салыстырғанда, "бас-бас" (НН) және "бас-құйрық" (НТ) кешендерінің екі түрі тиімдірек байланыстыруды (тиісінше -4,71 және -7,32 ккал/моль) көрсетеді. "Құйрық-құйрық" типті кешен оң байланыс энергиясын көрсетеді, бұл осы типтегі кешеннің түзілу мүмкіншілігінің аз екенін көрсетеді. Бұл жағдайда "бас-құйрық" (с) кешені максималды байланыс энергиясын көрсетеді, бұл мұндай кешеннің үлкен тұрақтылығын көрсетеді [11,12].

Қарастырылып отырған физикалық жағдайға байланысты зерттелетін объектілерді сипаттау үшін әртүрлі әдістерді қолдану модельдердің сенімділігі тұрғысынан жақсы нәтиже береді. 6-Суретте β -ТД-нің, β -ТД+ ХД физикалық қоспасының және β -ТД:ХД (2:1) қосылу кешенінің микросуреттері көрсетілген. Клатрат түзілуіндегі кристалл беті морфологиясының өзгеруі қосу кешенінің пайда болуының күшті дәлелі болып табылады [13,14]. ИҚ спектрлерде (сурет 7) О-Н байланысының валенттік тербелістері 3398 (β -ТД (а)), 3564 (ТД₃ (b)) және 3368 cm^{-1} (β -ТД:ХД (с)) аймақтарында кең жолақ түрінде анықталады. Сондай-ақ, СН және

CH_2 топтарындағы СН байланыстарының валенттік тербелістеріне тән сіңіру жолағы 2924 cm^{-1} -де бар [15]. β -ТД:ХД кешенінің ИҚ спектрлерінде С=С, ОН және VD_3 -ның басқа топтарының сіңіру жолақтары көрінбейді. Бұл осы топтардың толқын ұзындығының бірдей диапазонында өте кең және қарқынды β -ТД жолақтарының көлеңкесінен көрінбеуі мүмкін. 1643 cm^{-1} аймағында β -ТД:ХД кешенінің С=О тобының қарқынды жолағы бар. Қосылу кешендерінің түзілуін растаудың ақпараттық әдістерінің бірі-спектроскопияның ^1H ЯМР әдісі [16]. Бұл әдіс ТД молекуласының ішкі қуысында бағытталған β -ТД Н-3 және Н-5 протондарының тербелмелі спектрлеріндегі олардың химиялық ыдысуын айқын байқауға мүмкіндік береді. Клатраттың ^1H ЯМР спектрінде барлық алты β -ТД протондары күшті өрісте айқын химиялық ыдысуды көрсетті. β -ТД:ХД (2:1) кешенінің ^1H ЯМР спектрлеріндегі $\Delta\delta$ химиялық ыдысу мәндеріндегі ең үлкен айырмашылық Н-3 (-0.112) және Н-5 (-0.108) сфераишілік протондарына тән. Бұл деректер циклодекстриннің гидрофобты қуысында ішкі (инклюзивті) кешен пайда болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.



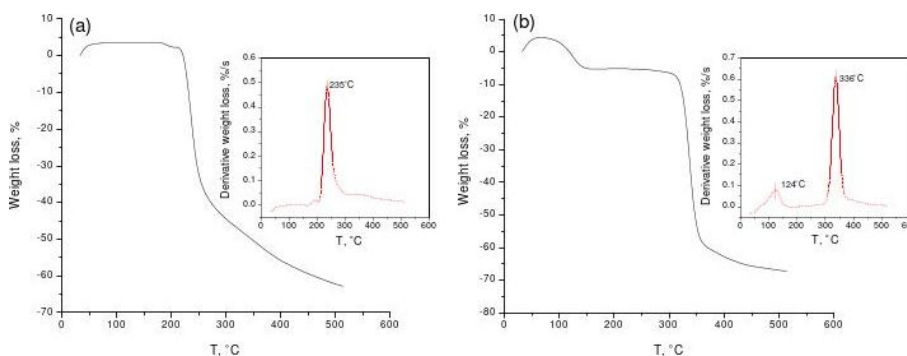
Сурет 7 - β -ТД (а), ХД (b) және β -ТД:ХД (2:1) клатратының ИҚ спектрлері

β -ТД:ДД₃ кешендерінің термиялық қасиеттерін талдау термогравиметриялық талдау әдісімен жүргізілді [17]. Суретте 8a,b β -ТД мен оның β -ТД:ХД (2:1) клатратының ТГ мен ДТГ термограммалары көрсетілген (қыздыру жылдамдығы 10 градус/мин).

β -ТД және оның β -ТД:ХД клатратының термоаналитикалық ыдырау көрсеткіштері (2:1) ТГ/ДТГ сызықтық қисықтарымен ұсынылған (сурет 8a,b). Термогравиметриялық β -ТД қисықтары мен β -ТД:ХД клатратын салыстыру арқылы (сурет 8a,b), β -ТД:ХД клатраты үшін $\sim 124^\circ \sim 235^\circ\text{C}$ темпера-

тура диапазонында үлгі массасының қарқынды төмендеуі байқалатынын көреміз (~77,27 %). TG қисығының бұл бөлімі ~235°C температурада ДТГ

қисығындағы массаның жоғалу жылдамдығының максималды өзгеруіне сәйкес келеді (сурет 8b).



Сурет 8 - β-ТД:ХД кешенінің азотты ортада 10 градус/мин тұрақты қыздыру жылдамдығы жағдайында алынған ТГ/ДТГ қисықтары: а) физикалық қоспа; б) β-ТД:ХД (2:1)

β-ТД:ХД клатраттарындағы массаның төмен температурада (~1240c) жоғалуы ылғалдың жойылуымен байланысты, бұл ДТГ деректерімен де расталады (сурет 8b). Алынған β-ТД:ХД кешендерінде, бастапқы β-ТД сияқты, байланысқан су болды. Алынған мәліметтер негізінде β-ТД:ХД (2:1) клатратының термиялық ыдырауының кинетикалық параметрлері есептелді (кесте 3) [13]. β-ЦД мен β-

ТД:ХД (2:1) клатратының термиялық тұрақтылығын салыстыру үшін ыдырау реакциясының активтену энергиялары анықталды. β-ЦД және β-ТД:ХД (2:1) кешендерінің термиялық ыдырауының есептеулерін салыстыра отырып β-ТД мен оның клатратының (2:1) активтену энергиялары бірдей конверсия дәрежелерінде (α) әр түрлі болады деп айтуға болады (кесте).

Кесте - β-ТД мен β-ТД:ХД (2:1) клатратының азотты ортада активтену энергиясының мәндері

Үлгі	E_a , кДж/моль	A , c^{-1}
β-ТД	164.58	$1.10 \cdot 10^{17}$
β-ТД:ХД (2:1)	103.50	$8.96 \cdot 10^{10}$

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері холекальциферолдың (ХД) β-олигокантпен (β-ТД) суда еритінді қосылу кешенін алу мүмкіндігін көрсетті, оны тағамды дәрумендеу үшін қолдануға болады. *In silico* зерттеу жағдайында молекулалық модельдеу және докинг әдістерін қолдану ХД-нің β-ТД-мен қосылу кешендерінің түзілу механизмдерінің жалпы көрінісін жасауға мүмкіндік берді. Модельдер жартылай иілгіш қондыру әдісін қолданды, онда рецептор қатты зат ретінде қарастырылды, ал лиганд белгілі бір текше аймақта айналды және қозғалыс жағдайында болды. Зерттелетін объектілерді сипаттау үшін қарастырылып отырған физикалық жағдайға бай-
Алғыс, мүдделер қақтығысы (қаржыландыру)- Қаржыландыру, биологиялық белсенді заттарды инкапсуляциялау әдістерін әзірлеу жөніндегі ғылыми зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қолдады (PTF № BR10965230, 2021-2023).

ланысты әртүрлі физиохимиялық әдістерді қолдану модельдердің сенімділігі тұрғысынан жақсы нәтиже береді. Майлы ортада еритін ХД дәруменінің β-олигокантпен микротолқынды белсендіру жағдайында сулы-спиртті ортада әрекеттесуі оның суда еритін супрамолекулярлы қосылу кешенінің түзілуіне әкелді. ХД-ді клатратты кешенге қаптау дәруменнің майлы ерітіндісінің агрегаттық күйінің өзгеруіне әкелді. Синтезделген β-ТД:ХД кешені "қонақ-қожайын" қосылыстарына жатады және жақсы ерігіштікке ие. Клатрат кешенінің түзілуіндегі шешуші мәселе арнайы байланыс емес (гидрофобты, дисперсиялық және вандер-Ваальс) өзара әрекеттесулерге жатады.

Әдебиеттер

1. Maurya V.K., Bashirb K., Aggarwala M. Vitamin D microencapsulation and fortification: Trends and technologies // Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. --2020. --Vol.196. --No.105489.

-
2. Brett N.R., Lavery P., Vanstone C.A., Maguire J.L., Rauch F., Weiler H.A. Dietary vitamin D dose-response in healthy children 2 and 8 y of age: a 12-wk randomized controlled trial using fortified foods // *Am. J. Clin. Nutr.* --2016. -- Vol. 103. --P.144-152.
 3. Abu el Maaty M., Almouhanna F., Wölfl S. Expression of TXNIP in cancer cells and regulation by 1, 25 (OH) 2D₃: is it really the vitamin D₃ upregulated protein // *Int. J. Mol. Sci.* --2018. --Vol.19. -- Issue No 3. --P.796-803.
 4. Atteritano M., Mirarchi L., Venanzi-Rullo E., Santoro D., Iaria C., Catalano A., Lasco A., Arcoraci V., Lo Gullo A., Bitto A. Vitamin D status and the relationship with bone fragility fractures in HIV-infected patients: a case control study // *Int. J. Mol. Sci.* --2018. --Vol.19. --P.119.
 5. Legarth C., Grimm D., Wehland M., Bauer J., Krüger M. The impact of vitamin D in the treatment of essential hypertension. *Int. J. Mol. Sci.* --2018. --Vol.19. --Issue No 2. --P. 455.
 6. Wierzbicka J., Binek A., Ahrends T., Nowacka J.D., Szydłowska A., Tuckey R. Differential antitumor effects of vitamin D analogues on colorectal carcinoma in culture // *Int. J. Oncol.* --2015. --Vol. 47. -- P.1084-1096.
 7. Larsen, K.L. Large cyclodextrins // *J. Incl. Phenom. Mycrocycl. Chem.* --2002, -- Vol.43(1), --P.1-13.
 8. Zhao D., Liao K., Ma X., Yan X. Study of the supramolecular inclusion of β -cyclodextrin with andrographolide // *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry.* --2002. --Vol.43. --259-264.
 - 9 Morris G. M., Huey R., Lindstrom W., Sanner M. F., Belew R. K., Goodsell D.S. and Olson A.J. `Autodock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility // *J. Computational Chemistry.* --2009. --Vol.16. --P.2785-2791.
 9. Fuhrmann J., Rurainki A., Lenhof H. P., Neumann D. A new Lamarckian genetic algorithm for flexible ligand-receptor docking // *Journal of computational chemistry.* --2010. --Vol. 31. -- Issue No.9. --P.1911-1918.
 10. Kim S., Chen J., Cheng T., Gindulyte A., He J., He S., Li Q., Shoemaker B. A., Thiessen P.A., Yu B., Zaslavsky L., Zhang J., Bolton E.E. PubChem in 2021: new data content and improved web interfaces // *Nucleic Acids Res.* --2019. --Vol.49(D1). --P.D1388--D1395.
 11. Bulani V.D., Kothavade P.S., Kundaikar H.S., Gawali N.B., Chowdhury A.A., Degani M.S., Juvekar A.R. Inclusion complex of ellagic acid with β -cyclodextrin: Characterization and in vitro anti-inflammatory evaluation // *J. Mol. Struct.* --2016. --Vol.1105. --P.308-315.
 12. Bakirova R., Nukhuly A., Iskineyeva A., Fazylov S., Burkeev M., Mustafaeva A., Minaeva E., Sarsenbekova A. Obtaining and Investigation of the beta-Cyclodextrin Inclusion Complex with Vitamin D₃ Oil // *Scientifica.* --2020. --Vol.1-8. -- ID 6148939. DOI: 10.1155/2020/6148939.
 13. Liu Y., Zhang H. `Study of VD₃- β -Cyclodextrin Inclusion Complex // *Journal of Geoscience and Environment Protection.* --2016. --Vol.4. --Issue 4. --P.163-167
 14. Zou A., Zhao X., Handge U.A., Garamus V.M., Willumeit-Römer R., Yin P. Folate receptor targeted bufalin/ β -cyclodextrin supramolecular inclusion complex for enhanced solubility and anti-tumor efficiency of bufalin // *Mater. Sci. Eng.* --2017. --Vol.78. --P.609-618.
 15. Dodziuk H., Koźmiński W., Ejchart A. NMR studies of chiral recognition by cyclodextrines // *Chirality.* --2004. -- Vol.16. --Issue No.2. --P.90-105.

References

1. Mauryaa V.K., Bashirb K., Aggarwala M. Vitamin D microencapsulation and fortification: Trends and technologies // *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology.* --2020. --Vol.196. --No.105489.
2. Brett N.R., Lavery P., Vanstone C.A., Maguire J.L., Rauch F., Weiler H.A. Dietary vitamin D dose-response in healthy children 2 and 8 y of age: a 12-wk randomized controlled trial using fortified foods // *Am. J. Clin. Nutr.* --2016. -- Vol. 103. --P.144-152.
3. Abu el Maaty M., Almouhanna F., Wölfl S. Expression of TXNIP in cancer cells and regulation by 1, 25 (OH) 2D₃: is it really the vitamin D₃ upregulated protein // *Int. J. Mol. Sci.* --2018. --Vol.19. -- Issue No 3. --P.796-803.

4. Atteritano M., Mirarchi L., Venanzi-Rullo E., Santoro D., Iaria C., Catalano A., Lasco A., Arcoraci V., Lo Gullo A., Bitto A. Vitamin D status and the relationship with bone fragility fractures in HIV-infected patients: a case control study // *Int. J. Mol. Sci.* --2018. --Vol.19. --P.119.
5. Legarth C., Grimm D., Wehland M., Bauer J., Krüger M. The impact of vitamin D in the treatment of essential hypertension. *Int. J. Mol. Sci.* --2018. --Vol.19. --Issue No 2. --P. 455.
6. Wierzbička J., Binek A., Ahrends T., Nowacka J.D., Szydłowska A., Tuckey R. Differential antitumor effects of vitamin D analogues on colorectal carcinoma in culture // *Int. J. Oncol.* --2015. --Vol. 47. --P.1084-1096.
7. Larsen, K.L. Large cyclodextrins // *J. Incl. Phenom. Mycrocycl. Chem.* --2002, -- Vol.43(1), --P.1-13.
8. Zhao D., Liao K., Ma X., Yan X. Study of the supramolecular inclusion of β -cyclodextrin with andrographolide // *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry.* --2002. --Vol.43. --259-264.
9. Morris G. M., Huey R., Lindstrom W., Sanner M. F., Belew R. K., Goodsell D.S. and Olson A.J. ``Autodock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility // *J. Computational Chemistry.* --2009. --Vol.16. --P.2785-2791.
10. Fuhrmann J., Rurainski A., Lenhof H. P., Neumann D. A new Lamarckian genetic algorithm for flexible ligand-receptor docking // *Journal of computational chemistry.* --2010. --Vol. 31. -- Issue No.9. --P.1911-1918.
11. Kim S., Chen J., Cheng T., Gindulyte A., He J., He S., Li Q., Shoemaker B. A., Thiessen P.A., Yu B., Zaslavsky L., Zhang J., Bolton E.E. PubChem in 2021: new data content and improved web interfaces // *Nucleic Acids Res.* --2019. --Vol.49(D1). --P.D1388--D1395.
12. Bulani V.D., Kothavade P.S., Kundaikar H.S., Gawali N.B., Chowdhury A.A., Degani M.S., Juvekar A.R. Inclusion complex of ellagic acid with β -cyclodextrin: Characterization and in vitro anti-inflammatory evaluation // *J. Mol. Struct.* --2016. --Vol.1105. --P.308-315.
13. Bakirova R., Nukhuly A., Iskineyeva A., Fazylov S., Burkeev M., Mustafaeva A., Minaeva E., Sarsenbekova A. Obtaining and Investigation of the beta-Cyclodextrin Inclusion Complex with Vitamin D₃ Oil // *Scientifica.* --2020. --Vol.1-8. -- ID 6148939. DOI: 10.1155/2020/6148939.
14. Liu Y., Zhang H. ``Study of VD₃- β -Cyclodextrin Inclusion Complex // *Journal of Geoscience and Environment Protection.* --2016. --Vol.4. --Issue 4. --P.163-167
15. Zou A., Zhao X., Handge U.A., Garamus V.M., Willumeit-Römer R., Yin P. Folate receptor targeted bufalin/ β -cyclodextrin supramolecular inclusion complex for enhanced solubility and anti-tumor efficiency of bufalin // *Mater. Sci. Eng.* --2017. --Vol.78. --P.609-618.
16. Dodziuk H., Koźmiński W., Ejchart A. NMR studies of chiral recognition by cyclodextrines // *Chirality.* --2004. -- Vol.16. --Issue No.2. --P.90-105.

Information about authors:

- Serik Fazylov -- Academician of the National Academy of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Chemical Sciences, Full Professor, Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry, Alikhanov str. 1, 100008, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: iosu8990@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4240-6450>. (*Corresponding author*)
- Oralgazy Nurkenov -- Doctor of Chemical Sciences, Full Professor, Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry, Alikhanov str. 1, 100008, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: nurkenov_oral@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1878-2787>.
- Ainara Iskineyeva - PhD student of Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, e-mail: iskeneeva_aynara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1705-6372>.
- Ayaulim Mustafayeva - Candidate of Thechnical Sciences, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, e-mail: ayaulym.mustafa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0693-6427>.
- Irina Pustolaikina -- Candidate of Chemical Sciences, Assoc. Professor, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Universitetskaya street, 28, 100024, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: ipustolaikina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6319-666X>.

-
- Akmaral Sarsenbekova - PhD, Assoc. Professor,, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Universitetskaya street, 28, 100024, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: chem_akmaral@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8951-3616>.
 - Aleksandr Sviderskiy -- Doctor of Chemical Sciences, Full Professor, Innovativ Eurasian University, Lomova Str. 45, 140000, Pavlodar, Kazakhstan; e-mail: katsostud@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7277-5882>.

КИНЕТИКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЯКТЫ

Н.У. Нурғалиев*, А.Х. Такирова, А.Ж. Хамит, Э.Б. Жунусова, А.А. Ахаева

Казахский университет технологии и бизнеса, г. Астана, Казахстан,

e-mail: nurgaliev_nao@mail.ru

В статье проведено исследование кинетики термической деструкции угля с использованием метода термогравиметрического анализа. Нагрев образцов угля проводили в керамических тиглях в интервале температур 25-900 °С при разных скоростях нагрева (3-15 град/мин) в средах азота и кислорода. В качестве объекта исследования выбран уголь месторождения Киякты (Казахстан). На основе построенных дифференциальных термических кривых DTG (зависимость скорости изменения массы образца от времени) при разных скоростях нагрева рассчитаны кинетические параметры термодеструкции угля, с использованием уравнений неизотермической формальной кинетики. Изучено влияние скорости и температуры нагрева угля на кинетические параметры процесса термической деструкции органической массы угля (ОМУ). Выявлены основные стадии разложения ОМУ. Установлено, что скорость нагрева образцов угля заметно влияет на значения температуры и скорости процесса, соответствующие максимумам основного разложения на дифференциальных кривых DTG.

Ключевые слова: термогравиметрический анализ, уголь, термическая деструкция, кривые DTG, кинетические параметры, стадии разложения, скорость нагрева.

ҚИЯҚТЫ КЕН ОРЫНЫ КӨМІРҢІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ ДЕСТРУКЦИЯСЫНЫҢ КИНЕТИКАСЫ

Н.У. Нурғалиев*, А.Х. Такирова, А.Ж. Хамит, Э.Б. Жунусова, А.А. Ахаева

Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан

e-mail: nurgaliev_nao@mail.ru

Мақалада термогравиметриялық анализ әдісін қолдану арқылы көмірдің термиялық деструкциясының кинетикасы зерттеу жасалған. Көмір үлгілері қыш тигельдерде 25-900°C температура диапазонында азот пен оттегі орталарында әртүрлі қыздыру жылдамдықтарында (3-15 град/мин) қыздырылды. Зерттеу нысаны ретінде Қиякты кен орнының көмірі (Қазақстан) таңдалды. Құрылған дифференциалдық қисықтар негізінде DTG (үлгі массасының өзгеру жылдамдығының уақытқа тәуелділігі) әртүрлі қыздыру жылдамдықтарында көмірдің термиялық деструкциясының кинетикалық параметрлері изотермиялық емес формалды кинетика теңдеулері арқылы есептелді. Көмірдің органикалық массасының (КОМ) термиялық бұзылу процесінің кинетикалық параметрлеріне көмірді қыздыру жылдамдығы мен температурасының әсері зерттелді.

КОМ ыдырауының негізгі кезеңдері анықталды. Көмір үлгілерін қыздыру жылдамдығы DTG дифференциалды қисықтары бойынша негізгі ыдырау максимумдарына сәйкес келетін температура мен технологиялық процесінің жылдамдығына айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Түйінді сөздер: термогравиметриялық талдау, көмір, термиялық деструкция, DTG қисықтары, кинетикалық параметрлер, ыдырау кезеңдері, қыздыру жылдамдығы.

KINETICS OF THERMAL DESTRUCTION OF COAL FROM THE KIYAKTY DEPOSIT

N.U. Nurgaliyev*, A.K. Takirova, A.Z. Khamit, E.B. Zhunussova, A.A. Akhaeva

Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,

e-mail: nurgaliev_nao@mail.ru

The article studies the kinetics of thermal degradation of coal using the method of thermogravimetric analysis. Coal samples were heated in ceramic crucibles in the temperature range of 25-900°C at different heating rates (3-15 deg/min) in nitrogen and oxygen media. Coal from the Kiyakty deposit (Kazakhstan) was chosen as the object of study. Based on the constructed differential thermal curves DTG (dependence of the sample mass change rate on time) at different heating rates, the kinetic parameters of thermal degradation

of coal were calculated using the equations of non-isothermal formal kinetics. The influence of the rate and temperature of coal heating on the kinetic parameters of the process of thermal destruction of the organic mass of coal (OMC) has been studied. The main stages of WMD decomposition are revealed. It has been found that the heating rate of coal samples significantly affects the temperature and process rate corresponding to the main decomposition maxima on the differential DTG curves.

Keywords: thermogravimetric analysis, coal, thermal degradation, DTG curves, kinetic parameters, decomposition stages, heating rate.

Введение. Для повышения экологичности и эффективности использования твердого топлива предложены различные решения, от газификации до оптимизации эксплуатационных параметров с применением математического моделирования процессов деструкции. Это объясняет повышенный интерес к исследованию кинетики процессов деструкции твердых топлив в последнее время [1-4]. Одним из наиболее известных методов термического анализа является метод термогравиметрического анализа (ТГА), позволяющий исследовать основные параметры окисления твердого топлива, в т.ч. определять кинетические параметры исследуемого процесса.

Достаточно широко распространены работы с применением ТГА [5-9], посвященные определению констант формальной кинетики процессов конверсии угля. Подобные работы основаны на интерпретации уравнения Аррениуса и предположении о том, что скорость уменьшения массы твердого топлива зависит только от температуры и степени конверсии [10]. Целью данных работ является нахождение параметров E и A , называемых энергией активации и предэкспонентой соответственно, а также кинетической функции $f(\alpha)$. Вместе, эти три величины называют кинетическим триплетом [11].

При рассмотрении термической деструкции классическая кинетика отдельно описывает влияние концентрации и температуры реагирующих веществ на скорость процесса, без учета изменения концентрации в зависимости от температуры. В неізотермической кинетике нет этого недостатка [12]. С помощью неізотермических методов можно за относительно небольшой промежуток времени получить важную информацию о характере протекания процесса термодеструкции в широком температурном интервале.

Цель настоящей работы – исследование зависимости скорости и температуры нагрева угля от кинетических параметров термической деструкции ОМУ с использованием метода ТГА. В качестве объекта исследования выбран уголь месторождения Киякты (Казахстан). Задачами исследования является определение основных стадий разложения ОМУ, изучение влияния скорости и температуры нагрева угля на кинетику термодеструкции.

Материалы и методы. Эксперименты по исследованию кинетики термического разложения угля

месторождения Киякты проводили на термогравиметрическом анализаторе TGA4000 при разных скоростях нагрева в пределах 3-15 град/мин. Использовали стандартные тестовые методы для анализа угля согласно ASTM D7582-12 «Standard Test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro Thermogravimetric Analysis».

Эксперименты на приборе ТГА проводили при двух атмосферах печи: азот и кислород. Эксперимент проводили в два этапа. На 1-ом этапе температуру поднимают от комнатной 25°C до 40°C и при этой температуре выдерживают 15 минут для стабилизации температуры. На втором этапе тестовый образец в тиглях с закрытой крышкой нагревают от 40°C до 915±3°C. При этом, скорость нагрева при разных экспериментах устанавливают: 3, 6, 9, 12, 15 °C/мин. При нагреве печи прибор ТГА взвешивает закрытые тигли через определенные промежутки времени и фиксирует данные в специальной программе. Когда для обеспечения нейтральной атмосферы использовали азот, показатели потока сушильного газа устанавливались в количестве от 0,4 до 1,4 от изменений объема печи за минуту. Когда в качестве окислительного газа использовали кислород, показатели потока устанавливались от 1,3 до 1,4 от изменений объема печи за минуту.

В данной работе расчет кинетических параметров термодеструкции ОМУ проводили на основе уравнений неізотермической формальной кинетики в соответствии с методикой, описанной в работе [13].

Для характеристики исследуемого процесса выбраны следующие показатели: потери масс угля при различных температурах; скорость v_{max} , константа скорости k_{max} и температура T_{max} , которые соответствуют максимальной скорости потери массы (т.е. максимумам основного разложения на кривых DTG в точках перегиба); энергия активации $E_{акт}$ и предэкспоненциальный множитель k_0 , относящиеся к стадиям основного термического разложения угля; n - показатель степени процесса (безразмерная величина).

Следует отметить, что описать весь процесс деструкции угля одним уравнением первого порядка невозможно, т.к. фактически разложение ОМУ осуществляется при взаимодействии множества

групп веществ различной природы. Поэтому уравнениями формальной кинетики 1-го порядка можно описать только процесс основного термического разложения ОМУ и рассчитать кинетические

параметры.

Результаты и обсуждение. Характеристики угля месторождения Киякты приведены таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики угля месторождения Киякты

Состав угля (на рабочую массу), %								Теплота сгорания, (ккал/кг)	
								высшая	высшая
W^r	A^r	V^{daf}	C^r	O^r	H^r	N^r	S^r	Q^r	Q^r
9,37	21,25	43,18	51,56	13,39	3,26	0,55	0,62	4822	4589

При анализе дифференциальных кривых DTG выявлены три стадии основного разложения ОМУ, где наблюдаются пики с максимумами скорости потери массы (точки перегиба). Проведем характеристики каждой из стадий на примере среды азота.

Первая стадия с максимумом при температурах T_{max} в интервале 148-229 °С обусловлена испарением влаги, улетучиванием кислородсодержащих газов из-за распада крайних групп макромолекул. На этой стадии осуществляется в основном частичный разрыв и отщепление боковых цепей, обрыв связей между основными структурными звеньями, частично удаляются сера, азот, кислород. Количество летучих веществ в данном интервале температур невелик. На 2-й стадии наблюдается пик с максимумом при 362-459 °С, который связан с возрастанием интенсивности реакций термосинтеза из-за увеличения реакционной способности веществ угля. Здесь могут осуществляться реакции расщепления гетероциклических и оксиароматических систем, повышение количества непереносимых связей, при этом скорость образования

летучих веществ возрастает.

3-стадия с максимумом при 478-637 °С обусловлена реакциями термораспада наиболее термостабильных органоминеральных комплексов. К концу этой стадии выделяется основная масса газообразных углеводородов и смольных веществ и процесс заканчивается образованием полукочка. Дальнейшее увеличение температуры реакции приводит к интенсификации полициклизации и ароматизации (с выделением газообразных продуктов, в основном водорода, и в меньшем количестве - метана, оксида углерода, азота), происходит образование более высокомолекулярных полициклических систем сетчатого строения [13]. При скоростях нагрева от 6 до 15 град/мин на 3-й стадии основного разложения ОМУ пики с максимумом скорости потери массы слабо выделяются и они уменьшаются при повышении скорости нагрева. Это скорее всего связано с наложением ряда процессов и невозможностью их отдельной оценки для определения кинетических характеристик. В таблицах 2-5 приведены результаты обработки кривых DTG.

Таблица 2 - Значения потери масс образцов угля и температуры T_{max} на различных стадиях разложения в среде

Скорость нагрева, °С /мин	Потеря массы от навески, %				T_{max} , °С		
	30-300°С	300-600°С	600-900°С	30-900°С	Стадии разложения		
					1	2	3
3	10,32	17,36	9,73	37,41	148	362	478
6	10,03	16,56	8,93	35,52	176	403	527
9	9,64	16,69	8,59	34,92	193	425	562
12	9,27	16,23	8,24	33,74	205	441	603
15	8,63	15,68	7,85	32,16	229	459	637

Таблица 3 - Значения потери масс образцов угля и температуры T_{\max} на различных стадиях разложения в среде кислорода

Скорость нагрева, °С /мин	Потеря массы от навески, %				T_{\max} , °С		
	30-300°С	300-600°С	600-900°С	30-900°С	Стадии разложения		
					1	2	3
3	9,25	22,59	10,73	42,57	154	375	459
6	8,23	21,04	9,88	39,15	181	395	518
9	8,01	20,23	9,57	37,81	198	431	537
12	7,62	19,17	8,93	35,72	212	453	562
15	7,04	18,62	8,26	33,92	229	479	593

Таблица 4 - Кинетические характеристики термодеструкции ОМУ в среде азота

Скорость нагрева, °С /мин	Стадии основного разложения							
	1 стадия				2 стадия			
	k_{\max} , 10^{-3} c^{-1}	k_0 , 10^2 c^{-1}	$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	n	k_{\max} , 10^{-3} c^{-1}	k_0 , 10^4 c^{-1}	$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	n
3	1,84	3,61	56,14	1,12	1,42	2,73	73,41	1,04
6	1,47	5,93	54,27	1,09	1,17	1,39	67,14	1,15
9	2,83	6,17	53,72	1,03	1,93	1,82	60,29	1,21
12	1,39	4,39	47,93	1,17	1,27	2,16	63,72	1,13
15	3,26	2,31	46,13	1,06	2,37	3,27	68,58	1,09

Таблица 5 - Кинетические характеристики термодеструкции ОМУ в среде кислорода

Скорость нагрева, °С /мин	Стадии разложения							
	1 стадия				2 стадия			
	k_{\max} , 10^{-3} c^{-1}	k_0 , 10^2 c^{-1}	$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	n	k_{\max} , 10^{-3} c^{-1}	k_0 , 10^4 c^{-1}	$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	n
3	1,42	1,82	52,24	1,02	2,27	3,06	69,29	1,18
6	1,39	3,74	49,28	1,14	2,73	2,48	65,18	1,02
9	2,85	5,85	48,16	1,07	1,94	1,73	59,27	1,12
12	1,27	4,81	41,83	1,19	1,58	1,92	60,38	1,05
15	2,83	2,03	39,32	1,15	2,04	2,75	62,91	1,03

Анализ полученных данных показал, что для всех образцов угля в интервале температур 300-600 °С, где наблюдается второй и третий максимумы, наблюдаются наибольшие потери массы ОМУ (таблицы 2, 3). Эти потери массы угля существенно превышают потери в других интервалах 30-300 °С и 600-900 °С, значения которых приблизительно одинаковы. По всей видимости, это обусловлено выделением основной массы газообразных углеводородов и смольных веществ, а также образованием паров так называемой пирогенетической воды. Повышение скорости нагрева приводит к некоторому снижению потери массы ОМУ - с 37,41-32,16 % и 42,57-33,92 % для азота и кислорода соответственно. Данный показатель показывает сте-

пень влияния времени пребывания частиц угля при термоллизе. Более наглядно это видно на рисунке 1, из которого также видно, что окислительное действие кислорода способствует более существенному увеличению потери массы ОМУ при повышении скорости нагрева по сравнению с действием азота, особенно при низких скоростях нагрева 3 °С и 6 °С. Вместе с тем, общие потери массы ОМУ в среде кислорода превышают аналогичные в среде азота, что объясняется окислительным действием первого.

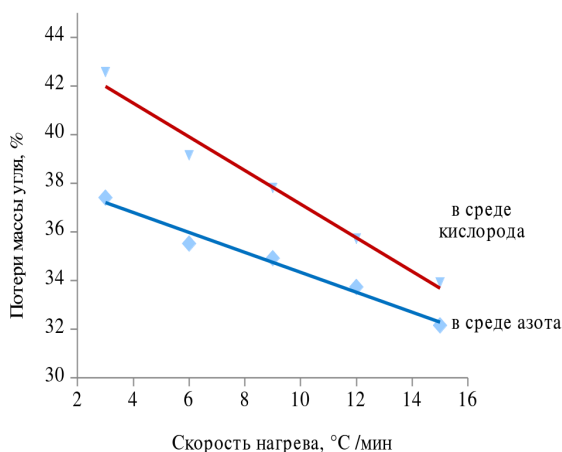


Рис. 1 - Значения потери масс образцов угля при скоростях нагрева

6-15 град/мин в средах азота и кислорода

Выявлено, что увеличение скорости нагрева β от 3 до 15 град/мин на всех стадиях разложения ОМУ заметно повышает значения температуры T_{max} , которая растет при переходе 1→2→3 стадий. Так, для среды азота общие изменения T_{max} для 1-й стадии $\Delta T_{max} = 81$ °C, 2-й стадии $\Delta T_{max} = 97$ °C, 3-й стадии $\Delta T_{max} = 159$ °C. Для среды кислорода общие изменения T_{max} для 1-й стадии $\Delta T_{max} = 75$ °C, 2-й стадии $\Delta T_{max} = 104$ °C, 3-й стадии $\Delta T_{max} = 134$ °C (таблицы 2,3).

При увеличении скорости нагрева β от 3 до 15 град/мин повышается скорость v_{max} деструкции (соответствующие максимумам основного разложения на дифференциальных кривых DTG), а также наблюдается снижение активационного барьера процесса. С повышением температуры при переходе от одной стадии основного разложения к другой (на всем диапазоне изменения скорости на-

грева) наблюдается заметное увеличение $E_{акт}$, как в среде азота, так и кислорода.

Полученные значения показателей степени процесса n ($\approx 1,0-1,2$) показывают, что в силу многообразия и сложности физико-химических превращений полученные кинетические параметры описывают не определенные реакции, а суммарные процессы термического разложения ОМУ, и как выше отмечалось, описывают только процесс основного термического разложения ОМУ. Поэтому такие параметры можно рассматривать как «эффективные параметры» формальной кинетики. Множество конкурирующих последовательно-параллельных процессов при термодеструкции угля часто приводит к колебаниям значения n в интервале 0,5-1,5 [13].

Выводы. Таким образом, в работе исследована зависимость кинетических характеристик термического разложения ОМУ от скорости и температуры нагрева, описана зависимость между кинетическими параметрами на разных стадиях основного разложения угля. Полученные данные показывают, что более длительное время протекания термолиза оказывает более существенное влияние на процесс деструкции угля, чем скорость его нагрева. В целом можно отметить, что рассчитанные значения энергии активации стадий основного термического разложения угля соизмеримы с энергиями химических связей. Сам процесс основного термического разложения ОМУ можно приближенно описать уравнением формальной кинетики 1-го порядка. Полученные результаты исследования могут быть применены при определении режимов и ведении термохимических процессов разложения углей, таких как газификация, коксование, полукоксование и др.

Литература

1. Zhang Y., Li Y., Huang Y., Li S., Wang W. Characteristics of mass, heat and gaseous products during coal spontaneous combustion using TG/DSC-FTIR technology // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2019. - P. 1-12.
2. Худякова Г.И. Экспериментальное исследование термохимической конверсии коксового остатка угля методом термогравиметрического анализа: автореферат диссертации на соискание степени кандидата технических наук: 01.04.14, Екатеринбург, 2015. - 24 с.
3. Kosowska-Golachowska M. Thermal Analysis and Kinetics of Coal during Oxy-Fuel Combustion // Journal of Thermal Science, 2017. - Vol. 26. - No. 4. - P. 355-361.
4. Su S, Pohl J.H., Holcombe D., Hart J.A. Techniques to determine ignition, flame stability and burnout of blended coals in p.f. power station boilers // Progress in Energy and Combustion Science, 2001. - Vol. 27. - P. 75-98.
5. Jayaraman K., Kok M.V., Gokalp I. Thermogravimetric and mass spectrometric (TG-MS) analysis and kinetics of coal-biomass blends // Renewable energy, 2017. - Vol. 101. - P. 293-300.
6. Wang G., Zhang J., Shao J., Liu Z., Zhang G., Xu T., Guo J., Wang H., Xu R., Lin H. Thermal behavior and kinetic analysis of co-combustion of waste biomass/low rank coal blends // Energy Conversion and Management, 2016. - V.124. - P. 414-426.

-
7. Das T., Baruah B.P., Saikia B.K. Thermal behaviour of low-rank Indian coal fines agglomerated with an organic binder // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2016. - V.126. - P.435-446.
 8. Лыгина Е.С., Дмитрук А.Ф., Галушко Л.Я., Любчик С.Б., Третьяков В.Ф. Особенности изучения термодеструкции твердых и жидких органических углеродсодержащих продуктов методом термогравиметрии // *Химия твердого топлива*, 2009. - № 3. - С. 58-74.
 9. López F.A., El Hadad A.A., Alguacil F.G., Centeno T.A., Lobato B. Kinetics of the Thermal Degradation of Granulated Scrap Tyres: A Model-free Analysis // *Materials Science*, 2013. - Vol. 19. - No. 4. - P. 403-408.
 10. Starink M.J. The determination of activation energy from linear heating rate experiments: a comparison of the accuracy of isoconversion methods // *Thermochimica Acta*, 2003. - Vol. 404. - P. 163-176.
 11. Vyazovkin S., Burnhamb A.K., Criadoc J.M., Pérez-Maquedac L.A., Popescud C., Sbirrazzuolie N. ICTAC Kinetics Committee recommendations for performing kinetic computations on thermal analysis data // *Thermochimica Acta*, 2017. - Vol. 505. - P. 1-19.
 12. Бойко Е.А., Страшников А.В. Теоретическое обобщение и развитие математического аппарата неизоэнтальпической кинетики // *Известия РАН. Энергетика*, 2021. - № 2. - С. 97-118.
 13. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. - 556 с.

References

1. Zhang Y., Li Y., Huang Y., Li S., Wang W. Characteristics of mass, heat and gaseous products during coal spontaneous combustion using TG/DSC-FTIR technology // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2019. - P. 1-12.
2. Khudyakova G.I. Experimental study of the thermochemical conversion of the coke residue of coal by the method of thermogravimetric analysis: abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences: 01.04.14, Yekaterinburg, 2015. - 24 p.
3. Kosowska-Golachowska M. Thermal Analysis and Kinetics of Coal during Oxy-Fuel Combustion // *Journal of Thermal Science*, 2017. - Vol. 26. - No. 4. - P. 355-361.
4. Su S, Pohl J.H., Holcombe D., Hart J.A. Techniques to determine ignition, flame stability and burnout of blended coals in p.f. power station boilers // *Progress in Energy and Combustion Science*, 2001. - Vol. 27. - P. 75-98.
5. Jayaraman K., Kok M.V., Gokalp I. Thermogravimetric and mass spectrometric (TG-MS) analysis and kinetics of coal-biomass blends // *Renewable energy*, 2017. - Vol. 101. - P. 293-300.
6. Wang G., Zhang J., Shao J., Liu Z., Zhang G., Xu T., Guo J., Wang H., Xu R., Lin H. Thermal behavior and kinetic analysis of co-combustion of waste biomass/low rank coal blends // *Energy Conversion and Management*, 2016. - V.124. - P. 414-426.
7. Das T., Baruah B.P., Saikia B.K. Thermal behaviour of low-rank Indian coal fines agglomerated with an organic binder // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2016. - V.126. - P.435-446.
8. Lygina E.S., Dmitruk A.F., Galushko L.Ya., Lyubchik S.B., Tretyakov V.F. Features of the study of thermal destruction of solid and liquid organic carbon-containing products by thermogravimetry // *Chemistry of solid fuels*, 2009. - No. 3. - P. 58-74.
9. López F.A., El Hadad A.A., Alguacil F.G., Centeno T.A., Lobato B. Kinetics of the Thermal Degradation of Granulated Scrap Tyres: A Model-free Analysis // *Materials Science*, 2013. - Vol. 19. - No. 4. - P. 403-408.
10. Starink M.J. The determination of activation energy from linear heating rate experiments: a comparison of the accuracy of isoconversion methods // *Thermochimica Acta*, 2003. - Vol. 404. - P. 163-176.
11. Vyazovkin S., Burnhamb A.K., Criadoc J.M., Pérez-Maquedac L.A., Popescud C., Sbirrazzuolie N. ICTAC Kinetics Committee recommendations for performing kinetic computations on thermal analysis data // *Thermochimica Acta*, 2017. - Vol. 505. - P. 1-19.
12. Boyko E.A., Strashnikov A.V. Theoretical generalization and development of the mathematical apparatus of non-isothermal kinetics // *Izvestiya RAN. Energy*, 2021. - No. 2. - P. 97-118.

13. Gyulmaliev A.M., Golovin G.S., Gladun T.G. Theoretical foundations of coal chemistry. - M.: Publishing house of the Moscow State Mining University, 2003. - 556 p.

Сведения об авторах

- Нургалиев Нуркен Утеуович – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, кафедра «Химия, химическая технология и экология», Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан, г. Астана, e-mail: nurgaliev_nao@mail.ru.
- Такирова Айгерим Хасеновна – магистр, старший преподаватель, кафедра «Химия, химическая технология и экология», Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан, г. Астана, e-mail: adem_1996@mail.ru.
- Хамит Айтолкын Жумабаевна, магистр, старший преподаватель, кафедра «Химия, химическая технология и экология», Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан, г. Астана, e-mail: aytolkyn.khamit-76@mail.ru.
- Жунусова Эльвира Бактыгалиевна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, кафедра «Химия, химическая технология и экология», Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан, г. Астана, e-mail: tahmina.66@mail.ru.
- Ахаева Айнур Акимхановна - магистр, старший преподаватель, кафедра «Химия, химическая технология и экология», Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан, г. Астана, e-mail: ainur_akhaeva@mail.ru.

Information about the authors

- Nurgaliyev Nurken Uteuovich – Candidate of Chemical Science, Associate Professor, Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, Astana, e-mail: nurgaliev_nao@mail.ru.
- Takirova Aygerim Khasenovna - Master's degree, senior lecturer, Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, Astana, e-mail: adem_1996@mail.ru.
- Khamit Aitolkyn Zhumabaevna, Master's degree, senior lecturer, Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, Astana, e-mail: aytolkyn.khamit-76@mail.ru.
- Zhunussova Elvira Baktygalievna, Candidate of technical sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, Astana, e-mail: tahmina.66@mail.ru.
- Akhaeva Ainur Akimkhanovna, Master's degree, senior lecturer, Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, Astana, e-mail: ainur_akhaeva@mail.ru.

VOLTAMMETRIC STUDY OF THE CATHODIC BEHAVIOR OF COPPER, NICKEL AND ZINC IONS IN AMMONIA SOLUTIONS

Kh.B.Omarov^{1*}, J.T. Nurtai¹, N.I.Kopylov²

¹ Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan

² Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
email: homarov1963@mail.ru

The article presents the results of the study of the electrochemical behavior of Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} by voltammetry on stationary solid electrodes. Polarizable working electrodes (copper, titanium) were used for measurements. The value of the half-wave potentials on the titanium electrode shifts to the negative region with an increase in the concentration of ions in the solution, while on the copper one it remains at the same level. The addition of glycine shifts the half-wave potential of both copper and nickel, zinc to the negative region (by 0,07 V for copper, 0,11 V for nickel, 0,12 V for zinc). In the presence of citric acid, the half-wave potential of copper also shifts to a more negative region, while the reduction potentials of copper, nickel and zinc converge, which contributes to their joint electrodeposition.

Keywords: copper electrolyte, copper, nickel, zinc, voltammetry, electrodeposition.

АММИАК ЕРІТІНДІЛЕРІНДЕГІ МЫС, НИКЕЛЬ ЖӘНЕ МЫРЫ ИОНДАРЫНЫҢ КАТОДТЫҚ ӘРЕКЕТІН ВОЛЬТАМПЕРМЕТРИАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Х.Б.Омаров¹, Ж.Т.Нұртай¹, Н.И.Копылов²

¹Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан

²Қатты дене химиясы және механикохимия институты, Ресей ғылым академиясының Сібір филиалы, Новосибирск қ, Ресей
email: homarov1963@mail.ru

Мақалада стационарлық қатты электродтардағы Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} электрохимиялық әрекетін вольтамперметрия арқылы зерттеу нәтижелері берілген. Өлшеу үшін поляризацияланатын жұмыс электродтары (мыс, титан) пайдаланылды. Титан электродындағы жартылай толқындық потенциалдардың мәні ерітіндідегі иондар концентрациясының жоғарылауымен теріс аймаққа ауысады, ал мыс электродында ол сол деңгейде қалады. Глициннің қосылуы мыстың да, никельдің де, мырыштың да жарты толқындық потенциалын теріс аймаққа жылжытады (мыс үшін 0,07 В, никель - 0,11 В, мырыш - 0,12 В). Лимон қышқылының қатысуымен мыстың жартылай толқындық потенциалы да теріс аймаққа ауысады, ал мыс, никель және мырыштың тотықсыздану потенциалдары жақындасады, бұл олардың бірлескен электротүнбалауына ықпал етеді.

Түйін сөздер: мыс электролиті, мыс, никель, мырыш, вольтамперметрия, электротүнбалау.

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАТОДНОГО ПОВЕДЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ, НИКЕЛЯ И ЦИНКА В АММИАЧНЫХ РАСТВОРАХ

Х.Б.Омаров^{1*}, Ж.Т. Нұртай¹, Н.И.Копылов²

¹Казахский университет технологии и бизнеса, г. Астана, Казахстан

² Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, г. Новосибирск, Россия
email: homarov1963@mail.ru

В статье представлены результаты исследования электрохимического поведения Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} методом вольтамперметрии на стационарных твердых электродах. Для измерений использовались поляризуемые рабочие электроды (медный, титановый). Значение потенциалов полуволн на титановом электроде с ростом концентрации ионов в растворе сдвигается в отрицательную область, тогда как на медном остается на одном уровне. Добавление глицина сдвигает потенциал полуволны как меди, так и

никеля, цинка в отрицательную область (на 0,07 В у меди, 0,11 В - никеля, 0,12 В - цинка). В присутствии лимонной кислоты потенциал полувольты меди также сдвигается в более отрицательную область, при этом потенциалы восстановления меди, никеля и цинка сближаются, что способствует их совместному электроосаждению.

Ключевые слова: медный электролит, медь, никель, цинк, вольтамперометрия, электроосаждение.

Introduction. The processing of solutions derived from the electrolytic refining cycle of copper is important both from the point of view of environmental protection, but also in terms of extracting various valuable components (copper, nickel, zinc) from them into marketable products. The existing technologies in this area do not meet modern requirements either in terms of environmental or economic indicators, because they are characterized by bulkiness and low efficiency [1-3]. In this regard, research aimed at developing an electromembrane technology for processing copper electrolyte to obtain a triple alloy (Cu-Ni-Zn) - nickel silver is relevant.

For the development of electromembrane technologies [4-10], information is needed on the behavior of ammonia complexes of metals (copper, nickel, zinc) in membrane systems. In the literature, such data are presented extremely concisely. Therefore, this work is devoted to the study of voltammetric parameters of electrolysis [11-14] on the process of joint cathodic deposition of copper, nickel and zinc. If there are a number of interesting works on the production of copper-nickel-based double alloys [15-17], then there are practically no data on the production of triple alloys by electrolysis.

Materials and methods. To clarify the mechanism of electrode reactions in the Cu²⁺-Ni²⁺-Zn²⁺ system, voltammetry on solid electrodes was used. The removal of polarograms was performed on a potentiostat-galvanostat (model M273 (USA)).

Polarizable working electrodes (copper, titanium), auxiliary (graphite) and non-polarizable reference electrode (silver chloride) were used for measurements. The area of the copper and titanium working electrode is 0.070 cm². Registration of polarograms began with an equilibrium (-0,4 V-0,46

V). Polarizable voltage up to 2 V. The scanning speed is 10 mV/sec.

The studies were conducted against a background of 1M NH₄OH at the following salt concentrations (in mol/L): CuSO₄•5H₂O (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴); NiSO₄•7H₂O (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴); ZnSO₄•7H₂O (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴) with citric acid additives in g-eq/l: 0,01; 0,025; 0,05; 0,1 and glycine in g-eq/l: 0,01; 0,025; 0,05; 0,1.

Results and discussion. The standard potential of the Cu/Cu²⁺ system is a significantly positive value compared to the standard potential of the Ni/Ni²⁺ and Zn/Zn²⁺ systems:

$$\hat{A}_{Cu/Cu^{2+}} = 0.34\hat{A};$$

$$\hat{A}_{Ni/Ni^{2+}} = -0.25\hat{A};$$

$$\hat{A}_{Zn/Zn^{2+}} = -0.76\hat{A};$$

As a result, in non-complexing media at copper reduction potentials, the discharge of nickel and zinc at the cathode does not occur. This is the basis, for example, for the process of electrolytic refining of copper, where nickel and zinc, without being released at the cathode, accumulate in sulfuric acid solutions. If complexing reagents are introduced into the system - ammonia, citric acid, glycine, sufficiently stable complexes with Cu²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺ ions are formed in solution. Data on the stability of these compounds are given in Table 1.

The formation of ammonia complexes leads to a shift in the reduction potential of copper to a more negative region, and for copper this shift was significant. The value of the reduction potential of copper still remained positive than the potential for the release of nickel and zinc. The recovery potential of nickel and zinc shifts to the positive region.

Table 1. Stability of copper, nickel and zinc complexes

Metal ion	lg K ₁	lg K _{1,2}	lg K _{1,2,3}	lg K _{1,2,3,4}	lg K _{1,2,3,4,5}	lg K _{1,2,3,4,5,6}
Ammonia complexes						
Cu ²⁺	3,99	7,33	10,06	12,03	11,43	8,9
Ni ²⁺	2,69	4,79	6,40	7,47	8,10	8,01
Zn ²⁺	2,18	4,43	6,74	8,70	-	-
Citrate complexes [(CH ₂) ₂ C(OH)(COO) ₃] ³⁻						
Cu ²⁺	5,90	-	-	-	-	-
Ni ²⁺	5,40	-	-	-	-	-

				$[(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})(\text{COO})_2]^{2-}$		
Cu^{2+}	3,42	-	-	-	-	-
Ni^{2+}	3,30	-	-	-	-	-
				$[(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})_2\text{COO}]^-$		
Cu^{2+}	2,26	-	-	-	-	-
Ni^{2+}	1,75	-	-	-	-	-

These data were obtained for both copper and titanium stationary electrodes. The polarization curves are shown in Figures 1-4. The magnitude of the limiting current increased with an increase in

the concentration of metal ions. It should be noted that the limiting currents on the titanium electrode were 5-10 times higher than the corresponding values obtained on the copper electrode.

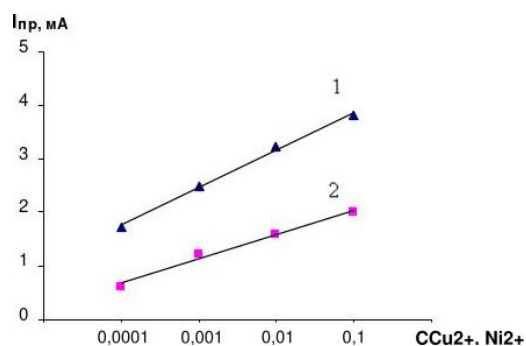


Figure 1 - Dependence of the limiting reduction current of Cu^{2+} (1) and Ni^{2+} (2) on a copper electrode on the concentration of ions in solution. Ion concentrations, mol/l: 0,0001; 0,001; 0,01; 0,1

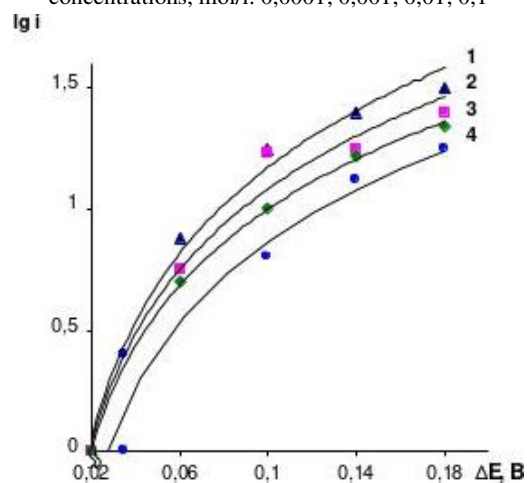


Figure 3. Dependence of $\lg I$ on the ΔE -reduction process of Ni^{2+} concentration of 10^{-1} mol/l on a copper electrode with the addition of citric acid, g-eq/l: 1-0,01; 2-0,025; 3-0,05; 4-0,1

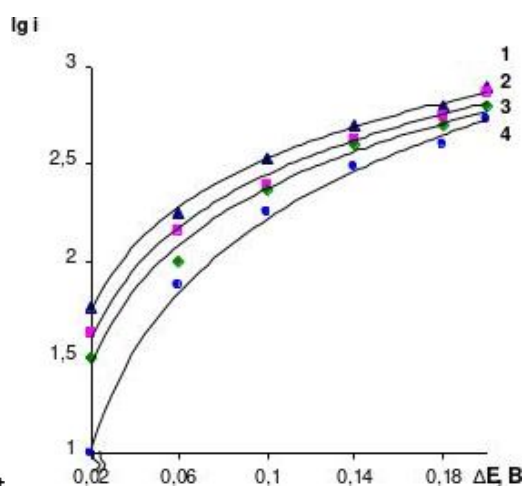


Figure 2 - Dependence of $\lg I$ on the ΔE -reduction process of Cu^{2+} concentration of 10^{-1} mol/l on a titanium electrode with the addition of citric acid, g-eq/l: 1-0,01; 2-0,025; 3-0,05; 4-0,1

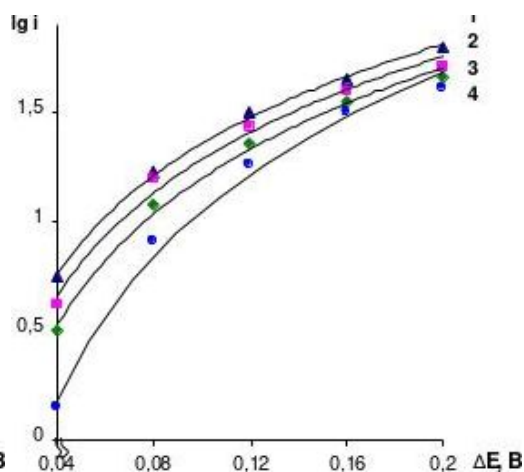


Figure 4 - Dependence of $\lg I$ on the ΔE -reduction process of Zn^{2+} concentration of 10^{-1} mol/l on a copper electrode with the addition of citric acid, g-eq/l: 1-0,01; 2-0,025; 3-0,05; 4-0,1

The reduction of copper, nickel and zinc on a titanium electrode occurs in a more negative potential range compared to copper (Table 2), although the nature of the electrode does not significantly affect

the shape of the polarograms. The value of the half-wave potential on a titanium electrode shifts to a less negative region with an increase in the concentration of ions in the solution, whereas on a copper electrode

it remains at the same level. So, for example, when the copper concentration changes from 10^{-4} to 10^{-1} M on a titanium electrode, the half-wave potential changes from -0,68 V to -0,54 V, on a copper electrode it remains at -0,54 V to -0,52 V.

Table 2 - The effect of the concentration of ammonia complexes on $-E_{1/2}$ and I_{pr}

Cu ²⁺	Concentration, mol/l		I _{pr} , mA	-E _{1/2} , B	Cathode material
	Ni ²⁺	Zn ²⁺			
10 ⁻¹			3,9	0,52	Cu
10 ⁻²			3,15	0,54	
10 ⁻³			2,4	0,53	
10 ⁻⁴			1,7	0,54	
	10 ⁻¹		3,3	0,58	Cu
	10 ⁻²		2,85	0,60	
	10 ⁻³		2,3	0,59	
	10 ⁻⁴		1,8	0,56	
		10 ⁻¹	2	0,62	Cu
		10 ⁻²	1,5	0,58	
		10 ⁻³	1,2	0,58	
		10 ⁻⁴	0,7	0,565	
10 ⁻¹			60	0,54	Ti
10 ⁻²			47	0,60	
10 ⁻³			35	0,63	
10 ⁻⁴			22	0,66	
	10 ⁻¹		51	0,62	Ti
	10 ⁻²		40	0,64	
	10 ⁻³		29	0,63	
	10 ⁻⁴		18	0,65	
		10 ⁻¹	44	0,68	Ti
		10 ⁻²	34	0,67	
		10 ⁻³	25	0,64	
		10 ⁻⁴	15	0,635	

Citric acid shifts the copper half-wave potential to a more negative area. If, in the absence of citric acid, the difference in the half-wave potentials of copper and nickel is (on a titanium electrode) -0,08 V, copper and zinc - 0,14 V, then in the presence of citric acid in the solution, the difference in the half-wave potentials of copper and nickel is 0,015 V, copper and zinc -0,005 V. In this case, the reduction potentials of copper, nickel and zinc converge. This promotes the joint electrodeposition of Cu, Ni and Zn. Table 3 shows the data on the effect of citrate ions on the reduction potentials and the magnitude of the limiting current.

Table 3 -The effect of citric acid additions on $-E_{1/2}$ and I_{pr}

Cu ²⁺	Concentration, mol/l		C _{citric acid}	I _{pr} , mA	-E _{1/2} , B	Cathode material
	Ni ²⁺	Zn ²⁺				
10 ⁻¹			0	3,9	0,52	Cu
			0,01	3,5	0,54	
			0,025	3,2	0,53	
			0,05	3,4	0,54	
			0,1	3,9		
	10 ⁻¹		0	3,3	0,58	Cu
			0,01	2,6	0,60	
			0,025	2,1	0,59	
			0,05	1,6	0,56	

		0,1	1,5		
	10 ⁻¹	0	2	0,62	
		0,01	1,7	0,58	
		0,025	1,5	0,58	Cu
		0,05	1,6	0,565	
		0,1	1,3		
10 ⁻¹		0	60	0,54	
		0,01	58	0,60	
		0,025	56	0,63	Ti
		0,05	50	0,66	
		0,1	40		
	10 ⁻¹	0	51	0,62	
		0,01	48	0,64	
		0,025	41	0,63	Ti
		0,05	41	0,65	
		0,1	36,6		
	10 ⁻¹	0	44	0,68	
		0,01	41	0,67	
		0,025	38	0,64	Ti
		0,05	37	0,635	
		0,1	32		

The value of the limiting current decreased with an increase in the concentration of the citric acid additive, especially when using a titanium electrode. Glycine additives shift the half-wave potential of both copper, nickel and zinc to a less negative region (by 0,078 V for copper, 0,11 V for nickel, 0,12 V for zinc). But a significant gap between them remains. The presence of glycine also led to a significant

change in the value of the limiting current at the electrodes (Table 4).

Changes in the voltammetric behavior of metals in the presence of citric and aminoacetic (glycine) acids are associated with the noted processes of complexation, the transition of metals from one complex form to another.

Table 4 - The effect of glycine additives on $-E_{1/2}$ and I_{pr}

Cu ²⁺	Concentration, mol/l		Glycine, г-экв/л	I_{np} , mA	$-E_{1/2}$, B	Cathode material
	Ni ²⁺	Zn ²⁺				
10 ⁻¹			0	3,9	0,52	
			0,01	3,4	0,54	
			0,025	3,1	0,53	Cu
			0,05	3,3	0,54	
			0,1	3,1		
	10 ⁻¹		0	3,3	0,58	
			0,01	2,9	0,60	
			0,025	2,5	0,59	Cu
			0,05	2,6	0,56	
			0,1	2,65		
	10 ⁻¹		0	2	0,62	
			0,01	1,7	0,54	
			0,025	1,6	0,52	Cu
			0,05	1,8	0,525	
			0,1	1,5	0,50	

Conclusions. Thus, if complexing reagents - ammonia, citric acid, glycine - are introduced into the system, sufficiently stable complexes with Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} ions are formed in the solution. Glycine makes the system more stable, which is associated with the formation of homogeneous complexes. Citric acid reduces the limiting current, but the equilibrium character remains unchanged. At the same time, the reduction potentials of copper, nickel and zinc converge, which contributes to their joint electrodeposition. The results of the research can be used to solve problems in the field of processing solutions derived from the cycle of electrolytic refining of copper.

Литература

1. Омаров Х.Б., Жарменов А.А., Сагиндыкова З.Б. Мышьяк в гидрохимических процессах медного производства. - Караганда: Изд-во КарГУ, 2007. - 167 с.
2. Жарменов А.А., Милицин В.В., Омаров Х.Б. и др. Опытнo-промышленные испытания аммиачной технологии переработки медного электролита на АО «Жезказганцветмет» // Промышленность Казахстана. 2000. - №3.- С. 51-93.
3. Cumbal L. Sen Gupta A.K. Arsenic removal using polymer-supported hydrated Iron (III) oxide nanoparticles: role of donnan membrane effect // Environ. Sci. Technol. - 2005, №39. - P. 6508-6515.
4. Шаталов В.В., Смирнова Н.М., Глухова Л.П., Савельева Т.И. Мембранные процессы в гидрометаллургии // Цветные металлы. - 2003. - №4. - С. 53-57.
5. Тодоров С.А., Лайнер Ю.А., Медведев А.С. Утилизация низкоконцентрированных растворов с использованием электродиализа // Цветная металлургия. - 2004. - №3. - С. 37-39.
6. Шапошник В.А., Котов В.,В, Кобелева Н.С. Влияние плотности тока на эффективность разделения ионов при электродиализе // Прикладная химия. - 1980. - №5. - С. 1058-1061.
7. Разделение и очистка веществ методом электродиализа с ионообменными мембранами // РЖХ. - 1986. - 5ЛЗБ.
8. Певницкая М.В., Гнусин Н.П., Лаврова Т.А. Электрический перенос ионов через катионитовую мембрану в смешанных растворах солей // Известия СО АН СССР, Серия химических наук. - 1965. - №7. - С. 13-18.
9. Жарменов А.А. Электродиализная переработка растворов электролитического рафинирования меди: автореф... канд. техн. наук: - Алма-Ата, 1982. -21с.
10. Жарменов А.А., Шарипов М.Ш. Избирательность катионитовых мембран в сернокислых растворах никеля и меди //Прикладная химия. - 1985. -№2.-С.275-278.
11. Agraz R., Sevilla M.T. and Hernandez L. Chemically modified electrode for the simultaneous determination of trace metals and speciation analysis. Anal. Chim. Acta. 1993. Vol. 273. P. 205.
12. Багхери А., Маранд М.Х. Вольтамперометрическое и потенциометрическое определение Cu^{2+} с помощью электрохимического сенсора на основе сверхокисленного полипиррола. Электрохимия. 2020. Т. 56. № 6. С. 483-493.
13. Касач А.А., Харитонов Д.С., Радченко С.Л. и др. Исследование влияния параметров импульсного электролиза на процесс электроосаждения сплава медь-олово из сульфатного электролита. Электрохимия. 2020. Т. 56. №9. С.820-830.
14. Zanganeh A.R. and Amini M.K. Polypyrrole-modified electrodes with induced recognition sites for potentiometric and voltammetric detection of copper (II) ion. Sens. Act. B. 2008/ Vol. 135. P. 358.
15. Meudre C., Ricg I., Hihn J.Y. and others. Absorption of gelatin during electrodeposition of copper and tin-copper alloys from acid sulfate electrolyte. Surf. Coat. Tech., 2014. Vol. 252. P.93.
16. Желис Х.П. Винкавичус И.И. Химическое осаждение никелевых сплавов // Труды АН Лит ССР. -1985 Б. - № 61.151. - С.3-9.
17. А.С. 1148903 СССР. Способ переработки медного электролита электролизом / А.А. Жарменов и др.; опубл. 1985, Бюл. №13.

References

1. Omarov Kh.B., Zharmenov A.A., Sagyndykova Z.B. Myshyak v gidrochemitheskikh processakh mednogo proizvodstva. -Karaganda:Izd-vo KarGU, 2007. -167s.

-
2. Zharmenov A.A., Milicin V.V., Omarov Kh.B. i dr. Opytno-promyshlennyye ispytaniya ammiatnoi tehnologii pererabotki mednogo electrolita na AO «Zhezkazgancvetmet» // Promyshlennost Kazakhstana. 2000. -№3. -S. 51-93.
 3. Cumbal L. Sen Gupta A.K. Arsenic removal using polymer-supported hydrated Iron (III) oxide nanoparticles: role of donnan membrane effect // Environ. Sci. Technol. - 2005, №39. - P. 6508-6515.
 4. Shatalov V.V., Smirnova N.M., Glukhova L.P., Savelieva T.I. Membrannyye process v gidrometallurgii // Cvetnyye metally. - 2003. -№3. -S. 53-57.
 5. Todorov S.A., Lainer Ua.A., Medvedev A.S. Utilizaciya nizkoconcentrirovannykh rastvorov s ispolzovaniem electrodializa // Cvetnaya metallurgiya. - 2004. - №3. -S. 37-39.
 6. Shaposhnik V.A., Kotov V.V., Kobeleva N.S. Vliyanie plotnosti toka na effectivnost razdeleniya ionov pri electrodiализe // Prikladnaya khimiya. - 1980. - №5. - S. 1058-1061.
 7. Razdelenie i othistka veschestv metodom electrodializa s ionoobmennymi membranami // RZhCh. - 1986. - 5L3B.
 8. Pevnickaya M.V., Gnusin N.P., Lavrova T.A. Electritheskii perenos ionov therez kationitovuua membranu v smeshannykh rastvorach solei // Izvestiya SO AN SSSR, Seriya chimitheskikh nauk. - 1965. - №7. - S. 13-18.
 9. Zharmenov A.A. Electrodiализnaya pererabotka rastvorov electrolititheskogo rafinirovaniya medi: avtoref...kand. techn. nauk: - Alma-Ata, 1982. -21s.
 10. Zharmenov A.A., Sharipov M.Sh. Izbiratelnost kationitovykh membran v sernokislykh rastvorach niceleya i medi // Prikladnaya khimiya. . - 1985. -№2.-S.275-278.
 11. Agraz R., Sevilla M.T. and Hernandez L. Chemically modified electrode for the simultaneous determination of trace metals and speciation analysis. Anal. Chim. Acta. 1993. Vol. 273. P. 205.
 12. Bagcheri A., Marand M.Ch. Voltamperometheskoe i potenciometricheskoe opredelenie Cu^{2+} s pomoshchua electrochimitheskogo sensora na osnove sverchokislennoy polipirolla. Electrokhimiya. 2020. T. 56. № 6. S. 483-493.
 13. Kasath A.A., Charitonov D.S., Radthenko S.L. i dr. Issledovanie vliyaniya parametrov impulsnogo electroliza na process electroosagdeniya splava med-olovo iz sulfatnogo electrolita. Electrokhimiya. 2020. T. 56. №9. S.820-830.
 14. Zanganeh A.R. and Amini M.K. Polypyrrole-modified electrodes with induced recognition sites for potentiometric and voltammetric detection of copper (II) ion. Sens. Act. B. 2008/ Vol. 135. P. 358.
 15. Meudre C., Ricg I., Hihn J.Y. and others. Absorption of gelatin during electrodeposition of copper and tin-copper alloys from acid sulfate electrolyte. Surf. Coat. Tech., 2014. Vol. 252. P.93.
 16. Zhelis Ch.P., Vinkavithus I.I. Chimicheskoe osazhdenie nicelevykh splavov // Trudy AN Lit. SSR. -1985 B. - № 61.151. - S.3-9.
 17. A.S. 1148903 SSSR. Sposob pererabotki mednogo electrolita electrolizom / A.A.Zharmenov i dr.; opubl. 1985, Bual. №13.

Information about authors

- Omarov Khylysh Beisenovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, Astana, e-mail: homarov1963@mail.ru
- Nurtai Zhadyra Tastenbekovna, PhD, Associate Professor of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, Astana, e-mail: zhadira_nurtai@mail.ru
- Kopylov Nikolai Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher, Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Novosibirsk, e-mail: kopylov@narod.ru

Сведения об авторах

- Омаров Хылыш Бейсенович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры химии, химической технологии и экологии Казахского университета технологии и бизнеса, Республика Казахстан, г. Астана, e-mail: homarov1963@mail.ru

- Нұртай Жадыра Тастенбековна, доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры химии, химической технологии и экологии Казахского университета технологии и бизнеса, Республика Казахстан, г. Астана, e-mail: zhadira_nurtai@mail.ru
- Копылов Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, Россия, г. Новосибирск, e-mail: kopylov@narod.ru

СПРОС НАСЕЛЕНИЯ НА ЗЕРНОВЫЕ НАПИТКИ В РК

А.Ж.Хастаева*^{ID}, А.А.Бектурганова^{ID}, А.М.Омаралиева^{ID}, А.Ж.Сериков^{ID}, Р.К.Суюндык
Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан,
e-mail: gera_or@mail.ru

Сегмент молочных альтернатив продолжает активно развиваться. Растительные напитки больше не являются просто данью моде или продуктом для узкого круга последователей вегетарианства. Интерес к категории со стороны традиционных производителей молочной продукции является наглядным подтверждением того, что направление вышло за рамки нишевого бизнеса и может конкурировать даже с обычным молоком.

Ключевые слова: растительное молоко, омега-3, потребитель, опрос.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ АСТЫҚ СУСЫНДАРЫНА ХАЛЫҚТЫҢ СҰРАНЫСЫ

А.Ж.Хастаева*^{ID}, А.А.Бектурганова^{ID}, А.М.Омаралиева^{ID}, А.Ж.Сериков^{ID}, Р.К.Суюндык
Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,
e-mail: gera_or@mail.ru

Сүт баламаларының сегменті белсенді дамуын жалғастыруда. Өсімдік негізіндегі сусындар енді сәнге немесе вегетариандық ізбасарлардың тар шеңберіне арналған өнім емес. Дәстүрлі сүт өндірушілерінің санатқа деген қызығушылығы бұл бағыттың тауашалық бизнестен тыс болғанын және тіпті қарапайым сүтпен бәсекеге түсе алатындығының айқын дәлелі болып табылады.

Түйін сөздер: өсімдік сүті, омега-3, тұтынушы, сауалнама.

POPULATION DEMAND FOR VEGETABLE DRINKS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

A.Zh.Khastayeva*^{ID}, A.A. Bekturganova^{ID}, A. M. Omaraliyeva^{ID}, A.Zh.Serikov^{ID}, R.K.Suyundyk
Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan,
e-mail: gera_or@mail.ru

The segment of dairy alternatives continues to develop actively. Herbal drinks are no longer just a fashion statement or a product for a narrow circle of vegetarian followers. Interest in the category from traditional dairy producers is a clear confirmation that the direction has gone beyond the niche business and can even compete with regular milk.

Keywords: vegetable milk, omega-3, consumer, survey.

Введение. Активное развитие производства растительного молока связано с индивидуальной непереносимостью лактозы или молочного казеина и активной пропагандой вегетарианства, а также с физиологическими преимуществами потребления растительного белка, особенно с геродиетическим питанием [1-5].

В настоящее время разработаны функциональные пищевые продукты, в состав которых входят биологически активные соединения, выделенные из растений, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики, минералы и витамины [6-9].

По прогнозам аналитиков международного рынка в 2022 году рынок растительных заменителей молока вырос до 9 млрд. \$. В год площадка по производству растительного молока будет прибавлять по 7,1% в стоимостном выражении. За пять

лет продажи в сегменте производства растительных напитков выросли на 61%, в то время как показатели коровьего молока, напротив, снизились на 15% [10-12].

Необходимо отметить, что анализ существующего рынка растительного молока, а также маркетинговые исследования вносят существенный вклад в развитие производства данной продукции.

Для разработки новой технологии важно знать предпочтения населения в потреблении той или иной группы товаров, особенно это важно для рынка напитков функционального назначения, насчитывающего большое разнообразие ассортимента.

Материалы и методы. Нами проведен социологический опрос методом онлайн - анкетирования, на основании чего проанализирован спрос на растительные напитки среди населения разных воз-

растов, изучены потребности жителей Казахстана в растительных напитках.

Представленная для опроса анкета состояла из 15 вопросов. Вопросы анкеты раскрывают возраст и пол участников, частоту употребляемости растительных напитков, каким продуктам и производителям они отдают предпочтение, а также какую еще продукцию хотят увидеть в будущем на рынке Казахстана.

Результаты и обсуждение. В результате анкетирования были получены анкеты от 317 респондентов из различных регионов Казахстана.

Вопросы анкеты были составлены с учетом тенденций, наблюдающихся в развитии производства новых видов напитков из зерновых культур. Известно, что в последнее время происходит постепенный отказ от использования искусственных пищевых добавок, что связано со сменой приорите-

тов со стороны потребителей, которые все больше заботятся о своем здоровье и предпочитают покупать натуральные и полезные для организма продукты или делают выбор в пользу низкокалорийных продуктов. У некоторой части категории граждан улучшается материальное положение, и, как следствие, возрастают требования к употребляемым продуктам питания с учетом того, что регулярный вывод на рынок новинок, в том числе с новыми вкусовыми сочетаниями, оригинальной рецептурой является еще одной важной тенденцией последних лет.

Большую часть опрошенных респондентов составили девушки и юноши в возрасте от 18 до 30 лет, также значительный сегмент занимали респонденты от 30 до 40 и от 40 до 50 лет в соответствии с рисунком 1.

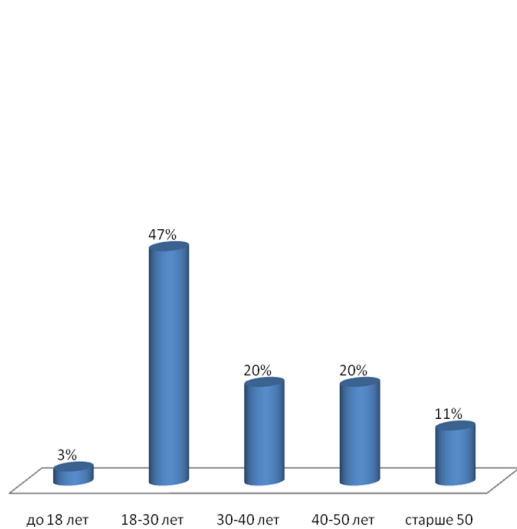


Рис. 1 - Распределения респондентов по возрастному признаку

■ Женщины ■ Мужчины

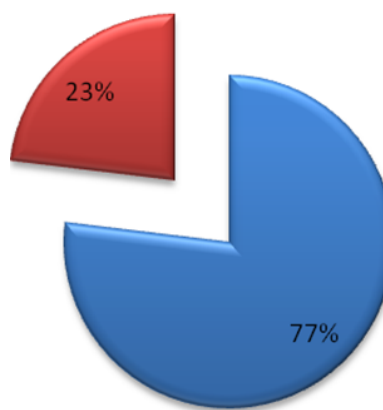


Рис. 2 - Распределения респондентов по половому признаку

В соответствии с рисунком 2 доля женщин, принявших участие в опросе, составила 77 %, соответственно мужчин - 23 %.

Анализ результатов опроса выявил, что большинство (23,1%) употребляют растительное молоко не реже 4-х раз в неделю. Так же, что 20,80% респондентов предпочитают употреблять растительное молоко 1-2 раза в неделю (рисунок 3). Учитывая также, что более 11,60% опрошенных потребляют данный вид продукции ежедневно, можно говорить о значительной роли растительного молока в питании потребителей.

Лидером по употреблению молока в будни является коровье питьевое молоко (более 69,4%). Около 34,7% опрошенных предпочитали овсяное молоко, более 23,7% респондентов назвали рисовое молоко в качестве ежедневно употребляемого продукта (рисунок 4).

На вопрос, «С какой целью вы покупаете растительное молоко?» 43,40% респондентов ответили, что у них интерес к новым продуктам; 26,6% опрошенных ответили, что употребляют растительное молоко с чаем/кофе, 34,7% потребителей употребляют растительное молоко, в связи с тем, что придерживаются принципам правильного питания. 31,8% респондентов употребляют растительное молоко, как самостоятельный продукт, и у 6,9% опрошенных имеется непереносимость лактозы (рисунок 5).

На вопрос, «Покупаете ли вы растительное молоко?» большая часть опрошенных ответили положительно (63%) (рисунок 6).

При выборе растительного молока как для женщин, так для мужчин (независимо от возраста) наиболее

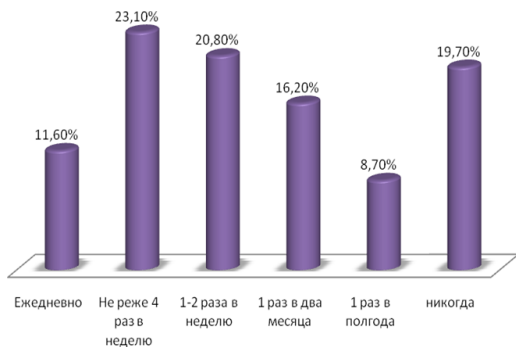


Рис. 3 - Частота потребления растительного молока

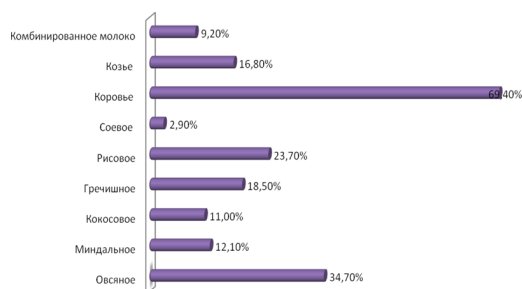


Рис. 4 - Предпочтений разных видов молока в будни

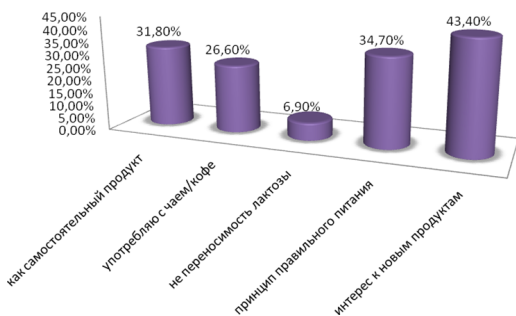


Рис. 5 - Ответы респондентов на вопрос: «С какой целью покупаете растительное молоко?»

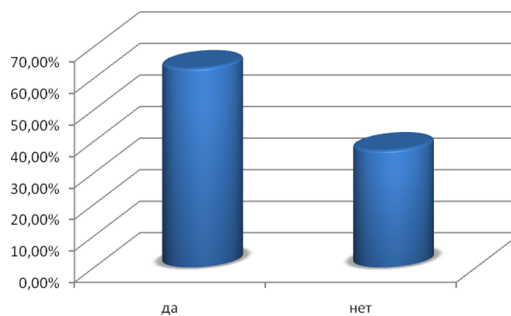


Рис. 6 - Ответы на вопрос: «Покупаете ли вы растительное молоко?»

важным критерием являются качество продукта (57,8%). Часть потребителей отметили важным критерием натуральность ингредиентов (50,3%), в то время как известность марки практически не играет роли (не более 6,9%) (рисунок 7).

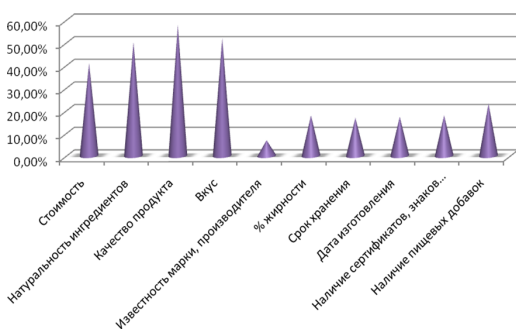


Рис. 7 - Критерий выбора растительного молока

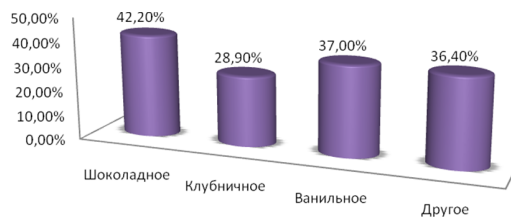


Рис. 8 - Предпочтения вкуса при выборе растительного молока

В соответствии с рисунком 8, 42,2% респондента предпочитают употреблять растительное молоко с шоколадным вкусом, тогда как 37% опрошенных выбирают растительное молоко с ванильным вкусом. 36,4% респондентов считают, что ассортимент растительного молока недостаточно широким, в то время как 15,6% потребителей считают выбор растительного молока достаточно широким. 23,1% опрошенных воздержались, в связи с тем, что затруднились ответить (рисунок 9).

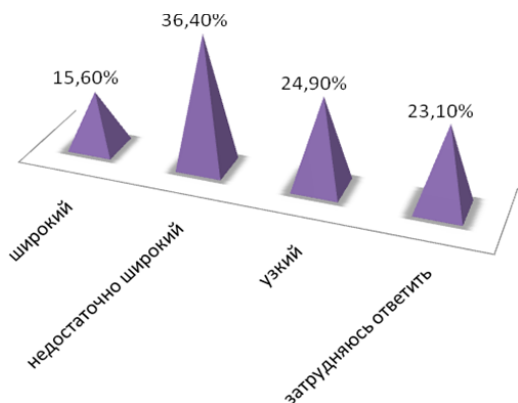


Рис. 9 - Широта ассортимента растительного молока

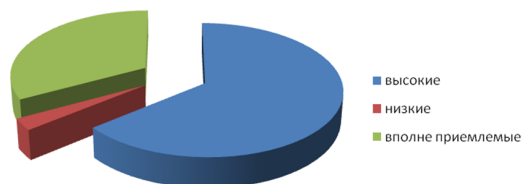


Рис. 10 - Ценовой сегмент на растительное молоко

На вопрос «Как вы считаете, в данный момент цены на растительное молоко» 64,2% респондентов ответили, что цены на растительное молоко высокие; 32,9% опрошенных считают, что цены на растительное молоко вполне приемлемые, и только - 2,9% респондентов считают, что цены на растительное молоко низкие (рисунок 10).

На вопрос «Вы хотели бы, чтобы растительное молоко обогащали Омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами?», 90% респондентов ответили положительно (рисунок 11).

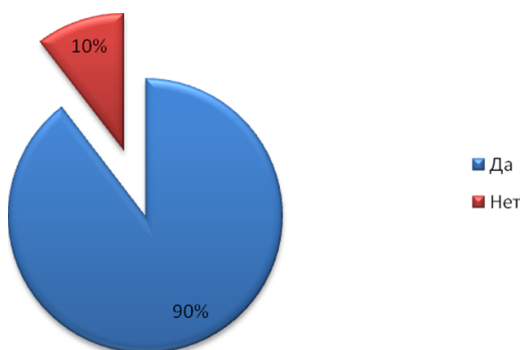


Рис. 11 - Ответы на вопрос: «Вы хотели бы, чтобы растительное молоко обогащали Омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами?»

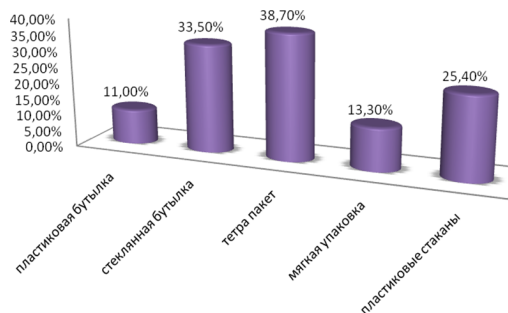


Рис. 12 - Ответы респондентов на вопрос: «В какой упаковке вы обычно предпочитаете растительное молоко?»

Большинство опрошенных (38,7%) предпочитают, чтобы растительное молоко упаковывали в тетра пакетах, тогда как 33,5% респондентов желают покупать растительное молоко в стеклянных бутылках, соответственно, только 25,40% потребителей желают покупать растительное молоко в пластиковых стаканах (рисунок 12). Так же благодаря опросу мы смогли выяснить основной контингент потребителей. В числе тех, кто часто употребляет растительное молоко, это служащий либо специалисты (21%). 21,8% студентов являются потребителями растительного молока. У руководителей среднего звена (15%); домохозяйек (13,3%); рабочих (9,8%) в рационе также используется растительное молоко (рисунок 13).

В опросе участвовали жители всей республики, но большая часть респондентов из г.Нур-Султан

(42,2%); г.Алматы (17,3%); г.Шымкент (14,5%); Павлодарской области (5,2%) и Акмолинской области так же (5,2%).

Таким образом, по результатам проведенного социологического опроса сделан вывод, что около 42,2% респондентов предпочитают растительное молоко с шоколадным вкусом, такие критерии, как натуральность продуктов важны для 50,3%, цена - для 41%, жирности - для 17,9%.

В дальнейшем опрос показал, что 89,6% респондентов готовы употреблять растительное молоко, если бы они были дополнительно обогащены Омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами. Около 43,4% опрошенных стремятся покупать новые изделия, поэтому производство растительного молока, обогащенного Омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами, должно явиться

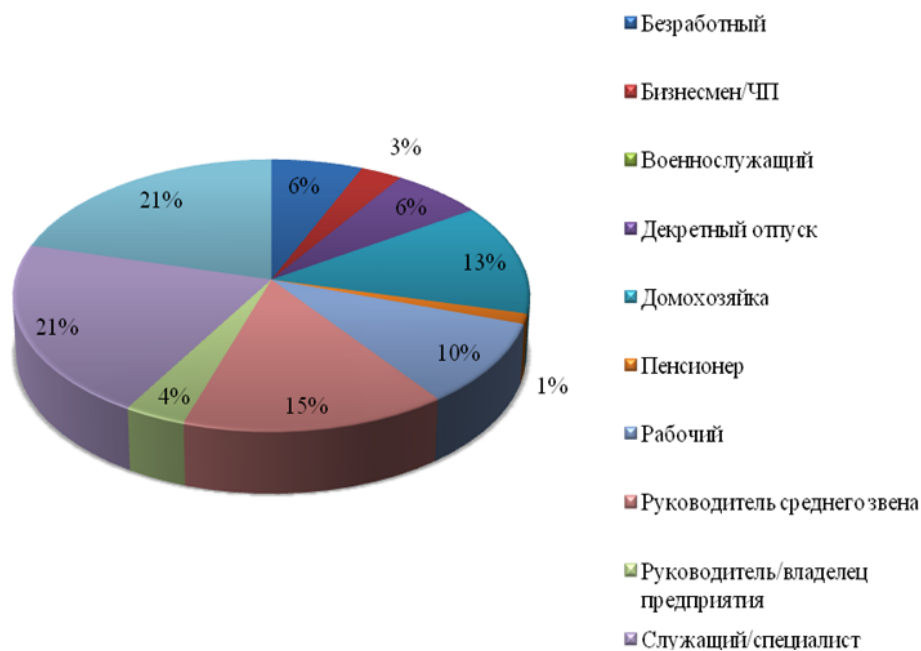


Рис. 13 - Ценовой сегмент на растительное молоко

одним из приоритетов предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности при разработке продуктов массового потребления.

Выводы. Проведен социологический опрос методом онлайн-анкетирования, на основании чего проанализирован спрос на растительные напитки

Научно-исследовательская работа выполняется в рамках ПЦФ Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан BR10764970 по теме «Разработка наукоемких технологий глубокой переработки с/х сырья в целях расширения ассортимента и выхода готовой продукции с единицы сырья, а также снижения доли отходов в производстве продукции» на 2021-2023 гг.

среди населения разных возрастов, изучены потребности жителей Казахстана в растительных напитках. В результате анкетирования были получены анкеты от 317 респондентов из различных регионов Казахстана.

Литература

1. Будько, Д. Мировой рынок альтернативных молочных продуктов: ожидается стремительный рост / Д. Будько // Бизнес пищевых ингредиентов. Апрель-май 2016 [Текст]. - Режим доступа: <https://novaprodukt.ru>.
2. Settaluri, V.S. Peanuts and their nutritional aspects - a review / V.S. Settaluri, C.V.K. Kandala, N. Puppala, J. Sundaram // Food and Nutrition Sci-ences. - 2012. - V. 3. - No. 12.- P. 1644-1650, doi: 10.4236/fns.2012.312215.
3. Sethi, S. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review / S. Sethi, S.K. Tyagi, R.K. Anurag // Journal of Food Science and Technology. - 2016. - V. 53. - Iss. 9. - P. 3408-3423, doi:10.1007/s13197-016-2328-3.
4. Samofalova, L.A. Scientific justification of the use of germinating seeds of dicotyledonous plants in the production of plant bases and substitutes for dairy products of functional significance: abstract. diss. ... Doctor of Technical Sciences: 05.18.07 / L.A. Samofalova. - St. Petersburg, 2010 - 32 p.
5. Makinen, O.E. Foods for special dietary needs: non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products / O.E. Makinen, V. Wanhala, E. Zannini, E.K. Arendt // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. - 2016. - V. 56 (3). - P. 339-49, doi:10.1080/10408398.2012.761950.
6. Gouw, V.P.; Jung, J.; Zhao, Y. Functional properties, bioactive compounds, and in vitro gastrointestinal digestion study of dried fruit pomace powders as functional food ingredients. LWT Food Sci. Technol. 2017, 80, 136-144.

7. Rathore, S.; Salmeron, I.; Pandiella, S.S. Production of potentially probiotic beverages using single and mixed cereal substrates fermented with lactic acid bacteria cultures. *Food Microbiol.* 2012, 30, 239-244.
8. Vieira da Silva, B.; Barreira, J.C.M.; Oliveira, M.B.P.P. Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. *Trends Food Sci. Technol.* 2016, 50, 144-158.
9. Yasmin, A.; Butt, M.S.; van Baak, M.; Shahid, M.Z. Supplementation of prebiotics to a whey-based beverage reduces the risk of hypercholesterolaemia in rats. *Int. Dairy J.* 2015, 48, 80-84.
10. <https://milknews.ru>
11. Hambleton, M. Us non-dairy milk market re-port / М. Hambleton [Текст]. - Режим доступа: <https://store.mintel.com>.
12. Как развивается рынок растительных аналогов молока? // Milknews: Новости и аналитика молочного рынка. - 03.05.2018.

References

1. Budko, D. "World market of alternative dairy products: rapid growth expected." *Business of food ingredients.* April-May 2016. Accessed on <https://novaprodukt.ru>.
2. Settaluri, V.S. Peanuts and their nutritional aspects - a review / V.S. Settaluri, C.V.K. Kandala, N. Puppala, J. Sundaram // *Food and Nutrition Sci-ences.* - 2012. - V. 3. - No. 12.- P. 1644-1650, doi: 10.4236/fns.2012.312215.
3. Sethi, S. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review / S. Sethi, S.K. Tyagi, R.K. Anurag // *Journal of Food Science and Technology.* - 2016. - V. 53. - Iss. 9. - P. 3408-3423, doi:10.1007/s13197-016-2328-3 .
4. Samofalova, L.A. Scientific justification of the use of germinating seeds of dicotyledonous plants in the production of plant bases and substitutes for dairy products of functional significance: abstract. diss. ... Doctor of Technical Sciences: 05.18.07 / L.A. Samofalova. - St. Petersburg, 2010 - 32 p
5. Makinen, O.E. Foods for special dietary needs: non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products / O.E. Makinen, V. Wanhala, E. Zannini, E.K. Arendt // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* - 2016. - V. 56 (3). - P. 339-49, doi:10.1080/10408398.2012.761950.
6. Gouw, V.P.; Jung, J.; Zhao, Y. Functional properties, bioactive compounds, and in vitro gastrointestinal digestion study of dried fruit pomace powders as functional food ingredients. *LWT Food Sci. Technol.* 2017, 80, 136-144.
7. Rathore, S.; Salmeron, I.; Pandiella, S.S. Production of potentially probiotic beverages using single and mixed cereal substrates fermented with lactic acid bacteria cultures. *Food Microbiol.* 2012, 30, 239-244.
8. Vieira da Silva, B.; Barreira, J.C.M.; Oliveira, M.B.P.P. Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. *Trends Food Sci. Technol.* 2016, 50, 144-158.
9. Yasmin, A.; Butt, M.S.; van Baak, M.; Shahid, M.Z. Supplementation of prebiotics to a whey-based beverage reduces the risk of hypercholesterolaemia in rats. *Int. Dairy J.* 2015, 48, 80-84.
10. <https://milknews.ru>
11. Hambleton, M. Us non-dairy milk market re-port / М. Hambleton [Текст]. - Режим доступа: <https://store.mintel.com>
12. "How is the market for plant-based milk analogues developing?" *Milknews: Dairy Market News and Analysis.* May 3, 2018.

Сведения об авторах

- Хастаева Айгерим Жанузаковна - phd, Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, e-mail: gera_or@mail.ru
- Бектурганова Альмира Ануарбековна - к.т.н., асс.профессор. Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, e-mail: 1968al1@mail.ru.

-
- Омаралиева Айгуль Махмудовна - к.т.н., асс.профессор. Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, e-mail: aigul-omar@mail.ru.
 - Сериков Алмас Жанузакович - м.т.н., Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, e-mail: Almas.serikov.zh@mail.ru
 - Суяндык Райымбек Конакбайұлы - магистрант, Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан

Information about authors

- Khastayeva Aigerim Zhanuzakovna - phd, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: gera_or@mail.ru
- Bekturganova Almira Anuarbekovna - PhD, assistant professor. Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: 1968all@mail.ru
- Omaralieva Aigul Makhmudovna - Ph. Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: aigul-omar@mail.ru
- Serikov Almas Zhanuzakovich - M.Sc., Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: Almas.serikov.zh@mail.ru
- Suyundyk Rayymbek Konakbayuly - Master student, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan

SAFETY STUDY OF UZBEKISTAN FRESHWATER FISH AND THEIR CANNED FISH

I.B. Pulatov^{1*}, K.M Zhuraeva², K.O Dodaev², Kh.N. Niyozov²

¹University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, Samarkand, Uzbekistan, ²Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, email: pulatov.i1990@mail.ru

Methods for industrial processing of freshwater fish, ensuring the safety of canned fish, quantitative and qualitative determination of the chemical composition of the tested range of fish and canned food from them, including proteins with an essential amino acid composition, carbohydrates, fats, minerals, vitamins, enzymes, detection of hazardous components, including heavy metals and their salts, conversion products of pesticides, herbicides, antibiotics, the presence of radionuclides using gas-liquid chromatography methods, ways to eliminate them, finding ways to eliminate them, thereby ensuring the food safety requirements of a particular fish variety, or identifying a hazard, hidden in one or another canned fish, development of suitability criteria for canning fish of a particular variety, depending on the area where the fish is grown, the composition of groundwater and air of a given lake, river or artificial reservoir, as well as the method of preservation and the composition of auxiliary materials, such as sauce tomato, vegetable oil, used in canning fish, which is the scientific novelty and practical value of this research work, which ultimately allows you to create a map of the use of freshwater fish production in Uzbekistan, canning methods, compiling a list of ingredients for canned food for the production of canned fish, development of individual technology for production.

Keywords: presswater fish, roach, silver carp, carp, catfish, safety, proteins, fats, carbohydrates, vitamins, heavy metals.

ӨЗБЕКСТАН ТҮШЫ СУ БАЛЫҚТАРЫНЫҢ ЖӘНЕ ОНЫҢ КОНСЕРВЕРЛЕРІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ

И.Б. Пулатов^{1*}, Қ.М. Жураева², Қ.О. Додаев², Х.Н. Ниёзов²

¹Ветеринария, мал шаруашылығы және биотехнология университеті, Өзбекстан, Самарқанд, ²Химиялық технология институты, Ташкент, Өзбекстан, email: pulatov.i1990@mail.ru

Тұщы су балығын өнеркәсіптік өңдеу әдістері, балық консервілерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету, балық пен консервілердің сыналатын ассортиментінің химиялық құрамын, оның ішінде алмастырылмайтын аминқышқылдық құрамы бар ақуыздарды, көмірсуларды, майларды, минералды заттарды сандық және сапалық анықтау, дәрумендер, ферменттер, қауіпті компоненттерді, оның ішінде ауыр металдар мен олардың тұздарын, пестицидтердің, гербицидтердің, антибиотиктердің конверсиялық өнімдерін анықтау, газ-сұйықтық хроматография әдістерін қолдану арқылы радионуклидтердің болуы, оларды жою жолдары, оларды жою жолдарын табу, сол арқылы белгілі бір балық сортының азық-түлік қауіпсіздігіне қойылатын талаптар немесе сол немесе басқа балық консервілерінде жасырылған қауіпті анықтау, балық өсіретін аумаққа, жер асты суларының және ауаның құрамына байланысты белгілі бір сортты балықты консервілеуге жарамдылық критерийлерін әзірлеу. берілген көлдің, өзеннің немесе жасанды су қоймасының, сондай-ақ балық консервілеуде қолданылатын тұздық қызанақ, өсімдік майы сияқты көмекші материалдардың сақтау әдісі мен құрамы, бұл ғылыми жаңалық және осы зерттеу жұмысының практикалық құндылығы; бұл сайып келгенде Өзбекстанда тұщы су балық өндірісін пайдалану картасын жасауға, консервілеу әдістеріне, балық консервілерін өндіруге арналған консервілер ингредиенттерінің тізімін құруға, өндірудің жеке технологиясын жасауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: пресс-су балықтары, балық, күміс тұқы, тұқы, табан балық, қауіпсіздік, белоктар, майлар, көмірсулар, витаминдер, ауыр металдар.

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ УЗБЕКИСТАНА И ИХ КОНСЕРВОВ

И.Б. Пулатов^{1*}, К.М.Жураева², К.О.Додаев², Х.Н.Ниёзов²

¹Университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий,
Самарканд, Узбекистан, ²Химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан,
email: pulatov.i1990@mail.ru

Изложены способы промышленной переработки пресноводной рыбы, обеспечение безопасности рыбных консервов, количественное и качественное определение химического состава испытуемого ассортимента рыб и консервов из них, в том числе белков с незаменимым аминокислотным составом, углеводов, жиров, минеральных веществ, витаминов, ферментов, обнаружение опасных компонентов, в том числе тяжелых металлов и их солей, продуктов преобразования пестицидов, гербицидов, антибиотиков, наличие радионуклидов с помощью методов газожидкостной хроматографии, способы их устранения, изыскание путей их устранения, обеспечивая тем самым требования пищевой безопасности того или иного сорта рыбы, либо выявление опасности, таившейся в том или ином рыбном консерве, разработка критериев пригодности для консервирования рыбы того или иного сорта в зависимости от района выращивания рыбы, состава грунтовых вод и воздуха данного озера, реки или искусственного водоема, а также способа консервации и состава вспомогательных материалов, таких как соус томатный, масло растительное, применяемых при консервировании рыбы, что составляет научную новизну и практическую ценность данной научно-исследовательской работы, в конечном итоге позволяющей создать карту использования добычи пресноводной рыбы в Узбекистане, способы консервирования, составление списка ингредиентов для консервов для производства консервов из рыбы, разработка индивидуальной технологии для производства.

Ключевые слова: пресноводная рыба, вобла, толстолоб, сазан, сом, безопасность, белки, жиры, углеводы, витамины, тяжёлые металлы.

Introduction. The work is devoted to the preparation of fish feed from raw materials available in Uzbekistan and the processing of freshwater fish from lakes, rivers and artificial reservoirs for canned food. Studies show that feed produced from local raw materials contains protein in the range of 16-22%, and therefore the issue of bringing the amount of protein in feed to 32% is relevant. The production technology is complete

The conservation of presswater fish has its own specific problems. Fish in press water is contaminated with various toxic substances, depending on its habitat, as a result, the content of certain harmful substances in canned food often exceeds SanPIN and MPC standards, and there is no widespread practice of canning freshwater fish. In this regard, there is a need to identify the degree of harmfulness of freshwater fish, depending on the habitat.

The chemical compositions of fish from various reservoirs of the Republic of Uzbekistan, the chemical compositions of canned food made from them were studied. Such studies were carried out for the first time [1-3].

Materials and methods. The purpose of the work is to study the ways of industrial processing of presswater fish, ensuring the safety of canned fish products. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

- study of the chemical composition of fish;
- study of the chemical composition of canned food;
- comparison of the components of fish and canned fish with the maximum allowable concentration of heavy metals;

- finding ways to reduce heavy metals in canned food. An atomic absorption method was used for the determination of toxic elements: lead, cadmium, copper, zinc, and iron. The technique was developed by the Institute of Nutrition of the Russian Academy of Medical Sciences, introduced by the State Standard of Russia [4-10]. There is a detailed description and justification of the methodology used for the quantitative and qualitative determination of heavy metals);

The method of protein determination was also used. The methodology was developed by the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of the Meat Industry named after V.M.Gorbatov (FGBNU VNIIMP named after V.M. Gorbatov) [11].

Results and Discussion. The chemical composition of fish meat is characterized mainly by the content of water, fat, nitrogenous and mineral substances, carbohydrates, enzymes, vitamins, etc.

The total amount of all protein substances in fish meat is, on average, about 16% (from 12 to 22%). This includes salt-soluble proteins such as globulins (myosin, actin, actomyosin, tropoliosin),

water-soluble proteins such as albumins (myogen, myoalbumin, globulin, myoprotein). Myostromins, as well as nucleoproteins (histones, deoxyribose, purine and pyrimidine bases) have been identified. Fish meat proteins are complete, they contain all the essential amino acids in a well-balanced ratio for consumption [12-13].

At the same time, the heterocyclic amino acid histidine, when fish is spoiled, turns into histamine, which has the properties of a synergistic toxin in high doses. The stromal protein collagen is defective, but when boiled in water, it turns into glue or glutin, which explains some stickiness (stickiness) of boiled fresh fish meat, as well as gelation of fish broths, which is important in the preparation of fish dishes. Non-protein nitrogenous extractive substances (nitrogenous bases, amino acids, acid amides, derivatives of guanidine, imidazole, purine, etc.), despite the small content in meat (from 0.3 to 0.6% in the meat of sharks and rays up to 2.2%) give the fish a specific taste, smell and affect the secretion of digestive juices in humans, stimulating appetite and promoting better absorption of food. In this regard, the ear is a more nutritious food product than the broth from the meat of warm-blooded animals.

The fresh meat of some sea and ocean fish contains a specific substance - trimethylamine oxide (TMAO), which has a pleasant smell (the smell of fresh cucumber). During storage, TMAO turns into trimethylamine, which has an unpleasant ammonia odor.

Fish oil has a lower melting point compared to the fat of warm-blooded animals, which has a positive effect on its digestibility by the human body. However, due to the significant amount of unsaturated fatty acids, fish oil is easily subjected to oxidative deterioration due to the contact of fat with atmospheric oxygen.

The fat content in fish meat is from 0.5 to 33% and depends on the type of fish, so they are conventionally divided into three groups: lean, in which the fat content in the body does not exceed 4% (cod, pike, pike), medium fat - from 4 to 8% fat (most carp fish, catfish, flounder) and fatty - the amount of fat in the body is more than 8% (sturgeon, salmon, herring, etc.).

Fat is deposited in different parts of the fish: in sturgeon - between muscle tissue, in cod - in the liver, in salmon - in the abdominal part, in herring - under the skin, etc.

Carbohydrates in fish tissues, mainly in the muscles

of the trunk and liver, are mainly represented by glycogen (animal starch) and its hydrolysis products (glucose, pyruvic and lactic acids). Their content is from 0.03 to 0.8% and makes up the main part of nitrogen-free extractive substances.

Fish (especially in liver fat, caviar, internal fat) contain a significant amount of fat-soluble vitamins A, D and vitamin E.

Vitamins of group B (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂) in fish meat are approximately the same as in the meat of warm-blooded animals.

Of the minerals, fish meat contains: potassium, sodium, magnesium, chlorine, sulfur, phosphorus, iron, and other elements (from 0.9 to 1.6% in total). Particularly important is the content of the trace element iodine, which is very small in other foods. For example, cod meat contains 800-2440 times more iodine than beef.

Water in fish meat - 55-83%. The fatter the fish, the less water in its tissues. So, in the meat of eel it is about 55%, and in the meat of perch and cod - up to 80%.

Fish meat during heat treatment loses less water than the meat of slaughtered animals and birds, so it tastes juicier. However, water promotes the development of microorganisms, and also activates the processes of protein and fat hydrolysis.

For the production of canned food from freshwater fish, it is necessary to choose those fish whose habitat is not conducive to the accumulation of heavy metals in their bodies.

Vobla is a fairly well-known and popular type of fish from the carp family, despite its rather limited distribution. Canned vobla is no less valuable than condensed milk or stew. To this day, this representative of waterfowl is in demand.

Vobla grows up to 30 cm, but this is not the limit. There are representatives up to 40 cm. The average weight is from 600 to 700 g, the largest can weigh from 800 g to 1 kg. The body is flattened, but the sides remain wide. At the top of the back, there seems to be a small hump, and the back of the roach is even. The scales are smaller and fit tighter. It is dark on the top of the back, even sometimes it seems that it is black. Below is the transition to silver.

For experimental reproduction of the conservation of freshwater fish, in particular the roach of the Aidar-Arnasay system of lakes in the Jizzakh region, an analysis of the chemical composition of the fish was carried out, the results are entered in table 1.

Table 1. The chemical composition of fish meat of the roach of the Aidar-Arnasay system lakes of Jizzakh region

№	Name of indicator	Availability rate	Test results	Availability rate to metod
1	Mass fraction of protein, %	18,0	17,33	GOST 13496.4-2019
2	Mass fraction of fate, %	2,8	21,3	GOST 26829-6 п.2
3	Mass fraction of cation Mg^{2+} , %	2,5	2,93	
4	Mass fraction катион Na^+ , %	6,0	1,31	SF XII
5	Mass fraction of cation K^+ , %	1,6	1,70	
6	Mass fraction of cation, Ca^{2+} , %	4,0	2,05	
7	Mass fraction Hg, ppm	0,3	Not detected	ГОСТ 26927
8	Mass fraction As, ppm no more	1,0	0,02	ГОСТ 26930
9	Mass fraction Pb, ppm no more	0,2	Not detected	ГОСТ 26932
10	Mass fraction Zn, ppm no more	40,0	0,005	ГОСТ 30178
11	Mass fraction Fe, ppm no more	0,8	0,006	
12	Mass fraction Ni, ppm no more	0,6	Not detected	ГОСТ 27236
	Mass fraction vitamin group B:		-	
	B ₁ , мг/100 g	-	-	
	B ₂ , мг/100 g	-	0,07	
13	B ₃ , мг/100 g	-	-	SF XII
	B ₅ , мг/100 g	-	-	
	B ₆ , мг/100 g	-	-	
	B ₉ , мг/100 g	-	-	
	B ₁₂ , мг/100 g	-	0,12	

As can be seen from Table 1, the proportion of hazardous minerals, such as arsenic, lead, mercury, zinc, nickel, in vobla meat is far from the norm or absent.

Table 2. The chemical composition of canned fish from roach of the Aidar-Arnasay system of lakes in the Jizzakh region

№	Наименование показателя	Availability rate	Test results	Availability rate to metod
1	Mass fraction of protein, %	18	14,4	GOST 7636-85
2	Mass fraction of fate, %	2,8	4,1	GOST 7636-85
3	Mass fraction of cation Mg^{2+} , %	2,5	466	
4	Mass fraction катион Na^+ , %	6,0	1826	
5	Mass fraction of cation K^+ , %	1,6	2401,7	GOST EN 14084.2014
6	Mass fraction of cation, Ca^{2+} , %	4,0	279,2	
7	Mass fraction Hg, ppm	0,3	Not detected	
8	Mass fraction As, ppm no more	1,0	Not detected	GOST ISO 8070/IDF119
9	Mass fraction Pb, ppm no more	0,2	Not detected	GOST EN 14084.2014
10	Mass fraction Zn, ppm no more	40,0	Not detected	
11	Mass fraction Fe, ppm no more	0,8	Not detected	GOST EN 14084.2014
12	Mass fraction Ni, ppm no more	0,6	Not detected	

Table 2 shows that the proportion of hazardous minerals such as arsenic, lead, mercury, zinc, nickel is much less than the standard, or absent altogether. Moreover, B vitamins appear: B₁=0.02; B₂=0.09; B₆ 0.01; B₁₂ 0.08 mg / 100 g.

The conclusion is that it is possible to produce canned fish in oil and tomato sauce from the roach of the Aidar-Arnasay system of lakes in the Jizzakh region. The main safety criteria for canned fish from these fish have been verified, the MPCs of heavy metals in them comply with SanPIN standards

The chemical composition of fish meat from the Chinaz district of the Tashkent region is characterized by the content of water, fat, nitrogenous and mineral substances, enzymes, vitamins, etc. and the results are entered in table 3.

Table 3. The chemical composition of fish meat in the Chinaz district of the Tashkent region

№	Name of indicator	Type of fish		
		Carp	Silver carp	Catfish
1	Mass fraction of protein, %	20,2	25,9	18,8
2	Mass fraction of fat, %	12,7	19,6	17,7
3	Mass fraction of cation Mg^{2+} , %	2,58	5,97	1,33
4	Mass fraction of cation Na^+ , %	1,08	1,40	1,19
5	Mass fraction of cation K^+ , %	1,40	1,23	1,70
6	Mass fraction of cation, Ca^{2+} , %	0,29	3,12	0,36
Mass fraction of vitamin group B:				
7	B_1 , мг/100 г	0,11	0,08	0,17
	B_2 , мг/100 г	0,09	0,14	0,11
	B_3 , мг/100 г	5,8	3,7	4,4
	B_5 , мг/100 г	-	-	-
	B_6 , мг/100 г	-	0,1	-
	B_9 , мг/100 г	-	-	-
	B_{12} , мг/100 г	31,1	50,7	21,5

Studies have also been carried out to determine the amount of heavy metals and their salts, the presence of pesticides and herbicides, antibiotics and phytohormones used in agriculture, radioactive substances and radionuclides [14-15].

In addition to organoleptic indicators, we checked the presence of heavy metals in canned food, the source of which is the fish of the selected area, the results are included in table 4.

Table 4. The presence of heavy metals in canned freshwater fish of the Chinaz district of the Tashkent region

№	Name of indicator	Availability rate			MPC	Availability rate to method
		Сазан	Толстолоб	Сом		
1	Mass fraction Hg, ppm	0,31	0,33	0,46	0,3	GOST 26927
2	Mass fraction As, ppm	0,02	0,05	0,04	1,0	GOST 26930
3	Mass fraction Pb, ppm	0,02	0,02	0,08	0,2	GOST 26932
4	Mass fraction Zn, ppm	2,07	1,78	2,47	40,0	GOST 30178
5	Mass fraction Fe, ppm	8,63	5,44	12,08	-	-
6	Mass fraction Ni, ppm		Not detected		-	GOST 27236

Table 4 shows that in canned carp, silver carp and catfish grown in the Chinaz district of the Tashkent region, the mercury content exceeds the MPC, the worst reading in canned catfish. The conclusion is that catfish is not suitable for the production of canned food from them.

Studies have also been carried out to determine the amount of heavy metals and their salts, the presence of pesticides and herbicides, antibiotics and phytohormones used in agriculture, radioactive substances and radionuclides [16].

The total amount of all protein substances in vobla meat is, on average, about 18%. This includes salt-

soluble proteins such as globulins (myosin, actin, actomyosin, tropomyosin), water-soluble proteins such as albumins (myogen, myoalbumin, globulin, myoprotein). Myostromins, as well as nucleoproteins (histones, deoxyribose, purine and pyrimidine bases) have been identified. Fish meat proteins are complete, they contain all the essential amino acids in a well-balanced ratio for consumption [14-16].

At the same time, the heterocyclic amino acid histidine, when fish is spoiled, turns into histamine, which has the properties of a synergistic toxin in high doses.

The stromal protein collagen is defective, but when

boiled in water, it turns into glue or gluten, which explains some stickiness (stickiness) of boiled fresh fish meat, as well as gelation of fish broths, which is important in the preparation of fish dishes.

Non-protein nitrogenous extractive substances (nitrogenous bases, amino acids, acid amides, derivatives of guanidine, imidazole, purine, etc.), despite the small content in meat (from 0.3 to 0.6% in the meat of sharks and rays up to 2.2%) give the fish a specific taste, smell and affect the secretion of digestive juices in humans, stimulating appetite and promoting better absorption of food. In this regard, the fish is a more nutritious food product than the broth from the meat of warm-blooded animals.

The fat content in fish meat is from 0.5 to 33% and depends on the type of fish, so they are conventionally divided into three groups: lean, in which the fat content in the body does not exceed 4% (cod, pike, pike), medium fat - from 4 to 8% fat (most carp fish, catfish, flounder) and fatty - the amount of fat in the body is more than 8% (sturgeon, salmon, herring, etc.).

Fish (especially in liver fat, caviar, internal fat) contain a significant amount of fat-soluble vitamins A, D and vitamin E.

There are about the same amount of B vitamins (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂) in fish meat as in the meat of warm-blooded animals.

Of the minerals, fish meat contains: potassium, sodium, magnesium, chlorine, sulfur, phosphorus, iron, and other elements (from 0.9 to 1.6% in total). Particularly important is the content of the trace element iodine, which is very small in other foods. For example, cod meat contains 800-2440 times more iodine than beef.

Water in fish meat - 55-83%. The fatter the fish, the less water in its tissues. So, in the meat of eel it is about 55%, and in the meat of perch and cod - up to 80%.

Fish meat during heat treatment loses less water than the meat of slaughtered animals and birds, so it tastes juicier. However, water promotes the development of microorganisms, and also activates the processes of protein and fat hydrolysis

Conclusions. Thus, the proportion of hazardous minerals, such as arsenic, lead, mercury, zinc, nickel, iron, in vobla meat is much lower than the permissible standard or they are absent [10-14]. This means that

the roach living in the Aidar-Arnasay system of lakes in the Jizzakh region can be consumed both fresh and canned. Vitamins of group B appear in canned vobla: B₁=0.02; B₂=0.09; B₆=0.01; B₁₂ 0.08 mg / 100 g.

Also, studies were carried out to determine the amount of heavy metals and their salts, the presence of pesticides and herbicides, antibiotics and phytohormones used in agriculture, radioactive substances and radionuclides in three types of fish in the Chinaz district of the Tashkent region: carp, silver carp, catfish. These results coincide with the studies previously carried out by the authors of the work I.Pulatov and K.Dodaev, which are carried out according to GOSTs [1].

In canned carp, silver carp and catfish grown in the Chinaz district of the Tashkent region, the mercury content exceeds the MPC, the worst reading in canned catfish. This is confirmed by the restrictions given in GOSTs [10-14]. The conclusion is that catfish is not suitable for the production of canned food from them.

Studies have also been carried out to determine the amount of heavy metals and their salts, the presence of pesticides and herbicides, antibiotics and phytohormones used in agriculture, radioactive substances and radionuclides in canned food of their selected three varieties of fish [2-3].

Fish from lakes, rivers and artificial reservoirs have been studied for the presence of heavy metals in their meat, such as arsenic, lead, mercury, zinc, nickel, and iron. Canned food was made from them, the presence of these metals and their compounds was investigated in them, and conclusions were drawn that it is possible to make canned food depending on the habitat and type of fish.

Freshwater fish habitats can be sources of radioactive substances, pesticides, herbicides, antibiotics, which is important when solving the problem of using or not using fish for canning.

These conclusions are substantiated by studies of the chemical composition of fish, canned food made from them, comparative analyzes of the components of fish and canned fish with the maximum allowable concentration of heavy metals, the use of certain methods that reduce the content of toxins in canned food to acceptable limits and below, thereby ensuring the safety of canned food.

References

1. Pulatov I.B., Dodaev K.O. The results of the study of canned freshwater fish in tomato sauce // Universum Technical Sciences. Moscow. No. 6 (4-99), 2022. -P.22-25.
2. GOST 30178-96 (Interstate standard). Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements. Moscow, Standartinform, 2010.
3. GOST 25011-2017 (interstate standard). Meat and meat products. Protein determination methods. Moscow, Standartinform, 2018.

4. Vladimtseva T.M. Technology of fish and fish products. Methods for determining the quality of fish products. Krasnoyarsk. 2019. -105 p.
5. Modern problems of food quality and safety in the light of the requirements of the technical regulations of the customs union / Proceedings of the international scientific and technical conference. Krasnodar 2014.
6. Vavilova N.I. Commodity research and examination of fish products and seafood. Saratov 2017. -52 p.
7. Volkov A.Kh., Papunidi E.K. Yakupova L.F. Assessment of the quality and safety of fish and seafood. Tutorial. Kazan, 2020. -154 p.
8. Normakhmatov R., Pulatov I. The mass composition of fish is an important commodity and technological indicator. Argo-ilm magazine, No1, Tashkent - 2020, - P. 64-65.
9. GOST 26927. Mercury determination method.
10. GOST 26930. Arsenic determination method.
11. GOST 26932. Lead determination method
12. GOST 27236. Nickel determination method
13. GOST 30178. Method for determination of zinc and iron.
14. GOST 13865-2000. Canned natural fish with added oil.
15. GOST 16978 - 99. Canned fish in tomato sauce. Specifications.
16. Mamontov Yu.P. Current state and prospects for the development of aquaculture in Russia. - Abstract. dis. d. - Krasnodar: KSAU, 2000. - 40 p.

Information about the authors

- Pulatov I.B. University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, Samarkand, Uzbekistan, pulatov.i1990@mail.ru;
- Zhuraeva K.M., -magstrant, , Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, kamolaxonjurayeva193@gmail.com
- Dodaev K.O. - Doctor of Technical Sciences prof. ,Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan., Dodoev@rambler.ru,
- Niyozov Kh.N. doctoral student, xusan, Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan., niyozov.90@mail.ru,

Сведения об авторах:

- Пулатов И.Б. Университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, Самарканд, Узбекистан, pulatov.i1990@mail.ru;
- Жураева К.М., -магтстрант, Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан, kamolaxonjurayeva193@gmail.com
- Додаев К.О.- д.т.н. проф., Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан., Dodoev@rambler.ru
- Ниёзов Х.Н. докторант, Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан., xusan.niyozov.90@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗЫ ВНОСИМЫХ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ БАД В КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ

А.К. Какимов^{1*}, А.А. Майоров², А.М. Муратбаев¹

¹ Университет имени Шакарима города Семей, Казахстан, г. Семей

² ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»,

Российская Федерация, г. Барнаул,

Great_mister@mail.ru

Статья посвящена определению влияния количества вносимых инкапсулированных биологически активных добавок (БАД) на изменение органолептических показателей кисломолочного продукта. Поскольку воспринимаемые органами чувств такие свойства пищевых продуктов, как вкус, запах и внешний вид, гораздо больше влияют на выбор потребителями того или иного продукта, чем его состав или питательная ценность. С повышением жизненного уровня и расширением ассортимента пищевых продуктов все большее значение приобретают их вкусовые свойства, аромат и внешний вид. А также определению структурно-механические характеристики продукта. Увеличение дозы вносимых инкапсулированных БАД приводит к ухудшению консистенции. Анализ полученных данных позволил установить, что по мере увеличения дозы инкапсулированных БАД, вязкость продукта также увеличивается. При концентрации инкапсулированных БАД в 8%, так как данная концентрация позволяет получить продукт с необходимой консистенцией - вязкая, с равномерным распределением инкапсулированных БАД, при употреблении капсулы менее ощутимы. При сравнении контрольного образца и опытного образца (с 8%-ным содержанием инкапсулированных БАД), опытный образец лишь немного уступает контрольному образцу и благодаря иммуностимулирующим свойствам нивелирует этот разрыв. По органолептическим и структурно-механическим показателям оптимальной дозой внесения инкапсулированных БАД было определено 8%.

Ключевые слова: инкапсулирование, кисломолочный напиток, капсулы, биологически активные добавки, иммунитет

АШЫҒАН СҮТ ӨНІМГЕ ЕНГІЗІЛЕТІН КАПСУЛАЛАНҒАН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСПАНЫҢ ОҢТАЙЛЫ ДОЗАСЫН АНЫҚТАУ

А.К.Какимов¹, А.А.Майоров², А.М.Муратбаев¹

¹ Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті», Қазақстан, Семей қ.

² Федералдық Алтай агробиотехнологиялық ғылыми орталығы» ФМБФМ,

Ресей Федерациясы, Барнаул қ.

Great_mister@mail.ru

Мақала капсулаланған биологиялық белсенді қоспаларды ашыған сүт өнімінің органолептикалық көрсеткіштерінің өзгеруіне әсерін анықтауға арналған. Сезім мүшелері, тағамның дәмі, иісі және сыртқы түрі сияқты қасиеттері тұтынушылардың белгілі бір өнімді таңдауына оның құрамы мен тағамдық құндылығынан әлдеқайда көп әсер ететіндіктен. Өмір сүру деңгейінің жоғарылауымен және азық-түлік ассортиментінің кеңеюімен олардың дәмі, хош иісі мен сыртқы түрі маңызды бола түсуде. Сондай-ақ, өнімнің құрылымдық-механикалық сипаттамалары анықталды. Капсулаланған биологиялық белсенді қоспалардың мөлшерін жоғарлауы консистенцияның нашарлауына әкеледі. Алынған деректерді талдау капсулаланған биологиялық белсенді қоспалардың мөлшерін жоғарылаған сайын өнімнің тұтқырлығы да арта түсетінін анықталды. Капсулаланған биологиялық белсенді қоспалардың концентрациясы 8% құрайды, өйткені бұл концентрация қажетті консистенциясы бар өнімді алуға мүмкіндік береді - тұтқыр, капсулаларды қолданған кезде капсулалар біркелкі бөлінеді. Бақылау үлгісі мен тәжірибелі үлгіні салыстыру кезінде (капсулаланған биологиялық белсенді қоспалардың 8%-ы бар), тәжірибелі үлгі бақылау үлгісінен сәл ғана төмен және иммуностимуляциялық қасиеттерінің арқасында бұл алшақтықты жояды. Органолептикалық және құрылымдық-механикалық көрсеткіштің оңтайлы мөлшері 8% екені анықталды.

Түйін сөздер: капсулалау, ашытылған сүт сусыны, капсулалар, биологиялық белсенді қоспалар, иммунитет.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL DOSE OF INTRODUCED ENCAPSULATED BAA INTO A FERMENTED MILK PRODUCT

A.K.Kakimov¹, A.A.Mayorov², A.M.Muratbayev¹

¹NJUniversity named after Shakarim of the city of Semey», Kazakhstan, Semey

²FSBSI «Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnologies»², Russian Federation, Barnaul
Great_mister@mail.ru

The article is devoted to determining the effect of the amount of encapsulated BAA on the change in the organoleptic parameters of the fermented milk product. Since the perceived sensory properties of food products, such as taste, smell and appearance, have a much greater influence on the choice of a particular product by consumers than its composition or nutritional value. With the increase in the standard of living and the expansion of the range of food products, their taste properties, aroma and appearance are becoming increasingly important. As well as determining the structural and mechanical characteristics of the product. An increase in the dose of the encapsulated BAA introduced leads to a deterioration in consistency. Analysis of the data obtained allowed us to establish that as the dose of encapsulated BAA increases, the viscosity of the product also increases. At a concentration of encapsulated BAA of 8%, since this concentration allows you to get a product with the necessary consistency - viscous, with a uniform distribution of encapsulated BAA, capsules are less noticeable when used. When comparing the control sample and the prototype (with an 8% content of encapsulated BAA), the prototype is only slightly inferior to the control sample and, thanks to its immunostimulating properties, levels this gap. According to organoleptic and structural-mechanical indicators, the optimal dose of encapsulated BAA was determined to be 8%.

Keywords: encapsulation, fermented milk drink, capsules, biologically active additives

Введение. При обогащении кисломолочных продуктов различными компонентами для придания им иммуномодулирующих свойств, не менее важным является определение дозы вносимых компонентов для получения продукта, не уступающего по ряду показателей качества его традиционным аналогам. При разработке рецептуры молочных продуктов, необходимо учитывать влияние количества вносимого компонента на органолептические и структурно-механические показатели качества продукта [1-4].

Первоначально проведены исследования влияния количества вносимых инкапсулированных БАД на изменение органолептических показателей кисломолочного продукта. Поскольку воспринимаемые органами чувств такие свойства пищевых продуктов, как вкус, запах и внешний вид, гораздо больше влияют на выбор потребителями того или иного продукта, чем его состав или питательная ценность. Любой продукт может быть питательным, привлекательно упакованным и не очень дорогостоящим, однако, если у него неприятный вкус или запах, он не будет пользоваться спросом у потребителя. С повышением жизненного уровня и расширением ассортимента пищевых продуктов все большее значение приобретают их вкусовые свойства, аромат и внешний вид [5-8]. На основании вышеизложенного поставлена

задача - исследовать влияние дозы вносимых инкапсулированных БАД на органолептические и структурно-механические показатели в процессе производства кисломолочного продукта.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач были использованы следующие методы исследования:

Структурно-механические характеристики продукта. Определение вязкости. Методика проведения эксперимента заключается в следующем:

- Подготовить пробы. Пробу следует помещать в химическую посуду объемом не менее 600 мл.
- Выбрать соответствующий ротор и завинтить к выходному валу ротора.
- Аккуратно погрузить рабочий элемент в исследуемую пробу.
- Включить вискозиметр.
- Выбрать необходимую скорость вращения ротора.
- Дождаться стабилизации показаний (время стабилизации зависит от скорости вращения и характеристик тестируемой жидкости, обычно после осуществления 5 оборотов ротора).
- Снять показания с круговой шкалы.

Таблица 1 - Техническая характеристика вискозиметра

Показатель	Значение
Скорость вращения шпинделя, об/мин	100; 50; 20; 10; 5; 4; 2,5; 2; 1; 0,5.
Точность, %	±1%
Воспроизводимость, %	± 0,2%
Диапазон измерения вязкости, мПа*с	100-8000
Масса, кг	7,7
Диапазон температуры работы вискозиметра, °С	+5 °С до ±40 °С

Органолептический анализ продукта. Органолептический анализ опытных образцов кисломолочного продукта с инкапсулированными БАД в количестве 2%, 4%, 6%, 8%, 10% в сравнении с контрольным образцом кисломолочного продукта проводилась согласно ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011 [9].

Результаты и обсуждение. Органолептический анализ опытных образцов кисломолочного продукта с инкапсулированными БАД в количестве 2%, 4%, 6%, 8%, 10% в сравнении с контрольным образцом кисломолочного продукта приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние количества инкапсулированных БАД на органолептические показатели кисломолочного продукта с инкапсулированными БАД

Показатели качества, балл	Содержание инкапсулированных БАД, %					
	Контроль 0	Опыт № 1 2	Опыт № 2 4	Опыт № 3 6	Опыт № 4 8	Опыт № 5 10
Запах	5	5	5	5	5	5
Вкус	5	5	5	4	4	4
Цвет	4	5	5	5	5	5
Внешний вид	5	5	5	5	5	4
Консистенция	5	5	5	5	5	4
Средняя балльная оценка	4,8	5	5	4,8	4,8	4,4

Как видно из таблицы 2, опытные образцы с 2%-ным и 10%-ным содержанием инкапсулированных БАД, увеличение дозы вносимых инкапсулированных БАД приводит к ухудшению консистенции. Опыт №1 и №2 изменений нету, присутствие капсул ощущается минимально. В опытах №3 и №4 капсулы ощущаются, но не сильно влияют на органолептические показатели. В опыте №5 присутствие капсул становится чрезмерно ощутимым, увеличение дозы вносимых инкапсулированных БАД приводит к ухудшению вкуса.

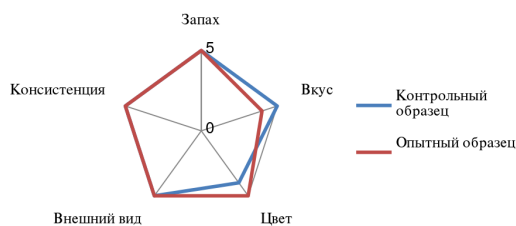


Рис. 1 - Органолептические показатели опытных образцов кисломолочного продукта по 5 балльной шкале

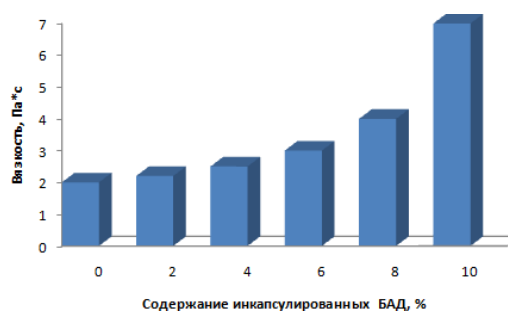


Рис. 2 - Влияние количества инкапсулированных БАД на структурно-механические показатели кисломолочного продукта с инкапсулированными БАД

В соответствии с рисунком 1, при сравнение контрольного образца и опытного образца (с 8%-ным содержанием инкапсулированных БАД), опытный образец лишь немного уступает контрольному образцу и благодаря иммуностимулирующим свойствам нивелирует этот разрыв.

В процессе исследования определяли структурно-механические характеристики продукта, результаты которых приведены в рисунке 2. Для характеристики структурно-механических свойств использовали показатель вязкости, полученный с помощью ротационного вискозиметра Брукфильда (аналоговый) [10]. Скорость вращения шпинделя - 10 об/мин.

В соответствии с рисунком 2, анализ полученных данных позволил установить, что по мере увеличения дозы инкапсулированных БАД, вязкость продукта также увеличивается. При концентрации инкапсулированных БАД в 8%, так как данная концентрация позволяет получить продукт с необходимой консистенцией - вязкая, с равномерным распределением инкапсулированных БАД, при употреблении капсулы менее ощутимы.

Выводы. В соответствии с органолептически-

ми показателями, наиболее оптимальным содержанием инкапсулированных БАД в кисломолочном продукте является содержание капсул в количестве 8%. При этом продукт обладает следующими органолептическими показателями: вкус и запах - приятный, чистый кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов; консистенция - однородная, вязкая, присутствуют капсулы диаметром 1 мм; цвет - белый. Внесение инкапсулированных БАД в кисломолочный продукт незначительно изменяет основные физико-химические параметры продукта. Это связано с тем, что капсулы в среде находятся в стабильном состоянии, диффузии БАД, которые могли бы повлиять на физико-химические свойства продукта, не происходит. По органолептическим и структурно-механическим показателям оптимальной дозой внесения инкапсулированных БАД было определено 8%.

Литература

1. А.К. Какимов, А.А. Майоров, Ж.Х. Какимова, А.М. Муратбаев, А.М. Байкадамова. Безопасность и качество молочных и мясных продуктов. Монография / - Барнаул: Азбука, 2019.-208 с.
2. Бепеева А.Е. Исследование и разработка технологии производства кисломолочного продукта с инкапсулированными пробиотиками: дисс. PhD- 6D072700. - Семей: ГУ имени Шакарима города Семей, 2016. - 167с.
3. Джумажанова М.М. Разработка технологии питьевого йогурта с инкапсулированными пробиотическими культурами: дисс. PhD - 6D072700. - Семей: НАО «Университет имени Шакарима города Семей», 2020. - 158с.
4. Жумадилова Г.А. Исследование процесса инкапсулирования пробиотиков с целью создания оборудования :дисс. PhD- 6D072400/ Семей: НАО «Университет имени Шакарима города Семей», 2020. - 131с.
5. Kakimov A., Mayorov A., Ibragimov N., Zhumadilova G., Muratbayev A., Jumazhanova M., Soltanbekov Z., Yessimbekov Z. Design of equipment for probiotics encapsulation. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering 8(4): 468-471.
6. А.К. Какимов, А.М. Муратбаев. Өнімнің сапасын QFD әдісі арқылы жоғарлату// Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің Хабаршысы, №3 (87) Семей 2019 ж.- 116-119 б.
7. Какимов А.К., Майоров А.А., Жумадилова Г.А., Муратбаев А.М., Ташыбаева М.М. Установка для капсулирования пищевых продуктов. Вестник Алматинского технологического университета. 2023;(1):48-54. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-1-48-54>
8. Kakimov A., Muratbayev A., Zharykbasova K., Zharykbasov Y., Kassymov S., Zhumadilova G., Jumazhanova M., Utegenova A. "Developing haccp plan for a fermented milk drink with encapsulated biologically active supplements". Eurasian Journal of Biosciences (ISSN:1307-9867) 2020 14 no. 1 (2020): 889-895.
9. ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011. Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. М.: Стандартинформ, 2012. - 12 с.
10. Какимов А.К., Есимбеков Ж.С., Кабулов Б.Б., Бепеева А.Е. Ротационные вискозиметры брукфильда в исследовании пищевых продуктов// Вестник ГУ имени Шакарима города Семей. - 2015. - №3 (71). - С. 87-91.

References

1. A.K. Kakimov, A.A. Mayorov, J.H. Kakimova, A.M. Muratbaev, A.M. Baykadamova. Safety and Quality of Dairy and Meat Products. Monograph / - Barnaul: Azbuka, 2019.
2. Bepeeveva A.E. Research and development of production technology of sour milk product with encapsulated probiotics:dissertation....PhD- 6D072700. - Semey: Shakarim State University of Semey, 2016. – 167 c.
3. Dzhumazhanova M.M. Development of technology of drinking yoghurt with encapsulated probiotic cultures: dissertation....PhD- 6D072700. - Semey: "Shakarim University of Semey" NAO, 2020. - 158c.
4. Zhumadilova G.A. Research of probiotics encapsulation process with the purpose of equipment creation :dissertation....PhD- 6D072400/ Semey: NJSC "Shakarim University of Semey city", 2020. - 131c.
5. Kakimov A., Mayorov A., Ibragimov N., Zhumadilova G., Muratbayev A., Jumazhanova M., Soltanbekov Z., Yessimbekov Z. Design of equipment for probiotics encapsulation. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering 8(4): 468-471.
6. A.K. Kakimov, A.M. Muratbaev. QFD udisy arky zhogarlatu// Semey kalasyny Shakurim atyndagy memeketik universityin Khabarshysy, No. 3 (87) Semey 2019 ä.- 116-119 b.
7. Kakimov AK, Mayorov AA, Zhumadilova GA, Muratbaev AM, Tashybaeva MM Installation for encapsulation of food products. Bulletin of Almaty Technological University. 2023.-(1):48-<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-1-48-54>
8. Kakimov A., Muratbayev A., Zharykbasova K., Zharykbasov Y., Kassymov S., Zhumadilova G., Jumazhanova M., Utegenova A.. "Developing haccp plan for a fermented milk drink with encapsulated biologically active supplements". Eurasian Journal of Biosciences (ISSN:1307-9867) 2020 14 no.1 (2020): 889-895.
9. GOST R ISO 22935-3-2011. Milk and milk products. Organoleptic analysis. Moscow: Standartinform, 2012. - 12 c.
10. A.K. Kakimov, J.S. Esimbekov, B.B. Kabulov, A.E. Bepeeveva. Brookfield rotary viscometers in the study of food products // Herald of Shakarim State University of Semey. - 2015. - № 3 (71). - С. 87-91.

Information about the authors

- Kakimov Aitbek Kaliyevich - NJSC «University named after Shakarim of the city of Semey», Doctor of Technical Sciences, Professor, Republic of Kazakhstan, Semey, e-mail: bibi.53@mail.ru;
- Mayorov Alexander Albertovich - FSBSI «Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnologies», Doctor of Technical Sciences, Professor, RF, Barnaul, e-mail: maiorov.alex@mail.ru;
- Muratbayev Alibek Manarbekovich - NJSC «University named after Shakarim of the City of Semey», PhD, RK, Semey, e-mail: Great_mister@mail.ru

Сведения об авторах

- Какимов Айтбек Калиевич - НАО «Университет имени Шакарима города Семей», доктор технических наук, профессор, РК, г. Семей, e-mail: bibi.53@mail.ru
- Майоров Александр Альбертович - ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», доктор технических наук, профессор, РФ, г. Барнаул, e-mail: maiorov.alex@mail.ru
- Муратбаев Алибек Манарбекович - НАО «Университет имени Шакарима города Семей», PhD, РК, г. Семей, e-mail: Great_mister@mail.ru

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

С.Ж. Галиев^{1*}, Е.Т. Утешов^{1*}, Д.А. Галиев¹, Ж.С. Бексапин²

Институт горного дела им. Д.А.Кунаева РГП «НЦ КПМС» МИИР РК, г. Алматы, Казахстан,
ТОО «Qazakstan smart technology», г. Алматы, Казахстан,
email: seitgaligaliyev@mail.ru

Статья посвящена актуальной теме, в которой сочетаются проблемные вопросы энергоэффективности и низкоуглеродного развития горного производства. В ней раскрываются подходы и методические аспекты анализа и оценки энергоэффективности горных предприятий с открытым способом освоения месторождений твёрдых полезных ископаемых. В основе методологии лежит процессный подход, базирующийся на процессах цифровизации, развития информационных технологий и соответствующего программно - методического обеспечения с применением эффективного для решения данного рода задач метода имитационного моделирования. В статье раскрываются результаты проведения комплексных технико - технологических и энерго- аудитов, позволяющих выявлять реальный потенциал повышения энергоэффективности и направления его реализации с последующей выработкой комплекса конкретных мер в данном направлении. Одними из основных выводов является вывод о наличии существенно потенциала повышения энергоэффективности (10-15%) и обоснование необходимости формирования на горных предприятиях автоматизированных систем энерго- и экологического мониторинга, позволяющих, с одной стороны, своевременно и целенаправленно вырабатывать оперативные управленческие меры, а с другой, повысить эффективность реализации принципа экологичности и безопасности в процессе технологической модернизации горных производств.

Ключевые слова: Открытые горные работы, геотехнологический комплекс, экологические выбросы, энергоэффективность, энергосбережение, экономика, оптимизация, автоматизация.

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР КЕН ОРЫНДАРЫН АШЫҚ ИГЕРУДЕГІ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРАУ БАҒЫТТАРЫ

С.Ж. Галиев^{1*}, Е.Т. Утешов¹, Д.А. Галиев¹, Ж. С. Бексапин²

Д. А. Қонаев атындағы Тау-кен институты. Д. А. Қонаева ҚР ИИДМ
"КПМС ҰО" РМК, Алматы қ., Қазақстан, "Qazakstan smart technology" ЖШС, Алматы қ., Қазақстан,
e-mail: seitgaligaliyev@mail.ru

Мақала энергия тиімділігі мен тау-кен өндірісінің төмен көміртекті дамуының проблемалық мәселелерін біріктіретін өзекті тақырыпқа арналған. Онда қатты пайдалы қазбалар кен орындарын игерудің ашық тәсілімен тау-кен кәсіпорындарының энергия тиімділігін талдау мен бағалаудың тәсілдері мен әдістемелік аспектілері ашылады. Әдістеме цифрландыру, ақпараттық технологияларды дамыту және осы типтегі міндеттерді шешуде тиімді модельдеу әдісін қолдана отырып, тиісті бағдарламалық-әдістемелік қамтамасыз ету процесстеріне негізделген процесстік тәсілге негізделген. Мақалада энергия тиімділігін арттырудың нақты әлеуетін және оны іске асыру бағытын анықтауға мүмкіндік беретін кешенді техникалық-технологиялық және энергетикалық аудиттерді жүргізу нәтижелері, содан кейін осы бағытта нақты шаралар кешені әзірленеді. Негізгі тұжырымдардың бірі-энергия тиімділігін арттырудың айтарлықтай әлеуетінің болуы туралы қорытынды (10-15%) және негіздеме.

Түйінді сөздер: Ашық тау-кен жұмыстары, геотехнологиялық кешен, экологиялық шығарындылар, энергия тиімділігі, энергия үнемдеу, экономика, оңтайландыру, автоматтандыру.

DIRECTIONS OF ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT IN OPEN PIT MINING OF MINERAL DEPOSITS

S.Zh. Galiev^{1*}, E.T. Uteshov¹, D.A. Galiev¹, Zh.S Beksapin²

Mining Institute after D.A. Kunayev of RSE "NC KPMC" MIIR RK, Almaty, Kazakhstan, Almaty,
Kazakhstan, Qazakstan smart technology" LLP, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: seitgaligaliyev@mail.ru

The article is devoted to the actual topic, which combines the problematic issues of energy efficiency and low-carbon development of mining production. It reveals the approaches and methodological aspects of the analysis and assessment of energy efficiency of mining enterprises with the open-pit method of development of deposits of solid minerals. The methodology is based on the process approach based on the processes of digitalization, development of information technologies and corresponding software and methodological support with the use of simulation modeling method effective for solving this kind of problems. The article reveals the results of comprehensive technical and technological and energy audits, which allow to identify the real potential of energy efficiency and areas of its implementation with the subsequent development of a set of specific measures in this direction. One of the main conclusions is the conclusion that there is a significant potential to increase energy efficiency (10-15%) and the rationale for the need to form automated energy and environmental monitoring systems at mining enterprises, allowing, on the one hand, timely and targeted development of operational management measures, and on the other hand, to improve the effectiveness of the principle of environmental and safety in the process of technological modernization of mining production.

Keywords: open-pit mining, geotechnological complex, environmental emissions, energy efficiency, energy conservation, economy, optimization, automation.

Введение. Вопросы энергоэффективности традиционно имеют высокую актуальность, которая в последние десятилетия усиливается проблемами экологии и глобального потепления. Эти вопросы становятся центральной темой ежегодных глобальных форумов, проходящих с участием правительственных делегаций стран мира. Казахстан в этом плане присоединился к международным инициативам приняв Указом Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года за № 121 Стратегию достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года. Для Казахстана проблема энергоэффективности актуальна и в связи с тем, что основным источником энергии в стране является уголь. Практически всё промышленное производство страны подпадает под экологические санкции, выдвигаемые международным сообществом, и проблема снижения экологических выбросов жёстко коррелирует с задачами повышения энергоэффективности. Особенно жёстко данный вопрос стоит перед горнодобывающей отраслью экономики, являющейся одной из самых энергозатратных, а также и одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды.

По результатам ряда проведённых исследований, очевиден существенный потенциал повышения энергоэффективности, реализация которого сопряжена со снижением себестоимости горнотранспортных работ в среднем на 10-15%. Для Казахстана это принципиально важно не только по экономическим аспектам, но также в связи с повышением рентабельности освоения отечественной минерально-сырьевой базы и выполнением принятых международных обязательств о снижении выбросов к 2030 г. на 15% относительно уровня выбросов 1990 г. (безусловная цель) и доведение сокращения на 25 % при условии получения международной поддержки на декарбонизацию экономики (условная цель) [1].

Для Казахстана достижение углеродной нейтраль-

ности является достаточно амбициозной задачей, которую планируется достичь через реализацию инициатив по трем ключевым направлениям, одно из которых - декарбонизация отраслей и процессов, связанных с ископаемым топливом [2]. При этом, выбросы парниковые газы, связанные с ископаемым топливом, будут сокращены посредством перехода от использования ископаемого топлива и его производных к альтернативным и возобновляемым источникам энергии, путём повышения энергоэффективности и энергосбережения, взятием курса на дальнейшую электрификацию (замены установок, сжигающих топливо, на технологии, работающие на основе электроэнергии).

Потенциал повышения энергоэффективности и достижения углеродной нейтральности в горнодобывающей отрасли Казахстана:

По данным казахстанской статистики на современном этапе 86,6% выбросов в РК приходится на промышленность, в т.ч. на горнодобывающую - 53,45% (11, 2 млн. тонн в год). Энергоемкость продукции ГМК превышает аналогичный показатель ОЭСР более чем в 2 раза. Наибольшие выбросы и расход топлива приходится на автотранспорт. В общем объеме производственных затрат ГМК, расходы на дизельное топливо и электроэнергию составляют около 50%.

Если проанализировать возможные направления повышения энергоэффективности и снижения углеродоёмкости горного производства, то их можно сформулировать следующим образом:

- за счёт оптимизации производственных и технологических процессов - потенциал до 15% с достижением экономических эффектов в виде снижения себестоимости горнотранспортных работ до 10-15%/год при попутном повышении технологической культуры;
- перевод автотранспорта на газодизельные двигатели - снижение до 25-30% экологических выбросов, сопровождающееся аналогичным где-то сни-

жением себестоимости горнотранспортных работ;
 - адаптация транспортной инфраструктуры и структуры энергосетей со структурой минерально-сырьевой базы Республики Казахстан - потенциал снижения объёмов выбросов CO₂ и снижения себестоимости около 5-10%;

- разработка технологий снижения (декарбонизация) выбросов загрязняющих веществ (УХУ): улавливание до 90%, хранение и утилизация - до 100%);

- совершенствование технологий в рамках процесса технологической модернизации - долгосрочная перспектива с потенциалом до 100% (экскаваторно-конвейерные комплексы, скиповые подъёмники и др.);

- освоение технологий подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) для освоения месторождений руд цветных и чёрных металлов - до 100%;

- комплексное освоение минерально-сырьевой базы Казахстана - помимо значительного снижения углеродоёмкости, снижение затрат на извлечение сокращается в разы;

- перевод системы энергообеспечения ГМК РК на альтернативные и возобновляемые источники (водород, солнечная и ветряная энергия, водные электростанции, урановое производство и атомные электростанции) - до 100% снижение углеродоёмкости;

- разработка нанотехнологий освоения месторождений полезных ископаемых - касается практически всей минерально-сырьевой базы - потенциал до 100%.

В приведенном перечне, первые два направления могут быть первоочередными, так как не требуют каких-либо особых дополнительных вливаний. Тут достаточно поддержки развития программно-методического обеспечения на основе пооперационной цифровизации и углубленной аналитики в рамках широко применяемых сегодня инструментов финансирования науки. С этой целью необходимо привлечение таких инструментов инновационно-индустриального развития и стимулирования технологической модернизации, как проведение комплексных технико-технологических аудитов и совершенствование энергоаудитов, что позволит своевременно и точно определять имеющийся потенциал, направления и меры по его своевременной реализации.

Материалы и методы - методология оценки энергоэффективности. Комплексный технико-технологический аудит проектных решений по формированию, а также эксплуатируемых геотехнологических комплексов осуществляется на основе системного подхода, при котором одним из ключевых факторов является адекватный учёт процессности в управлении горнотранспортными

работами. В свою очередь, этот подход основывается и реализуется в рамках теории и методологии модернизации, индустриализации и технологической модернизации [3-4].

Рассматриваемый подход предполагает использование наиболее эффективного на данном направлении метода имитационного логико-статистического моделирования, обеспечивающего достоверное воспроизведение порядка и последовательности основных технологических и организационно-экономических операций в конкретных горнотехнических, горно-геологических, горно-геометрических, организационных и экономических условиях. В настоящее время данный подход и метод уже более 40 лет широко применяются для технико-экономического анализа эффективности функционирования геотехнологических комплексов на открытых разработках с использованием циклических технологий с автомобильным, железнодорожным и комбинированным автомобильно-железнодорожным видами транспорта горной массы.

Основной целью комплексного технико-технологического аудита является оценка эффективности, включая энергоэффективность, функционирования геотехнологического комплекса, выявление имеющегося потенциала, направлений и установления мер по его реализации.

В случае рассмотрения геотехнологического комплекса с применением автотранспорта, основными элементами его, как системы, являются карьерная автотрасса, экскаваторный и автомобильный парки, геометрия карьерного пространства, принятые на предприятии организационные меры и нормативы. По автотрассе адекватно учитываются её структура со всеми технологическими особенностями и фактического расположения блок-участков в карьерном пространстве, их геометрия (уклон, протяжённость, криволинейность) и качество применяемого дорожного покрытия, а также затраты на их формирование и поддержание в рабочем состоянии. По экскаваторному и автомобильному парку достоверному учёту подлежат основные паспортные технико-технологические характеристики (ёмкость кузова и ковша, КПД трансмиссии и двигателей, их мощностные характеристики, сроки эксплуатации и принятые нормативы по эксплуатации), модели и число работающего и списочного парков, а также их стоимостные характеристики (остаточная стоимость, цены, нормы амортизации). Параметры принципиальных характеристик карьерного пространства учитываются благодаря использованию графических документов, полученных с использованием специализированной программы AutoCAD.

Одним из важнейших направлений комплексного технико-технологического аудита является оценка его энергоэффективности. Энергоёмкость основных технологических процессов при освоении месторождений твёрдых полезных ископаемых открытым способом и с применением циклических технологий добычи занимает в среднем 60-70 % в общей себестоимости горнотранспортных работ.

При заданных технологиях освоения месторождений, когда определены направления и порядок ведения добычных и вскрышных работ, основные направления поиска потенциала снижения энергоёмкости технологических связаны с соответствующим выбором моделей основного горного и транспортного оборудования, режимом и условиями их эксплуатации [5-11].



Рис. 1 - Концепция энергосбережения на открытых разработках

В свою очередь, исследование режимов эксплуатации основного горного и транспортного оборудования требует соответствующих методов и подходов, позволяющих вести адекватный учёт основных влияющих на результативность работы горнотранспортного комплекса факторов, как это показано на рисунке 1. Это позволяет оценивать энергоэффективность исходя из адекватного учёта пооперационного расхода энергии и характера интеграции этих долей энергии в формирующиеся энергопотоки технологического процесса в целом. Энергоэффективность предполагает не только простое снижение энергорасхода, а прежде всего в увязке с общей эффективностью функционирования геотехнологического комплекса, которая оценивается с применением комплекса технико-экономических критериев. В связи с этим, принципиально важным в процессе анализа и оценки энергоэффективности исследуемых технологических процессов основываться на адекватном учёте пооперационных затрат горнотранспортного процесса и технического состояния машин. Одним из принципиальных показателей в этом плане является КПД двигателя автосамосвала, который имеет зависимость своего значения от возраста эксплуатируемых машин (см. рис.2). Это позволяет

достоверно оценивать экономическую эффективность энергорасхода, способность энергии к обеспечению повышенной производительности, а, следовательно, устанавливать уровень его целесообразности. Для этих целей применяется методология экономики процессного управления.



Рис. 2 - Зависимость КПД двигателя автосамосвала от срока эксплуатации

Другим важным моментом в применяемом подходе является адекватный динамический подход к учёту энергорасхода автосамосвалами в зависимости от паспортных тяговых характеристик двигателей и трансмиссии машин (см. рисунок 3), позволяющих воспроизводить реальную процессную

взаимосвязь в динамике скорости движения автосамосвала и энергорасхода в зависимости от режима и условий их эксплуатации - качества дорожного покрытия, геометрия по участкам автотрассы, техническое состояние и режим загрузки автосамосвалов (вровень, «с шапкой», «без шапки»).

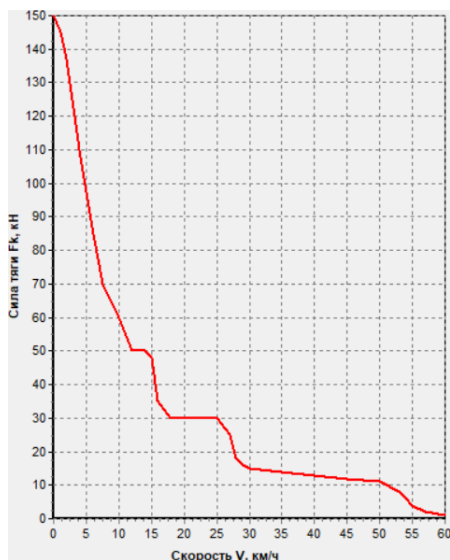


Рис. 3 - Тяговые характеристики автосамосвалов БелАЗ-7540

По специализированным карьерным автосамосвалам тяговые характеристики являются паспортными, полученные заводом изготовителем, а по автосамосвалам не специализированным они были получены путём перевода из имеющейся формы отражения тяговых характеристик (часто в место тяговых усилий указываются обороты двигателя).

Данный способ учёта энергорасхода является наиболее достоверным и обеспечивает адекватную чувствительность к изменениям всех обозначенных принципиальных факторов, обуславливающих энергорасход. Тяговые характеристики вшиты в модели автосамосвалов и своевременно используются алгоритмом в процессе моделирования.

По погрузочному оборудованию, учёт энергорасхода (электричество, дизельное топливо) осуществляется в зависимости от КПД двигателя, времени циклов, ёмкости ковша и плотности экскавируемых горных пород с учётом соответствующего коэффициента разрыхления.

Для адекватного учёта энергорасходов на участках транспортных коммуникаций необходимо достоверное воспроизведение их структуры и характеристик качественных и технологических, как это показано на рисунке 4. С этой целью используется план (фактический или проект) горных работ, выполненный в AutoCAD либо полученный с использованием широко ныне используемых летательных аппаратов дронов, которые позволяют с максимальной точностью воспроизводить на имитационных цифровых моделях в трёхмерном пространстве горно-геометрические параметры. С планов горных работ и из пояснительных записок по ним берутся необходимые организационные и технико-технологические характеристики по ним. Это позволяет точно позиционировать в карьерном пространстве все имеющиеся пункты погрузки-выгрузки и перегрузки горной массы, а следовательно, адекватно учитывать структуры формируемых рудо- и породопотоков.

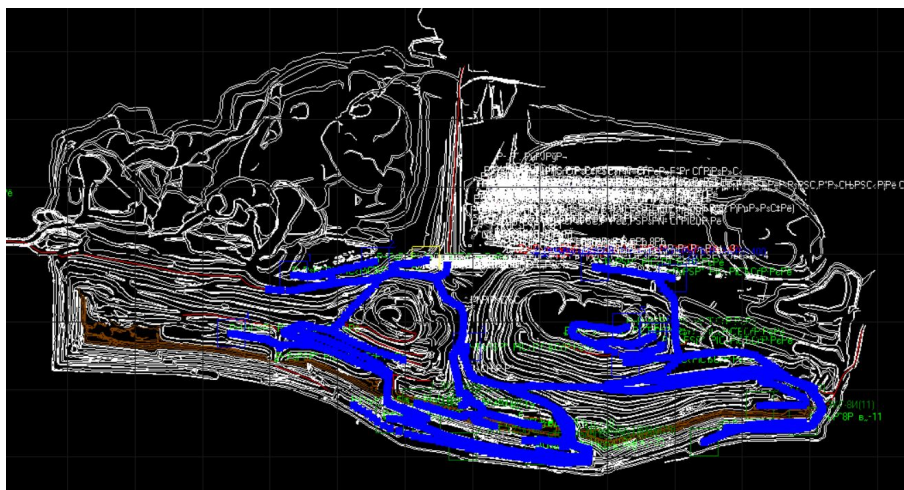


Рис. 4 - План разреза «Центральный» с встроенной структурой модели горнотранспортного комплекса

Таким образом, проведение комплекса исследований предполагается на основе системного подхода с применением методологии имитационного моделирования исследуемых горнотранспортных процессов, обеспечивающих адекватный учёт порядка и последовательности операций основных технологических процессов с достоверным учётом конкретных горнотехнических, горно-геометрических, горно-геологических, организационных и экономических условий функционирования основного технологического комплекса разрезов [6-10].

Применяемая в процессе имитационного моделирования и исследований методология формирования экономико-математических моделей обеспечивает адекватный учёт порядка и последовательности пооперационных затрат на поддержание работы горнотранспортного комплекса.

Одно из достоинств применяемого подхода заклю-

чается в практически достоверном учёте общего режима и календаря эксплуатации горнотранспортных комплексов разрезов, что имеет принципиальное значение для обеспечения точности основных технико-экономических расчётов и эффективности комплекса предлагаемых мер.

Результаты и обсуждение - направления повышения эффективности.

Возможные в рамках данного направления повышения энергоэффективности под направления можно увидеть по таблице 1, где на примере одного из исследуемых объектов, среди с общепроизводственных мероприятий, наибольшую долю (до 90%) имеющегося потенциала имеют улучшение качества покрытия внутрикарьерных дорог, внедрение автоматизированной системы мониторинга энергозатрат, и оптимизации парка автосамосвалов, а также режимов и условий их эксплуатации.

Таблица 1 - План энергосберегающих мероприятий по предприятию

№ п/п	Наименование мероприятий	Затраты, тыс. тенге	Годовая экономия топливно-энергетических ресурсов	
			в натуральном выражении, т.у.т.	в стоимостном выражении, тыс. тенге
1	Замена деревянных окон на металлопластиковые, энергосберегающие окна	86954	114,17	539,52
2	Установка ПВХ завес на воротах	5401,1	319,27	1508,69
3	Применение низкоэмиссионных пленок на окнах	16210,9	219,62	889,72
4	Установка теплоотражающих экранов на стенах за приборами отопления	228,78	11,37	53,74
5	Замена неизолированного провода типа А и АС ВЛ 0,4 кВ на провод типа СИП	35811,43	30,37	6557,7
6	Замена устаревших трансформаторов типа ТМ на энергоэффективные трансформаторы типа ТМГ-12 и переустановка существующих КТП с учетом загрузки трансформаторов	2527,05	3,7	511,63
7	Замена освещения на светодиодное освещение	70 956,92	131,6	18 182,95
8	Внедрение устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ)	4688	28,4	4034,39
9	Улучшение качества покрытия внутрикарьерных дорог	8 420,00	330,22	303 480,00
10	Внедрение системы мониторинга энергоэффективности внутрикарьерных автомобильных дорог на разрезах предприятия	15000		

11	Оптимизация парка автосамосвалов по разрезам «Центральный» и «Западный».	5 477 000	3760,9	1832588,54
12	Установка гозобалонного оборудования для автотранспорта бензиновым двигателем	5 600	13,1	9 355,80
Итого		5 728 798,18	4 962,72	2 177 702,68

Основными направлениями повышения эффективности и снижения себестоимости горнотранспортных работ определены такие, как повышение эффективности мониторинга горнотранспортных работ, оптимизация парка автосамосвалов и мероприятия организационного характера. При этом потенциал снижения энергоёмкости горнотранспортного процесса за счёт улучшения качества внутрикарьерных дорог не рассматривался в связи с особенностями дальнейшей технологической переработки рудной массы и кратковременным характером ведения горных работ в карьерной зоне. По установленным направлениям комплекс предлагаемых мер позволяет снизить удельную себестоимость 1 м³ извлекаемой горной массы с ба-

зового уровня в среднем на 15-20% и более. При этом общий экономический эффект максимально может достигать от 0,5 до 2,5 млн. в год.

Другим, важным направлением Стратегии достижения низкоуглеродной нейтральности Казахстана, как и многих других горнодобывающих стран может и должна стать дальнейшая электрификация горнотранспортных работ. Одним из наглядных примеров реальной перспективности этого направления являются результаты исследования перспектив применения двух вариантов горнотранспортного комплекса на одном из железорудных карьеров Казахстана, как это представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнение эффективности горнотранспортных систем с автомобильным и комбинированным автомобильно-железнодорожным транспортом

ПП/П	Варианты	Удельная себестоимость, тг/ м ³ .	Объёмы перевозок, тыс. м ³ .	Экономический эффект, млн. тг./год	Примечание
I. Существующая горнотранспортная система					
11.1.	ЭАК	227,84	5839	-	7 и 9 а.с. и 10 из 12 л.с. Не выполнение плана.
11.2.	ЭЖК	180,01	7252	-	
11.3.	ГТК	356,80	7525	-	
II. ГТСК с заменой Ж.Д.Т. на автомобильный					
22.1.	ЭАК	277,6	14828	-	+16 БелАЗов.
22.2.	ЭЖК	157,06	948	-	Ж.д. только на
22.3.	ГТК	287,64	14828	+1025	участке склад-фабрика.
III. ГТСК с принятыми мерами по организации авто- и ж.д. транспорта					
33.1.	ЭАК (9 БелАЗ)	186,30	7913		Устранение одно-полосных участков на дорогах. Увеличение затрат на поддержание ж.д. путей в 1,5 раза, строительство дополнительных путей, перенос ПТО.
33.2.	ЭЖК (12 л.с.)	97,85	12551		
33.3.	ГТК	215,31	12551	+1776	

Из представленного в таблице 2 следует, что вариант горнотранспортного комплекса с комбинированным автомобильно-железнодорожным транспортом в более чем в 1,5 раза эффективнее по себестоимости горнотранспортных работ, более эффективен в плане производительности и в существенной мере экологичней по сравнению с вариантом, где единственным видом транспорта является автотранспорт.

Наибольшие эффекты снижения себестоимости связаны с оптимизацией режимов загрузки и технического состояния автотранспорта.

Из организационных моментов, целесообразно более обоснованно рассматривать на предприятиях вопрос предоставления на аутсорсинг горнотранспортных работ субподрядным организациям.

Выводы. Результаты проведенных в ходе комплексного технико-технологического аудита исследований эффективности функционирования геотехнологических комплексов разрезов и карьеров, показали, что при достаточно качественно организованной инфраструктуре, включая структуру и качество второстепенных автомобильных до-

рог в отведённой промышленной зоне, на предприятии имеется существенный потенциал повышения эффективности и снижения себестоимости горнотранспортных работ.

Эффективная реализация определённого комплекса мер, обеспечивающих повышение эффективности функционирования геотехнологических комплексов предприятия и снижения себестоимости горнотранспортных работ карьеров, может быть обеспечена посредством повышения эффективности углубленного (пооперационного) мониторинга горнотранспортных работ, повышением качества управления горнотранспортными работами посредством более качественной реализации таких функций, как учёт и контроль, стимулирование, регулирование, нормирование, планирование и организация.

Одним из эффективных инструментов управления и повышения энергоэффективности горнотранспортных работ на открытых разработках является внедрение на предприятии единых автоматизированных корпоративных систем управления геотехнологическими комплексами.

Литература

1. Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года/Указ Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121.
2. Закон Республики Казахстан от 27 декабря 2021 г. № 86-VII - «О промышленной политике».
3. Мэтт Ридли Эволюция всего. Перевод на русский Мосоловой Т.П.- Издательство «Э».2017.- 390 с.
4. Травин Д. Т65 Европейская модернизация: В 2 кн. Кн. 1. Д.Травин. О. Маргания. - М.: ООО "Издательство АСТ"; СПб: Terra Fantastica.- 2004. - 665, [7] с. - (Philosophy).
5. Декарбонизация добывающих отраслей экономики Республики Казахстан// Монография/Под ред. Академика НАН РК, д.г-м.н. С.Ж. Даукей. - Нур-Султан: Ви-ПРИНТ.- 2021.- 295 с. - ISBN 978-601-358-000-5.
6. Галиев С.Ж., Утешов Е.Т., Галиев Д.А. Цифровые технологии повышения энерго- эффективности горных предприятий// Цифровизация в энергетике: монография/ Ю.С. Валеева, Р.С. Зарипова, К.А. Сарыев, Н.А. Алланазаров, А.А. Матьякубов и др.; под науч. ред. И.Г. Ахметовой, Р.С. Зариповой, Ю.С. Валеевой. - Казань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Казань. гос. энерг. ун-т Министерства науки и высшего образования РФ - 2022. - С.153-160.- ISBN 978-5-89873-621-7.
7. Отчёт о проведении комплексного энергоаудита эффективности работы горностранных - портных комплексов разрезов «Центральный» и «Западный» АО «Шубарколь-комир». - Караганда.- 2020.- 72 с.
8. Отчёт о проведении комплекса исследований и технико-технологического аудита эффективности работы геотехнологического комплекса карьера ТОО «Брендт».- Житикара.- 2021.- 91с.
9. Проведение комплекса исследований и технико-технологического аудита эффективности работы геотехнологического комплекса карьера ТОО «ГОК «Сарыарка-Көмір»/Отчёт о проведении научно - исследовательской работы. - Караганда.- 2023. -107 с.
10. Галиев С.Ж. Состояние и перспективные направления декарбонизации и повышения энергоэффективности горнодобывающих и горно-металлургических отраслей промышленности Казахстана/ Отраслевой журнал «Горно-металлургическая промышленность».- Астана. - 2021.- № 9-10 (146) - С.43-49.

11. Галиев С.Ж. Технологическая модернизация и промышленная политика в период модернизации Казахстана 3.0/ Журнал Казахского университета технологии и бизнеса «Вестник КазУТБ».- Астана, 2022.- № 3 (16) - С.65-75.

References

1. Strategies for achieving carbon neutrality of the Republic of Kazakhstan until 2060/Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated February 2.- 2023.- № 121.
2. The Law of the Republic of Kazakhstan dated December 27.- 2021 No. 86-VII -"On Industrial Policy".
3. Mett Ridley Evolution of Everything. Translated into Russian by Т.Р. Mosolova-Publishing House "E". - 2017.- 390 p.
4. Travin D. Т65 European modernization: In 2 books. Book 1. D.Travin. O. Marganiya. - М.: LLC "AST Publishing House"; St. Petersburg: Tegga Fantastica.- 2004. - 665, [7] p. - (Philosophy).
5. Decarbonization of extractive industries of the economy of the Republic of Kazakhstan// Monograph/Ed. Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Medical Sciences S.Zh. Daukey. - Nursultan: Bi-PRINT.- 2021.- 295 p. ISBN 978-601-358-000-5.
6. Galiev S.Zh., Uteshov E.T., Galiev D.A. Digital technologies to improve energy efficiency of mining enterprises. Digitalization in power engineering: monograph / Yu.S. Valeeva, R.S. Zaripova, K.A. Saryev, N.A. Allanazarov, A.A. Matyakubov, etc.; eds. by I.G. Akhmetova, R.S. Zaripova, Yu.S. Valeeva. - Kazan: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kazan. state power. univ. of Ministry of Science and Higher Education - 2022. – P.153-160. –ISBN – 978-5-89873-627-7.
7. The report on comprehensive energy audit of the efficiency of mining and port complexes of Central and Zapadny open-pit mines of Shubarkol-Komir JSC. - Karaganda.- 2020.- 72 p.
8. Report on the complex of studies and technical and technological audit of the effectiveness of the geotechnological complex of the quarry ";Brendt"; LLP, Zhitikara.- 2021.- 91p.
9. Carrying out a complex of researches, technical and technological audit of efficiency of geotechnological complex of open pit LLP ";Saryarka-Komir"; / Report on the research work. - Karaganda. - 2023. -107 c.
10. Galiev S.Zh. Status and Perspective Directions of Decarbonization and Energy Efficiency Improvement of Mining and Metallurgical Industries of Kazakhstan/ Industry Journal ";Mining and Metallurgical Industry"; - Astana. - 2021.- № 9-10 (146) - С.43-49.
11. Galiev S.Zh. Technological modernization and industrial policy in the period of modernization of Kazakhstan 3.0/ Journal of Kazakh University of Technology and Business ";Vestnik KazUTB"; - Astana, 2022.- № 3 (16) - p.65-75.

Сведения об авторах:

- Галиев Сейтгали Жолдасович - д.т.н., профессор, член-корреспондент НАН РК, заведующий отделом горной системологии, филиал РГП «НЦ КПМС МИИР РК Институт горного дела им. Д.А.Кунаева, г. Алматы, Казахстан, e-mail: seitgaligaliyev@mail.ru
- Утешов Ержан Турсынович - доктор (Ph.D), заместитель директора по проектным работам, филиал РГП «НЦ КПМС МИИР РК Институт горного дела им. Д.А.Кунаева, г. Алматы, Казахстан, e-mail: yuteshov@gmail.com
- Галиев Данияр Айткалиевич - доктор (Ph.D), заведующий лабораторией Автоматизации отдела горной системологии, филиал РГП «НЦ КПМС МИИР РК Институт горного дела им. Д.А.Кунаева, г. Алматы, Казахстан, e-mail: danijr.3012986@mail.ru
- Бексапин Жаслан Сержанович - инженер программист-исследователь, ТОО «Qazakstan smart technology», г. Алматы, Казахстан, e-mail: beksapin@mail.ru

Information about authors

- Galiev Seitgali Zholdasovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, head of the Mining Systemology Department, branch of RSE "NC KPMS MIIR RK Institute of Mining named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: seitgaligaliyev@mail.ru

-
- Uteshov Yerzhan Tursynovich - doctor (Ph.D), deputy Director for Project Work, branch of RSE "NC KPMS MIIR RK Institute of Mining named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: yuteshov@gmail.com
 - Galiev Daniyar Aitkalievich - doctor (Ph.D), head of the Automation Laboratory of the Mining Systemology Department, branch of RSE "NC KPMS MIIR RK Institute of Mining named after D.A. Kunaev, Almaty, Kazakhstan, e-mail: danijr.3012986@mail.ru
 - Beksapin Jaslan Serzhanovich - software engineer-researcher, Qazakstan smart technology LLP, Almaty, Kazakhstan, e-mail: beksapin@mail.ru

ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІНЕ АРНАЛҒАН ДИСПЕТЧЕРЛІК-ТАЛДАМАЛЫҚ ЖҮЙЕ

А.Д. Тулегулов^{1*}, К.М. Акишев¹, Н.К. Юрков², Д. Островерхов³

¹Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,

²Пенза мемлекеттік университеті, Пенза, Ресей Федерациясы

³Берлин техникалық университеті, Берлин, Германия,

tad62@ya.ru

Жұмыста тау-кен өнеркәсібіне арналған диспетчерлік-аналитикалық жүйені қолданудың өзектілігі көрсетілген. Эксперименттік зерттеулердің мақсаты тау-кен өнеркәсібі үшін диспетчерлік-аналитикалық жүйені қолдану әдістемесін әзірлеу болып табылады. Соңғы онжылдықтарда тау-кен металлургия кешендерін басқаруды автоматтандырудың әртүрлі жүйелері өте белсенді дамып келеді, бұл өз кезегінде автоматика және диспетчерлеу жүйелерінің элементтері мен құрылғыларын таңдауға жоғары талаптар қояды.

Түйінді сөздер: диспетчерлік-талдамалық жүйе, әдістеме, тау-кен өнеркәсібі, тау-кен металлургия кешені, бақылау аппаратурасы, басқару жүйелері, датчиктер, метан

ДИСПЕТЧЕРСКО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Д. Тулегулов^{1*}, К.М. Акишев¹, Н.К. Юрков², Д. Островерхов³

¹Казахский университет технологии и бизнеса,

²Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация,

³Берлинский технический университет, Берлин, Германия,

tad62@ya.ru

В работе показана актуальность применения диспетчерско-аналитической системы для горной промышленности. Целью экспериментальных исследований является разработка методологии применения диспетчерско-аналитической системы для горной промышленности. В последние десятилетия очень активно развиваются различные системы автоматизации контроля управления горно-металлургическими комплексами, что в свою очередь предъявляет более высокие требования к выбору элементов и устройств систем автоматизации и диспетчеризации.

Ключевые слова: диспетчерско-аналитическая система, методология, горная промышленность, горно-металлургический комплекс, аппаратура контроля, системы управления, датчики, метан.

DISPATCH AND ANALYTICAL SYSTEM FOR THE MINING INDUSTRY

A.D. Tulegulov^{1*}, K.M. Akishev¹, N.K. Yurkov², D. Ostroverkhov³

¹Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,

²Penza State University, Penza, Russia, ³Technical University, Berlin, Germany,

tad62@ya.ru

The paper shows the relevance of the use of a dispatching and analytical system for the mining industry. The purpose of the experimental research is to develop a methodology for the use of a dispatching and analytical system for the mining industry. In recent decades, various automation systems for control of mining and metallurgical complexes have been actively developing, which in turn imposes higher requirements on the selection of elements and devices of automation and dispatching systems.

Keywords: dispatch and analytical system, methodology, mining industry, mining and metallurgical complex, control equipment, control systems, sensors, methane.

Кіріспе. Тау-кен өндірісін автоматтандыру-қауіпсіздікті арттырудың жолы. Тау - кен өндірісін автоматтандыру-консервативті салалардың бірі. Көптеген кезендерде өндірістік тізбектер бірнеше онжылдықтар бұрын болған сияқты ескі әдіспен жұмыс істейді. Өндіруші кәсіпорындарды жаңғырту - олардың тиімділігі мен табыстылығын арттыру ғана емес, сонымен қатар қауіпсіздік мәселесі.

Тау-кен өнеркәсібінің технологиялық процестерін автоматтандыру бірқатар мақсаттарға қол жеткізу үшін жүзеге асырылады, мысалы, өндірудің өнімділігін арттыру(шикізат көлемі мен сапасы), шығындарды азайту, әсіресе жер асты және жер үсті жұмыстарының энергия тиімділігі көрсеткіштерін жақсарту, бұрын қолмен орындалған немесе бақыланып отырған технологиялық процестерді механикаландыру арқылы штаттық құрамды оңтайландыру, қауіпсіздік стандарттарын жақсарту, авариялық жағдайларды уақтылы болдырмау, өндірістік тізбектің барлық учаскелерінде жабдықтың жайкүйін үнемі өзін-өзі диагностикалау [1].

Тау-кен-шахта жабдықтарына және автоматика және телемеханика жүйелеріне қойылатын заманауи талаптарды ескере отырып, алдын ала сынақтар жүргізуді, ақпаратты беру аппаратурасы (АПИ) мен түрлі түрлендіргіштер негізінде жүйені тәжірибелік пайдалану мен қабылдау сынақтарын көздейтін жаңа жұмыс жобалары әзірленуде. Жүйені сынау және пайдалану бекітілген шахталық сынақ бағдарламасы мен әдістемесіне сәйкес шахтаның нақты жағдайларында көзделеді.

Материалдары мен зерттеу әдістемесі. Осы ғылыми мақалада зерттеу объектісі ретінде "Қазақстан" шахтасы қарастырылады. Бақылау объектілері ретінде шахтаның шешімі бойынша жобаның құрамына № 2 және № 5 қазу учаскелері енгізілді. Қазба учаскелерінде жүйе келесі параметрлер туралы орталық диспетчерлік пунктке (ЦДП) ақпаратты бақылауды және беруді қамтамасыз етеді:

- жалпы шығатын желдету ағындарындағы және келіп түсетін жаңа ағындардағы ауаның жылдамдығы (шығысы);

- ПБ телеөлшеу қарастырылатын қазу учаскесінің нүктелеріндегі метан концентрациясы.

Жүйенің техникалық құралдарының құрамына ақпаратты іріктеу құралдары, Ақпаратты беру аппаратурасы және беттік есептеу кешені кіреді. Ақпаратты іріктеу құралы ретінде жүйеде "МЕТАН" кешенінің ДМТ-4 метан концентрациясының сериялық датчиктері және депрессия мен ауа жылдамдығының ПДС-1 түрлендіргіштері қолданылады. Көрсетілген датчиктер мен түрлендіргіштерден ақпаратты берудің техникалық құралы ретінде АПИ аппаратурасы пайдаланылады. АПИ ап-

паратурасы ПДО - да орналасқан УПК қабылдау-командалық құрылғысынан, РГ топтық таратқыштарынан және бақылау объектілерінде орнатылатын ПТИ телеөлшеу түрлендіргіштерінен тұрады. Беттік есептеу кешенінің құрамына IBM класындағы екі компьютер кіреді (біреуі сауалнама режимінде, екіншісі ақпаратты жинақтау және өңдеу режимінде), жұптастыру құрылғысы (УС), қабылдау-командалық құрылғы (УПК), АПИ аппаратурасы [2-3].

Осы жобада пайдаланылатын жаңа аппаратура туралы негізгі мәліметтер, техникалық деректер, құрылғысы және жұмыс принципі, монтаждау және техникалық қызмет көрсету жөніндегі нұсқаулар және басқа да мәліметтер мынадай құжаттарда келтірілген:

- "УХЛ15 АПИ ақпарат беру аппаратурасы. АПИ 00.000 РЭ эксплуатация жөніндегі Нұсқаулық";

- "Депрессия және ауа жылдамдығы ПДС-1 УХЛ15 түрлендіргіші. ПДС пайдалану жөніндегі Нұсқаулық-1 00.000 РЭ";

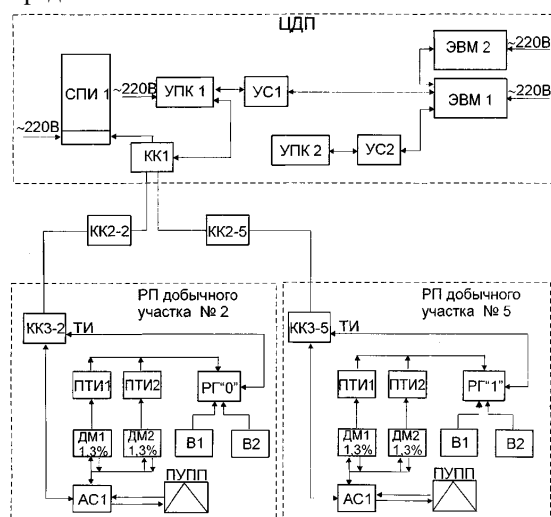
- "АПИ аппаратурасын IBM типті ДК-мен жұптастыру құрылғысы. Пайдалану жөніндегі Нұсқаулық, УС 00.000 РЭ";

- Орталықтандырылған аэрогазды бақылау жүйесі (АГК). Оператор басшылығы";

- "Complex элементтеріне арналған қысқаша анықтамалық нұсқаулық".

Аппаратураның құрамы және орналасуы

Жүйенің техникалық құралдарының құрамына (1-сурет) жер үсті есептеу кешені және өндіру учаскелерін аэрогаздық бақылау құралдары кіреді.



Сурет 1 - "Қазақстан" шахтасының автоматика және телемеханика жүйесінің құрылымдық схемасы

ЦДП - орталық диспетчерлік пункт; СИП 1 - "Метан" кешенінің тірегі; УПК1, УПК2-қабылдау-командалық құрылғы; УС1, УС2-түйісу құры-

лғысы; ЭЕМ1, ЭЕМ2 - IBM типті дербес микро ЭЕМ; РГО", РГТ - топтық дистрибьютор; ПТИ1, ПТИ2-телеөлшеу түрлендіргіші; В1, В2 - депрессия және ауа жылдамдығын түрлендіргіш ПДС - 1; ДМ1, ДМ2-метан датчигі ДМТ; АС1 - "Метан" кешенінің дабыл аппараты; ПУПП-жылжымалы учаскелік жерасты қосалқы станциясы; КК1-бөлу шкафы; КК2, КК3 - кабельдік қорап

Жүйенің техникалық құралдарының құрамы:

1. Беттік есептеу кешені IBM класындағы екі компьютерден тұрады (біреуі сауалнама режимінде, екіншісі ақпаратты жинақтау және өңдеу режимінде), екі УС, екі УПК және кабельді сымдарға арналған шкафтар (кросс). Кешеннің барлық құралдары шахтаның ЦДП үй-жайында АГК операторының арнайы ұйымдастырылған жұмыс орнында орналасады. Оператордың үй-жайының өлшемдеріне байланысты есептеу кешенінің құралдары ұзындығы бойынша немесе ұтымды конфигурацияның бірнеше кестесінде орналасуы мүмкін.

1-суреттен көріп отырғаныңыздай, ақпаратты беру аппаратурасының бір жиынтығы (УПК1, УС1) және екі компьютер жұмыс режимінде (қосылған), ал екінші (УПК2, УС2) компьютерге қосылған, бірақ өшірулі күйде (резервте). Жұмыс УПК1-ден байланыс желісі (төрт сым) оператор үй-жайының кроссына (КК1) кіреді, содан кейін екі жолға бөлінеді. Бір байланыс желісі екі клеткалы оқпан бойымен КК2-2 жерасты кабель қорабына, содан кей-

ін №2 өндіру учаскесіне өтеді. Екінші байланыс желісі жаңа екі клеткалы бөшке арқылы КК2-5 жерасты қорабына, содан кейін №5 өндіру учаскесіне өтеді.

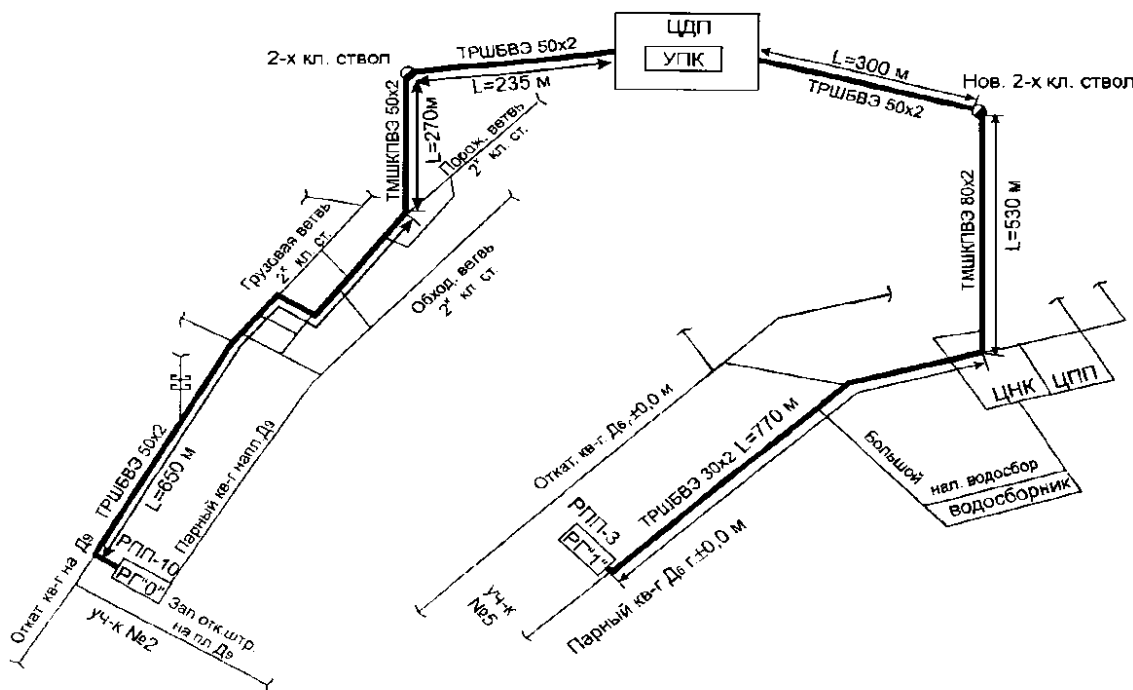
2. Өндіру учаскелеріндегі аэрогазды бақылаудың техникалық құралдарының құрамына "МЕТАН" кешенінің сериялы шығарылатын аппаратурасының ДМТ-4 метан концентрациясының датчиктері, ПДС-1 депрессия және ауа жылдамдығының түрлендіргіштері, ПТИ телеөлшеу түрлендіргіштері және топтық дистрибьюторы кіреді.

3. Шахтаның техникалық кенесінің хаттамасына сәйкес бақылау жүйесіне №2 және №5 өндіру учаскелері енгізіледі. Өндіру учаскелеріндегі климаттық және пайдалану шарттары төменде келтірілген.

№ 2 өндіру учаскесі-Лава 233-Д11-В:

- өңделетін қабат-Д11;
- желдету схемасы-тікелей, төмен түсетін, сергітетін;
- желдету қазбаларының қимасы, м:
- шегіну (вент. пром. штрек 233-Д11-В) - 8,6;
- жаңару (конв. пром. штрек 233-Д11-В) - 11,0; Шығыс учаскесі (конв. пром. штрек 233-Д11-В) - 9,3;
- ауа шығыны, м³/мин: кіріс - 773; жаңарту - 1050; Шығыс учаскесі-1693.

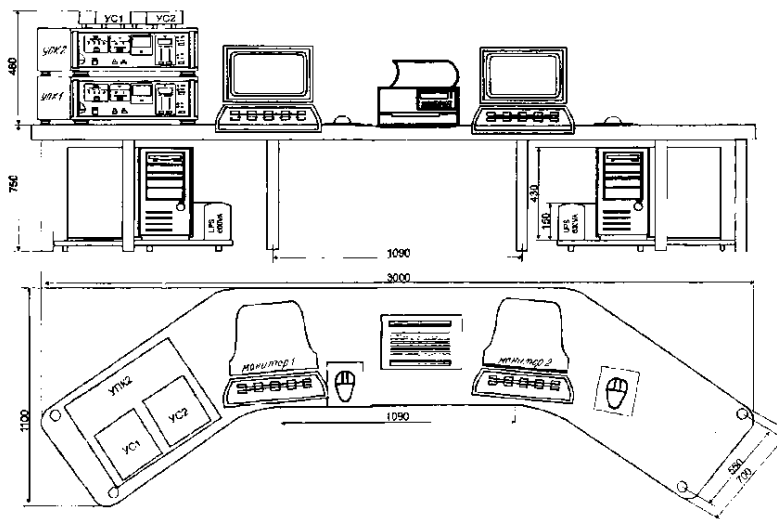
Төменде 2-суретте "Қазақстан" шахтасының кабельдік байланыс желілерінің құрылымдық сызбасы көрсетілген.



Сурет 2- "Қазақстан" шахтасының кабельдік байланыс желілерінің құрылымдық сызбасы

3-суретте "Қазақстан" шахтасының орталық диспетчерлік пунктінде жүйе аппаратурасының орналасуы

сызбасы көрсетілген. Бұл схемада жұмыс жиынтығы ретінде УС1 жұптастыру құрылғысы, қабылдау-командалық ұрс1 құрылғысы қолданылады. Резервтік жинақ ретінде УС2 жұптастыру құрылғысы, қабылдау-командалық УПК2 құрылғысы пайдаланылды. 1-монитор 1-есептеу кешенінде, ал 2-монитор 2-есептеу кешенінде қолданылады.



Сурет 3- "Қазақстан" шахтасының орталық диспетчерлік пунктінде жүйе аппаратурасының орналасу сызбасы

Кесте 1. "Қазақстан" шахтасының ЦДП-да орнатылатын жүйе аппаратурасының тізбесі

Атауы	Түрі, маркасы	Саны	Жалпы өлшемдер
Монитор	Studioworks 563 N	2	370410380
Тышқан	Midi Tower ATX 300 W	2	180430440
Аудио динамиктер	Genius Net Scroll+USB	2	6540110
Желілік қосқыш және қуат көзі	COMPEX PS 2208/A/D Fast Ethernet Pocket Switch 8 port 10/100 Mbits	1	2301 80 коврик 21050190 6530150
Үздіксіз қуат көзі	UPS 600VA Power MAN Back PRO 600	2	90150400
Желілік сүзгі	Vertor SOLO (4-х розеток)	2	2004060
Қабылдау-командалық құрылғы	УПКАПИ01.000	2	480170500
Жұптастыру құрылғысы	УС 00.000	2	18565190

Жобаның тиімділігін бағалаудың ең дұрыс әдісі ретінде тандалған жабдықтың онтайлы жұмыс режимдерін анықтау үшін технологиялық процесті модельдеу болып табылады.

Негізгі нәтижелер

Жүргізілген зерттеулердің сенімділігі үшін біз технологиялық процестің негізгі параметрлерінің нақты мәндерін қолданамыз:

- ауа жылдамдығы, м/с: кіріс-1,5; жаңарту-1,6; шығыс учаскесі - 3,0;

- салыстырмалы метанобильділік, м³/мин - 2,82;

- қоршаған орта температурасы, °С - 16-20;

- салыстырмалы ылғалдылық, % - 98 дейін;

- атмосфералық қысым, кПа - 92-98;

- шаңдану, мг/м³-67.

№ 5 өндіру учаскесі-Лава 234-Д6-1В.

- пайдаланылған қабат-Д6;

- желдету схемасы-тікелей, төмен, артқы жағымен;

- желдеткіш қазбаларының қимасы, м:

келіп түскен (конв. пром. штрек 224-Д6-1 - В) -

9,7; жанару (конв. пром. штрек 234-Д6-1-В) - 14,8;

Шығыс учаскесі (монтаждау камерасы 244-Д6-1-

В) - 11,9;

- ауа шығыны, м³/мин: кіріс - 577; сергіту-665;
Шығыс учаскесі -1241;

- ауа жылдамдығы, м/с: кіріс-1,0; жанарту-0,75;
шығыс учаскесі -1,7;

- метанобильділік, м /мин-8,8;

- қоршаған орта температурасы, °С - 16-20;

- салыстырмалы ылғалдылық, % - 98 дейін;

- атмосфералық қысым, кПа - 92-98;

- шандану, мг/м -73.

Жүргізілген есептеулер нәтижесінде №2, №5 учаскелерде ақпаратты іріктеу және қабылдау құралдарының орналасуының мынадай карталары алынды.

№ 2 өндіру учаскесінде (4-сурет) датчиктер мынадай орындарда орнатылады: ДМ1-И - өндіру учаскесінің жалпы ағынында (конвқа. пром. штр еке 233-Д11-В) 10-20м қашықтықта, оны іске қосу нүктесі бар жалпы шахталық ағынмен біріктіру орнынан 1,3 м қашықтықта%;

ДМ2-И - тазарту кенжарында 15 м-ден аспайтын қашықтықта 1,3 іске қосу нүктесімен одан шығу%;

ДМ3 - тазарту кенжарына кіретін ағыста (вент-ге. пром. штреке 233-Д11-В) одан 5 м аспайтын қашықтықта 0,5 іске қосу нүктесімен%;

ДМ4-0,5% іске қосу мөлшерлемесімен учаскеге түсетін ағынның кіру орнынан 10-20 м қашу учаскесінің кіріс ағынында.

81-өндіру учаскесінің жалпы ағынында (колоннаға. пром. 233-Д11-В) ДМ сенсорының жанында 1-ші;

82-өндіру учаскесінің келіп түсетін ағынында (вент-те. пром. 233-ДМ-В) ДМ4 датчигінің жанындағы учаскеге кіретін ағын орнынан 10-20 м қашықтықта.

ПТИ түрлендіргіштері, РГ бөлгіш және ҚҚЗ кабельдік қорабы жеке қалқанға орнатылады, ол учаскенің жалпы кабельдік байланыс қорабының жанында Д9-Д11 желдету фершлагында арнайы тауашада орналасады. ДМ1-И, ДМ2-И, ДМ3 датчиктерін қоректендіретін АС аппараты конвейер промындағы жылжымалы тарату пунктінде (энергия пойызында) орналасады. стреке 233-Д11-в.

№5 өндіру учаскесінде (5-сурет) датчиктер мынадай орындарда орналасады:

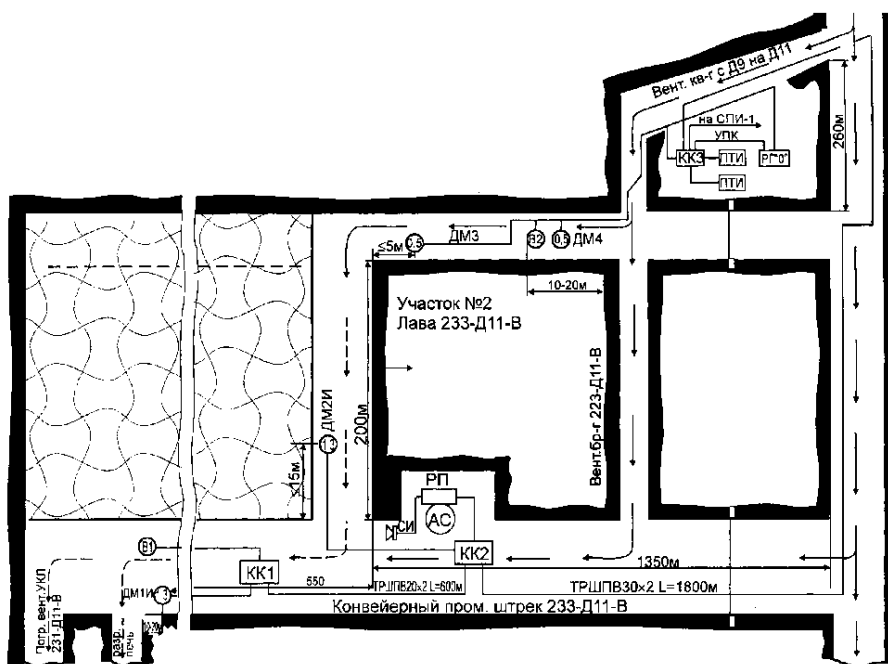
ДМ 1 - ші-244-Д6-1В монтаждау камерасындағы өндіру учаскесінің жалпы ағынында 10-20 м қашықтықта оны іске қосу нүктесі бар жалпы шахталық ағынмен біріктіру орнынан 1,3 м қашықтықта%;

ДМ2-И - тазарту кенжарында одан шығу жолынан 15 м аспайтын қашықтықта 1,3 іске қосу нүктесімен%;

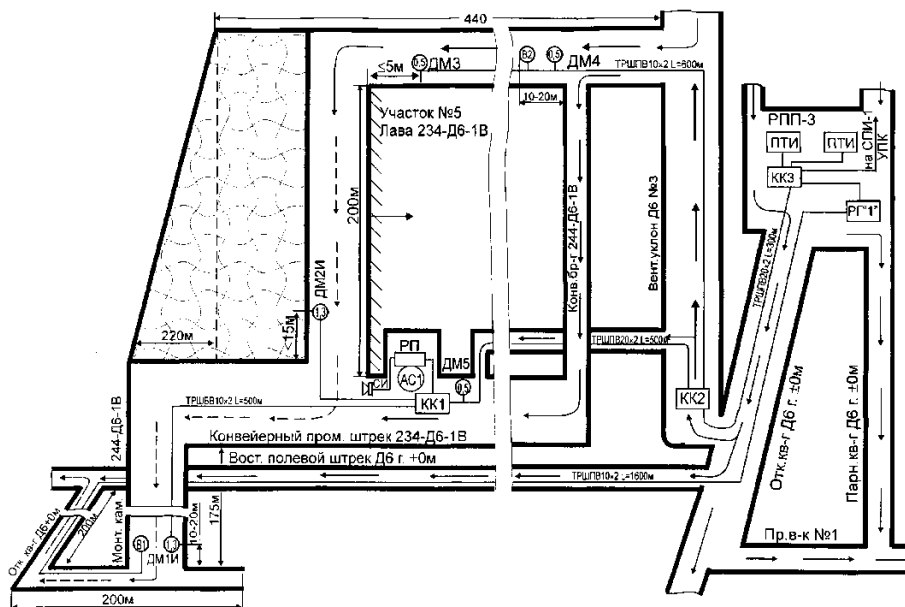
ДМ3 - тазарту кенжарына түсетін ағыста (конваға. пром. штреке 224-Д6-1В) одан 5 м аспайтын қашықтықта, іске қосу нүктесі 0,5 %;

ДМ4-қазба учаскесінің кіріс ағынында кіріс ағынының учаскеге кіру орнынан 10-20 м қашықтықта 0,5% іске қосу нүктесімен.

4 және 5-суреттерде мынадай қысқартулар қабылданды: ДМ - метан датчигі, ДВ - ауа датчигі, ас - дабыл аппараты, РГ - газ бөлгіш, ПТИ - телеөлшеу түрлендіргіші, КК-кабельдік қорап.



Сурет 4 - Датчиктердің №2 өндіру учаскесінде орналасуы



Сурет 5 - Датчиктердің № 5 өндіру учаскесінде орналасуы

Алынған деректерді талқылау. Автоматика және телеметрия жүйесінің элементтерін орналастырудың ұсынылған жобасының жаңалығын ескере отырып, алынған нәтижелер практикалық растауды қажет ететінін түсіну қажет. Автоматика мен телемеханиканың бүкіл жүйесі сыналған нақты жағдайлар да маңызды рөл атқарады.

Қорытынды. Осылайша, ұйымдастырушылық және регламенттеуші құжаттарды енгізумен бірге "Қазақстан" шахтасында диспетчерлендіру және бақылауды автоматтандыру жобасын іске асыру

өте маңызды нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Оларға шахта қауіпсіздігінің жаңа жоғары деңгейіне шығу, Төтенше жағдайлар мен жабықтардың тоқтап қалуы, шығындарды азайту және шығындарды азайту жатады. Сондай-ақ, бұл өнеркәсіптік қауіпсіздікті, штаттан тыс және авариялық жағдайларды жою мерзімдерін қысқартуды, кәсіпорынды басқарудың сапасы мен жеделдігін арттыруды және жедел және қызмет көрсететін персоналды оңтайландыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

1. Трубецкой К.Н., Кулешов А.А., Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я. "Современные системы управления горно-транспортными комплексами". М.: Недра.2014. - 263 с.
2. Овсянников Ю.А., Кораблев В.А. Автоматизация подземного оборудования. М.: Недра.2012. - 297 с.
3. Портнов В.С., Юров В.М. Аппаратура диспетчеризации горного оборудования. КарПТИ. 2009. Караганда. 2013. - 281 с.

References

1. Trubetskoy K.N., Kuleshov A.A., Klebanov A.F., Vladimirov D.Ya. "Modern management systems of mining and transport complexes". M.: Nedra. 2014. 263 p.
2. Ovsyannikov Yu.A., Korablev A.A. Automation of underground equipment. M.: Nedra. 2012. 297 p.
3. Portnov V.S., Yurov V.M. Equipment for dispatching mining equipment. CarPTI. 2009. Karaganda. 2013. - 281 p.

Авторлар туралы мәліметтер

- Тулегулов Амандос Дабысұлы - физика-математика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, кафедра меңгерушісі, Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, tad62@ya.ru;
- Акишев Каршыға Мақсұтұлы, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор. Қазақ технология және бизнес университеті, Астана. Қазақстан, akmail04@gmail.com

- Юрков Николай Кондратьевич, техника ғылымдарының докторы, профессор. Пенза мемлекеттік университеті, Пенза, Ресей, nk49@mail.ru
- Дмитрий Островерхов. Зерттеу инженері. Берлин техникалық университеті, Берлин, Германия, tub14@mail.ru

Information about the authors

- Tulegulov Amandos Dabysovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department. Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, tad62@ya.ru;
- Akishev Karshiga Maksutovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan. akmail04@gmail.com
- Yurkov Nikolay Kondratievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Penza State University, Penza, Russia. nk49@mail.ru
- Ostroverkhov Dmitry - Research engineer, Berlin Technical University, Berlin, Germany, tub14@mail.ru

THE INFLUENCE OF TECHNOGENIC FACTORS ON THE EFFECTIVE COMBINED DEVELOPMENT OF ORE DEPOSITS

M.B. Baizbayev^{1*}, S.B. Aliyev², A.D. Shontayev³, D.D. Meiram³, E.K. Karzhauova³

^{1,3} Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan Institute of Problems of Complex Development of Subsoil named after academic N.V.Melnikov (IPKON RAN), Moscow, Russian Federation,
e-mail: baiz76@mail.ru

The predominant field of application of the complex open-underground method is extended steep-falling deposits with a homogeneous nature of mineralization. The main factors influencing the choice of a specific technological scheme are the capacity of the deposit, the value of the ore and the stability of the array. The complexity of solving geomechanical problems determines the main factors of choosing an open-underground technology - the state of the treatment space and the way to control the state of the array.

Keywords: combined geotechnology, technogenic space, mountain range, deformation, geomechanical processes.

РУДАЛЫҚ КЕН ОРЫНДАРЫН ТИІМДІ АРАЛАС ИГЕРУГЕ ТЕХНОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ

М.Б.Баизбаев^{1*}, С.Б.Алиев², А.Ж.Шонтаев³, Д.Д.Мейрам³, Э.К.Қаржауова³

^{1,3}Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан
²Ресей ғылым академиясы акад. Н.В.Мельников атындағы Жер қойнауын кешенді игеру мәселелерінің институты (ИПКОН РАН), Мәскеу, Ресей Федерациясы,
e-mail: baiz76@mail.ru

Күрделі ашық жерасты әдісін қолданудың басым саласы біркелкі минералдану үлгісімен созылған тік шөгінді кен орындары болып табылады. Нақты технологиялық схеманы таңдауға әсер ететін негізгі факторларға кен орнының қалыңдығы, кеннің құндылығы және массивтің тұрақтылығы жатады. Геомеханикалық есептерді шешудің күрделілігі ашық жер асты технологиясын таңдаудың негізгі факторларын анықтайды - өндіріс аймағының жағдайы және массивтің күйін басқару әдісі.

Түйін сөздер: аралас геотехнология, техногендік кеңістік, тау-кен массиві, деформация, геомеханикалық процестер.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНУЮ КОМБИНИРОВАННУЮ РАЗРАБОТКУ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М.Б.Баизбаев^{1*}, С.Б.Алиев², А.Д.Шонтаев³, Д.Д.Мейрам³, Э.К.Қаржауова³

Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан,
Институт проблем комплексного освоения недр имени акад. Н.В.Мельникова
Российской академии наук (ИПКОН РАН),
e-mail: baiz76@mail.ru

Преимущественная область применения комплексного открыто-подземного способа - протяженные крутопадающие месторождения с однородным характером оруденения. Основными факторами, влияющими на выбор конкретной технологической схемы, являются мощность залежи, ценность руды и устойчивость массива. Сложность решения геомеханических задач определяет основные факторы выбора открыто-подземной технологии - состояние очистного пространства и способ управления состоянием массива.

Ключевые слова: комбинированная геотехнология, техногенное пространство, горный массив, деформация, геомеханические процессы.

Introduction. A characteristic feature of the combined development is the presence of quarry and underground treatment spaces located in the immediate vicinity. The combination of open-pit and underground operations or the transition from open-pit mining to the underground method highlights the geomechanical aspects of the choice of technological schemes and development parameters. This is due to the need for joint assessments of the state of the mountain range near underground

workings and the side-worked sides of the quarry. The presence of a technogenic space formed by an open mining method significantly complicates the geomechanical situation in the zone of underground work, changing the stress-strain state of elements of underground mining systems, creating zones of concentration and stress relief. On the other hand, the presence of extensive underground mined-out spaces leads to the softening and destruction of the rocks of the overlying massif, reducing the stability of the sides of the quarries, supporting and dividing pillars. Forecasting the behavior of the rock massifs being worked on, assessing the stability of outcrops, determining rational technological parameters of development in this case can be based only on the study of geomechanical processes occurring in the zone of mutual influence of underground and open-pit works. Prerequisites for the successful solution of the problems of combined development, ensuring its effectiveness is achieved by knowing the patterns of distribution of stresses, deformations, displacements formed in the array during the operation of the field in a combined way. Research in these areas is a methodological basis for substantiating the parameters of combined technologies, such as rational opening and preparation schemes, reliable methods for managing the state of the arrays being worked on [1].

Carrying out underground mining operations in the zone of influence of the quarry (under the bottom and in the sides) causes a redistribution of stresses in the developed array. The change in the stress state of the rock mass causes, in turn, the redistribution of values and the direction of action of the shifting and holding forces.

The degree of softening of rocks as a result of mining can be different and depends on the specific conditions of the deposit: the intensity of structural fragmentation of the massif; orientation of the weakening planes relative to underground treatment workings and quarry elements; the initial strength of the massif; the stage of development of the zone of displacement of the degree of mining of the massif; the speed of mining, etc [2].

The influence of the technogenic space formed by the quarry on underground mining operations was also studied in order to determine the preferred order and direction of mining development in the transition zone of the deposit. Variants of the direction of development of underground works from the massif to the slope and from the slope to the array were investigated. The direction of development of underground mining vertically does not have a significant impact on the formation of stress fields in the underworked board. In order to intensify the work and ensure the stability of the sides, on the

first underground horizon at the base of the quarry, it is preferable to develop reserves with division into panels, continuous excavation of reserves.

The factors determining the use of open-underground technology in the fields are: the joint use of mine workings for transportation and drainage; the most complete development of the reserves of the deposit; the use of waste rocks as a laying material with a simplified scheme of feeding them into the mine. The factors limiting the use of this method are disadvantages: the need to reduce the seismic impact of quarry and underground explosions on the quarry massif; difficult conditions for ventilation of mine workings.

Materials and methods. The open-underground mining of deposits is characterized by a number of features that determine the conditions of mining operations [3].

First, under the influence of underground work, rock movements and subsidence of the surface are likely. One of the conditions for choosing underground mining systems during joint work is the need for permanent and temporary preservation of the stability of the array. The choice of the development system depends on the specific mining and geological conditions and the possibility of providing a reliable guarantee of work safety.

Secondly, the mutual influence of blasting operations in a quarry and in an underground mine introduces restrictions and should be taken into account when drawing up plans, calculating BVR passports.

The third is that the joint technology of conducting underground and open-pit work requires special organization of labor at quarry ore outlets underground and at drainage works.

Fourth, the high responsibility and complexity of solving geomechanical tasks imply: calculation of the parameters of safe berms between open and underground works; assessment of the thickness of the ceiling over individual sections of the worked-out space; calculation of the parameters of the supporting pillars and the strength of the hardening bookmark; determination of the permissible area of horizontal exposure of the roof of the cleaning space; assessment of the stability of the sides of the quarry being worked by underground workings.

Currently, in most methods of assessing the stability of slopes, only the matching stresses due to the action of gravitational forces are taken into account, and the maximum height of the slope is found by solving the equation of equilibrium of holding and shifting forces along the selected sliding surface in the vertical plane. The value of the stability coefficient of the side depends on the presence of natural tectonic forces in the rock mass, the ratio of the elastic characteristics of the rocks composing the mountain range, the ratio

of the geometric dimensions of the quarry.

This leads to great economic damage and aggravation of the environmental situation in the regions of developed mining production.

Further development of the open method of development, especially in the central and southern regions of the country, will be associated with the continuation of the seizure of valuable land. Simultaneously with the increase in the depth of quarries, there is a progressive increase in the volume of stripping and the cost of ore extraction.

An important direction in the development of mineral extraction, which allows to reduce the influence of these negative factors and increase the efficiency of mining operations, is the integrated development of mineral resources. One of the ways to implement this direction is the most effective combination (complex) of various technologies and techniques during the operation of the field.

With this method, when open-pit mining reaches the final design depth (Figure 1 a) on one of the flanks of the deposit, they continue to develop horizontally towards the center of the deposit. After the working side of the quarry moves 150-200 m, in the immediate vicinity of the end part of the non-working side, a rising one passes, which connects the bottom of the quarry with the pre-designed workings of the underground horizon. With a series of vertical wells, the rising is expanded into a cut-off slot located across the stretch of the ore body at its full capacity. The underlying stratum (open-underground tier) is drilled to the full height from the bottom of the quarry and collapsed following the advance of the front of the open works with the subsequent issuance of ore mass through underground workings. Reserves of deeper horizons are worked out underground by a floor-chamber system or a system of floor forced collapse. Thus, a single developed space of a quarry, an open-underground tier and underground mining is created. It is used as a container for placing internal dumps, which, by ensuring the loading of the sides of the developed space, increase their stability.

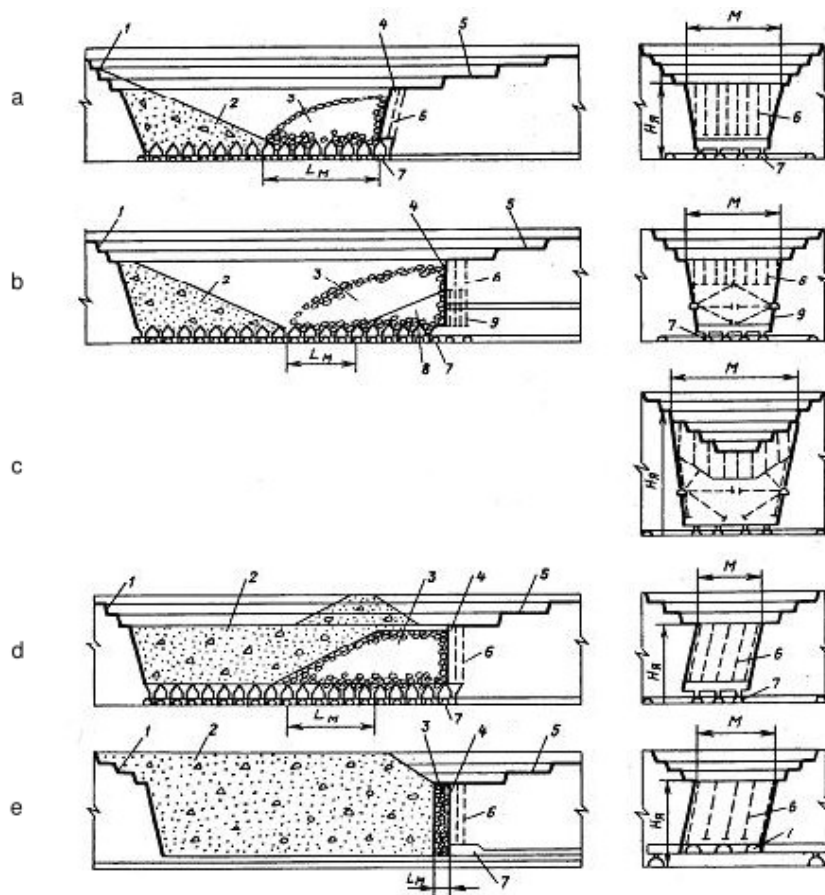
At newly developed deposits, it is possible to open the ore horizons of the quarry with a complex of

underground workings, which are also used in the development of the open-underground tier. Due to this, the non-working side is freed from transport communications for its use in the formation of internal dumps.

The complex open-underground method is also applicable in existing quarries, where the implementation of planned production volumes is constrained by the backlog of stripping operations and the lack of space for the placement of external dumps. In this case, the design boundaries of the quarry can be revised and favorable conditions for an earlier transition to underground mining can be provided [4].

The technology in question has a number of features that determine its effectiveness and application prospects. They determined the main directions of research.

Geomechanical processes in the combination of open and underground mining operations in general, and in the complex open-underground method in particular, are characterized by significant heterogeneity of stresses and deformations due to the imposition of several stress fields on the same section of the massif due to the complicated configuration of a single developed space. The stability of the ledge for the basic variant (Fig. 1a) was studied by the finite element method in relation to the conditions of the Prioskolsky deposit of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA). The analysis showed that the weakest structural element is the cutting zone. The stability of a ledge with a height of 100 m with a slope angle of 70° can be provided with a margin factor of 1.5 with the ratio of the area of the pillars in the cutting zone to its total area of at least 0.4. The stability of the ledge of a higher height is achieved by the exclusion of advanced cutting and the formation of exhaust workings with a lag, under the bulk of the collapsed ore mass. In this case, a feature of the stress-strain state is the formation of a zone of concentration of compressive stresses in the lower part of the ledge and a zone of tensile stresses under the bottom of the developed space (Figure 1).



a - without loading the sides and ledge with rock mass; b - with partial loading of the ledge with broken rock; c - with the completion of deep horizons in an open way without additional separation of the sides of the quarry; d, e - with full loading of the ledge and sides of the worked space, respectively, with bottom and end ore release; 1 - non-working side of the quarry; 2 - internal dump; 3 - ore mass; 4 - ledge of the open-underground tier; 5 - working side of the quarry; 6 - parallel descending wells; 7 - output workings; 8 - loading of the ledge; 9 - fan wells

Figure 1 - Principal variants of an integrated open-underground method development

With an increase in the height of the open-underground tier and a decrease in the width of the upper working area, the zone of concentration of compressive stresses expands, and the stresses themselves increase, at the same time, the zone of tensile stresses is removed from the ledge. Drilling and exhaust workings outside the lower part of the ledge and loading a high ledge with a collapsing rock mass can reduce the concentration of stresses in the selected zones.

On the basis of the bulk medium model, an analysis of the stability of the vertical ledge was carried out [5-6]. It has been established that the stability of an undisturbed vertical ledge composed of quartzites is ensured when the beaten ore is loaded, located at the angle of the natural slope of its entire surface, with the exception of the upper part, at a height equal to the depth of the vertical crack of separation. Studies

carried out by the laboratory of Rock Pressure Problems of the IPKON RAN on the example of the Annovsky deposit have shown that the loading of a high ledge ensures its stability even in the presence of unfavorably oriented cracks in the array. In contrast to the periodically (once every 1-2 months) collapsed ledge, the stability of the sides of the developed space must be ensured during the entire life of the transition zone.

The study of stress fields in the sides of the open-underground tier for the conditions of the Annovsky deposit was carried out using the polarization-optical method. It is established that at the height of the tier 100-120 m, the stability of the unloaded sides of the developed space is achieved at their slope angle of no more than 70°. The dependence of the safe slope angles of the ab sides (degree) on the height of the open-underground tier, taking into account the

strength of the K_k rocks, can be represented as

$$a_\delta = \text{arcctg} K_k \cdot H_n \quad (1)$$

The flattening of the sides of the worked-out space as the depth of the worked-out space increases leads to the fact that the width of its bottom gradually decreases. At the maximum height of the tier, the section of the developed space takes the shape of a triangle (Figure 2). This height H_{\max} (m) depends on the thickness of the deposit M

$$H_{\max} = \sqrt{\frac{M}{2K_k}} \quad (2)$$

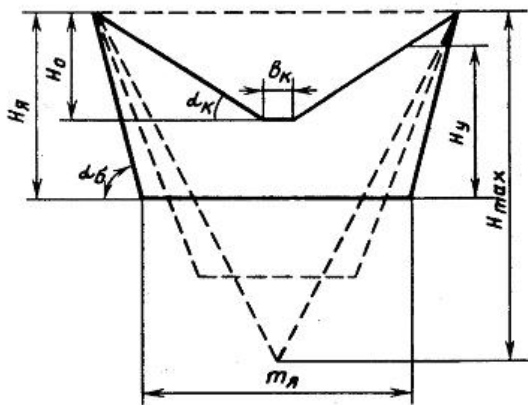


Рис. 1 - Figure 2 - Change in the cross-section of the developed space with options involving the flattening of its sides with an increase in the height of the tier

H_y - the height of the open-underground tier; H_0 - the depth of the completion of reserves in an open way without spreading the sides of the quarry; α_k - the angle of the slope of the sides of the quarry during completion; β_k - the width of the bottom of the quarry; α_b - the angle of the slope of the sides of the worked-out space of the open-underground tier; m_n - the width of the bottom of the worked-out space; H_{\max} - the maximum possible height of the open-underground tier

The maximum cross-sectional area of the developed space and, accordingly, the largest volume of reserves in the open-underground tier corresponds to its height equal to $0.8 H_{\max}$.

The necessary stability of the developed space in the period between the end of ore release and the beginning of internal dumping is provided by the choice of a safe angle of slope of the sides, which requires the abandonment of ore triangles; their volume increases with the height of the open-underground tier and the decrease in the angle of incidence of the ore body.

Reduction of ore losses in triangles can be achieved by constant and complete loading of the sides of the

worked-out space with rock mass. The possibilities of controlling the stability of the array in this case were considered using numerical modeling of its stress-strain state by the finite element method on the example of the Tarynnakh iron ore deposit. It is established that the factors that have the greatest impact on the stability of the hanging side are the height of the open-underground tier and the angle of incidence of the ore body. Stability is maintained at an angle from 60 to 90° and a tier height of about 80 - 100 m. At the same time, the zones of possible local destruction and cracking are located in the lower part of the side of the quarry from the hanging side and in its upper part from the recumbent side. However, the presence of such zones does not violate the stability of the system as a whole.

Results and discussion. The results of the assessment of the geomechanical state of the massif made it possible to form three main options for complex open-underground mining, differing in the way of ensuring the stability of the ledge and the sides of the developed space.

The first option provides for the complete release of ore after each cycle of stripping, leaving only a small ore cushion (Figure 3, a). The stability of the ledge and the sides of the worked-out space, which are in an unloaded state for a certain time, is ensured by giving them safe slope angles. The inner dump is formed with a lag from the ledge without contact of the waste rock with the ore mass. At the same time, free bottom release of ore is carried out over the entire area occupied by the recaptured ore. This option, according to geomechanical conditions, ensures the creation of an open-underground tier with a maximum height of 80 - 100 m using quarry machines for drilling with the formation of only a lower cut without an underground drilling horizon. It is advisable to use it at a deposit capacity of no more than 130 - 150 m, when the height of the tier will be at least $0.8 H_{\max}$.

In the second variant, after each breakout cycle, a part of the beaten ore is stored in contact with the ledge, and the internal rock dump is formed similarly to the first variant. In this case, the stability of the ledge of the open-underground tier is ensured by priming it with beaten ore, and the stability of the sides of the worked-out space is provided by giving them a safe angle of slope.

The full release of ore is carried out only outside the loading, within the boundaries of which only 10 - 15% of the volumes are extracted to create the necessary loosening. Depending on the size of the loading, the height of the ledge under geomechanical conditions can be increased to 150 - 170 m, which makes it necessary to form an underground drilling horizon above the bottom level outside the stress

concentration zone and conduct exhaust workings under the bulk of the beaten ore. This option provides the maximum cross-sectional area of the developed space with a deposit capacity of up to 200-250 m.

With higher power, modifications can be used that provide for the completion of the upper part of the open-underground tier reserves in an open way without additional side spacing (Figure 3, c).

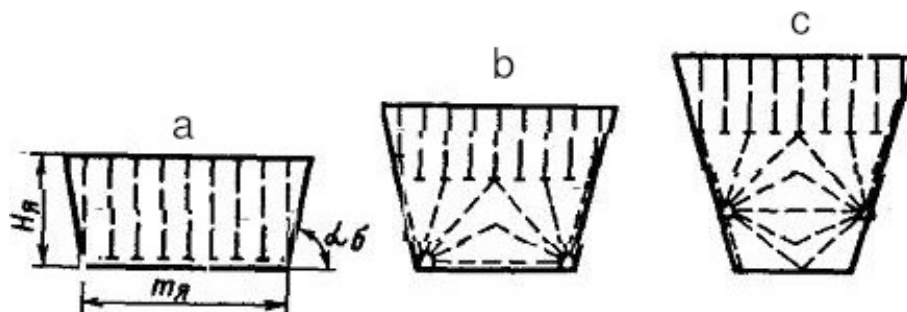


Figure 3 - Schematic diagrams of the opening of the ledge of the open-underground tier

The conditions of free ore release characteristic of the considered options allow increasing the distance between the bottom outlet workings to 15-20 m, which ensures an increase in reserves per outlet to 150-200 thousand tons.

The third option involves the constant filling of the entire worked-out space with rock mass. This is due to the need to break off the entire ledge on the clamping medium and makes it possible to use both an area and an end outlet (Figure 1 d, e). The height of the tier is limited to 70-90 m both according to the conditions of stability of the hanging side, and based on the possibilities of rebounding in a clamped environment. In case of areal release, after each breakout cycle, an internal dump is built up with the placement of rock above the ore mass; ore release is carried out at some distance from the ledge where the dump has reached the design height. At the end outlet, after each breakout cycle, a complete extraction of the ore mass is carried out with vertical contact with the rocks of the inner dump. The use of options with constant filling of the entire worked-out space with rock mass is advisable when the deposit capacity is up to 80-100 m.

The effectiveness of complex open-underground mining largely depends on the reasonable choice of parameters and indicators of drilling and blasting operations.

In principle, three main schemes for the construction of a high ledge are possible (Figure 4). The first scheme (Figure 3, a) provides for drilling the entire ledge with parallel descending wells using quarry machines. This makes it possible to abandon the creation of an underground drilling horizon, but requires the formation of a lower cut. Based on the characteristics of the most powerful quarry equipment, the height of the tier in this case does not exceed 70-90 m, taking into account the cutting.

The second scheme (Figure 3, b) assumes the formation of an underground drilling horizon at the level of the release horizon and the rebounding of the lower part of the ledge with fan wells. The maximum height of the tier in this case can reach 120-140 m.

The disadvantages of the location of drilling workings in the stress concentration zone make the third scheme more promising (Figure 3, c), which provides for drilling horizon above the bottom level and drilling of the lower part of the ledge with ascending and descending fan wells. In this case, the parameters of the existing drilling equipment allow increasing the height of the tier to 160-170 m.

The main feature of the rebound in open-underground mining is the significant depth of blast wells, with the growth of which their deviation from the design position increases. As a result, the consumption of explosives in certain parts of the exploding array becomes less than the calculated one, which leads to a deterioration in the quality of crushing.

Based on data on well deviations at a number of domestic and foreign enterprises and taking into account experience in reducing these deviations, the dependences of the oversized yield on the height of the open-underground tier were calculated and it was found that with the appropriate parameters of drilling and blasting operations and a conditioned piece of 1000 mm, the oversized yield should not exceed 10%. The effective release of ore of such a granulometric composition with significant reserves per outlet can be ensured through the use of high-unit power technical means, which include heavy vibratory feeders, loading and delivery machines with a large bucket capacity and hydraulic excavators. This equipment should work in combination with the most productive transport equipment.

The technical and economic analysis showed that in

the variants with free ore release, it is advisable to use a complex vibrating feeder of the RPU type - rail transport using heavy-duty wagons with a load capacity of 20 tons or more. With options with constant filling of the worked-out space and release under the overlying rocks with the use of area release, the most promising is the use of powerful loading and transport machines with ore delivery to the ore outlet. Excavators in combination with underground dump trucks or trolleybuses can also be used for the end release.

Studies were devoted to the problem of the organization of ventilation of mine workings with a complex open-underground method, as a result of which, based on the study of the mode of air movement during filtration through the collapse zone, the use of a combined suction-discharge ventilation scheme was recommended, which allows a wide range of operating modes of suction and discharge fans.

An indicator of the intensity of field exploitation within the open-underground tier is the rate of movement of a high ledge, which, in combination with the cross-sectional area of the developed space, determines the possible production volumes. The speed of moving the ledge, in turn, depends on four main factors: the rate of advance of the front of work in the quarry, the intensity of drilling and blasting, the release and transportation of ore and internal dumping.

The rate of movement of the operational front under the condition of drilling and blasting operations and ore release $v_f^{b,v}$ (m /year) is determined based on the maximum number of relevant equipment in simultaneous operation of the pob, and its unit productivity Q_{ob} , depending on the adopted technology and the parameters of the tier

$$v_{\Phi}^{\delta,B} = \frac{n_{o\delta} \cdot Q_{o\delta} \cdot N_{cm} \cdot N_{год}}{S_B \cdot \gamma_p} \quad (3)$$

where Q_{ob} is the shift productivity of a unit of equipment, t/shift; N_{cm} is the number of working shifts per day; $N_{год}$ is the number of working days per year; S_B is the cross-sectional area of the worked space, m^2 ; γ_p is the average ore density, t/m^3 .

The rate of advance of the front according to the condition of internal dumping v_f (m/ year) is

$$v_{\Phi}^{oTB} = \frac{n_{o\delta^0} \cdot Q_{o\delta^0} \cdot N_{cm} \cdot N_{год} \cdot K_p}{(S_B + S_k) \cdot \gamma_{II}} \quad (4)$$

Calculations have shown that ensuring the required intensity of development is achieved mainly due to the development of the ore release zone.

The variants of the complex open-underground mining method differ in the level of the upper boundary of the open-underground tier and its

height and are characterized by different volumes of reserves intended for open, open-underground and underground mining.

With free ore release, the maximum height of the open-underground tier is determined by the safe slope angles of the sides with a deposit capacity of up to 150-180 m. With a higher capacity, the height of the open-underground tier is determined by technological factors, in particular, the capabilities of drilling equipment. With constant filling of the worked-out space with rock mass, the maximum height of the tier is limited by the conditions of breaking in a clamped environment within 70-90 m.

It has been established that at the new deposit, it is advisable to place the upper boundary of the open-underground tier at the level of the maximum depth of the quarry, justified by known methods without taking into account the features of open-underground mining. In the conditions of an exploited field, with overburden lagging and increased requirements for environmental protection, it is advisable to place the open-underground tier partially within the reserves located in the contours of the quarry, with a decrease in the maximum depth of the latter.

Technological options with constant filling of the worked-out space with rock mass and the release of ore under the overlying rocks of the internal dump ensure the greatest efficiency of field development at the maximum permissible height of the open-underground tier located below the limit of open work.

Conclusion. Thus, the conducted research and design studies have established that an integrated open-underground method of developing strong ores is a promising direction for the development of subsurface resources. In the appropriate mining-geological and mining engineering conditions, it allows:

- to reduce the area of environmental disturbance by reducing the volume of external dumping;
- to significantly compensate for the decrease in ore production volumes during the development of deep horizons of quarries;
- to reduce the total volume of overburden in the contour of the quarry due to the development of deep horizons with one high ledge without additional separation of the sides;
- use general schemes for opening deep horizons of a quarry and underground mines.

Combined geotechnology makes it possible to identify the main directions of the implementation of the idea of integrated development of the subsoil in the field of open-underground mining. These include: a combination of technological elements of open and underground mining operations at the stage of treatment excavation, the joint use

of open and underground mining operations for ore transportation, the use of a single developed space of open and underground mining operations to accommodate overburden. With a complex open-underground method, all three of these directions are implemented, but they can also develop independently in a wider range of mining and geological conditions. Therefore, an important task of further research should be considered the development of new technological solutions and the substantiation of the principles of their design within the framework of the considered promising areas.

References

1. Puchkov L.A. Sharovar I.I.-Vitkalov V.G. Geotechnological Methods of Deposit Development. – M.-Mining Book Publisher, 2006. - с. 322.
2. Lazchenko K.N. Terentyev B.D. Geotechnological Methods of Development of Mineral deposits. – M.-MGU.- 2000. - с. 75.
3. Demidov Yu.V. On the classification of stopping the combined development of ore deposits // Mining Journal. - No. 4, 1995. - p. 16-19
4. Kazikaev D.M. Combined development of ore deposits. – M.- Gornaya book.- Publishing House. - 2008. - с. 355.
5. Kaplunov D.R. Kalmykov V.N. Rylnikova M.V. Combined geotechnology. - M.: Ore and metals.- 2003. - с. 550.
6. Kaplunov D.R. Rylnikova M.V. Combined development of ore deposits. - M.: Mining book, 2012. - 344 p

Information about the authors

- Baizbayev M.B. - Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, baiz76@mail.ru;
- Aliyev S.B. - Institute of Problems of Complex Development of Subsoil named after academic N.V.Melnikov (IPKON RAN), Moscow, Russian Federation, baiz76@mail.ru;
- Shontayev A. D. - Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, shon_oskar@mail.ru;
- Meiram D. D. - Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, diana_meiram@mail.ru;
- Karzhauova E. K. - Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, karzhauova.81@mail.ru

Сведения об авторах

- Баизбаев М.Б. - Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, baiz76@mail.ru;
- Алиев С.Б. - Институт проблем комплексного освоения недр имени акад. Н.В.Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН), Москва, Российская Федерация, baiz76@mail.ru;
- Шонтаев А.Д. - Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, shon_oskar@mail.ru;
- Мейрам Д.Д. - Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, diana_meiram@mail.ru;
- Каржауова Э.К. - Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан, karzhauova.81@mail.ru

MOTIVATION SYSTEM OF CIVIL SERVANTS OF KAZAKHSTAN: ASSESSMENT AND PROSPECTS FOR IMPROVEMENT

Z.R. Karbetova^{1*}, A.S. Baktymbet¹, Sh.R. Karbetova²

¹Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan

²International Transport and Humanitarian University, Almaty, Kazakhstan
e-mail kzr_2011@mail.ru

The success of public administration depends on the extent to which civil servants realize their professional potential. The insufficient level of motivation of civil servants is an obstacle to their effective work. Ways to increase professional potential through motivational interventions aimed at developing the competence of civil servants remain undeveloped. Therefore, the main focus of this study will be on the assessment of the modern system of motivation of civil servants and consideration of ways to improve it in the Republic of Kazakhstan, which is relevant and of great scientific and practical importance.

The paper notes the features of the motivation of civil servants, analyzes foreign experience in motivating the professional activities of civil servants and considers the directions for stimulating their work; a modern system for evaluating the performance of civil servants based on a survey has been studied. In the process of conducting an empirical study in Kazakhstan, the processing of questionnaires made it possible to identify the main factors motivating the professional activities of active civil servants. The sample set of the conducted survey allowed to achieve a high level of representativeness of the results and conclusions.

The new model of civil service, which has been tested, is based on a factor-score scale. The new system of remuneration of civil servants will make it possible to select the most conscientious and versatile employees for the civil service, which will improve the quality of public administration. Thus, we carried out an analysis of the effectiveness of the system of motivation of civil servants in the Republic of Kazakhstan, evaluated them, and developed measures to improve the motivation for the professional activities of civil servants of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: motivation systems, civil servants, assessment, management, analysis, remuneration, efficiency.

СИСТЕМА МОТИВАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ КАЗАХСТАНА: ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

З.Р.Карбетова^{1*}, А.С.Бактымбет¹, Ш.Р.Карбетова¹

¹Казахский университет технологии и бизнеса, г.Астана, Казахстан

²Международный транспортно-гуманитарный университет, г.Алматы, Казахстан
e-mail kzr_2011@mail.ru

Успех деятельности государственного управления зависит от того, в какой степени государственные служащие реализовывают свой профессиональный потенциал. Недостаточный уровень мотивации госслужащих является препятствием для их эффективной деятельности. Неза разработанными остаются пути повышения профессионального потенциала посредством мотивационного вмешательства, направленного на развитие компетентности государственных служащих. Поэтому основной акцент данного исследования будет сделан на оценке современной системы мотивации государственных служащих и рассмотрении пути ее совершенствования в Республике Казахстан, что является актуальным и имеет важное научное и практическое значение.

В работе отмечены особенности мотивации государственных служащих, проанализирован зарубежный опыт мотивации профессиональной деятельности государственных служащих и рассмотрены направления стимулирования их труда; исследована современная система оценки деятельности государственных служащих на основе анкетирования. В процессе проведения эмпирического исследования в Казахстане, обработка анкет позволила выявить основные факторы мотивации профессиональной деятельности действующих государственных служащих. Выборочная совокупность проведенного анкетирования позволила достичь высокого уровня репрезентативности результатов и выводов. Прошедшая апробация, новая модель государственной службы основана на факторно - балльной шкале. Новая система оплаты труда госслужащих позволит отобрать на государственную службу наиболее добросовестных и разносторонне грамотных сотрудников, что повысит качество государственного

управления. Таким образом, нами был осуществлён анализ эффективности системы мотивации государственных служащих в РК, проведена их оценка, разработаны мероприятия по совершенствованию мотивации профессиональной деятельности государственных служащих Республики Казахстан.

Ключевые слова: системы мотивации, государственные служащие, оценка, управление, анализ, оплата труда, эффективность.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ МЕМЛЕКЕТТІК ҚЫЗМЕТШІЛЕРІН МОТИВАЦИЯЛАУ ЖҮЙЕСІ: БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ БОЛАШАҒЫ

З.Р.Карбетова^{1*}, А.С.Бақтымбет¹, Ш.Р.Карбетова²

¹Қазақ технология және бизнес университеті, Астана қ., Қазақстан

²Халықаралық көлікжәнегуманитарлықуниверситеті, Алматы қ., Қазақстан

e-mail kzr_2011@mail.ru

Мемлекеттік басқарудың жетістікті болуы мемлекеттік қызметшілердің кәсіби әлеуетін қандай дәрежеде іске асыруына байланысты. Мемлекеттік қызметшілерді ынталандыру деңгейінің жеткіліксіздігі олардың нәтижелі жұмыс істеуіне кедергі болып отыр. Мемлекеттік қызметшілердің құзыреттілігін дамытуға бағытталған уәждемелік ықпал ету арқылы кәсіби әлеуетті арттыру жолдары әлі де дамымаған күйде қалып отыр. Сондықтан бұл зерттеудің негізгі бағыты өзекті және ғылыми-тәжірибелік маңызы зор мемлекеттік қызметшілерді ынталандырудың заманауи жүйесін бағалау және оны Қазақстан Республикасында жетілдіру жолдарын қарастыру болмақ.

Сондықтан мемлекеттік қызметшілерді ынталандырудың заманауи жүйесін бағалау және оны Қазақстан Республикасында жетілдіру жолдарын қарастыру бұл зерттеудің негізгі бағыты өзекті және ғылыми-тәжірибелік маңызы зор болып келеді.

Жұмыста мемлекеттік қызметшілерді ынталандыру ерекшеліктері атап көрсетіліп, мемлекеттік қызметшілердің кәсіби қызметін ынталандырудың шетелдік тәжірибесі талданып және олардың жұмысын ынталандыру бағыттары қарастырылды; сауалнама негізінде мемлекеттік қызметшілердің қызметін бағалаудың заманауи жүйесі зерделенді. Қазақстанда эмпирикалық зерттеу жүргізу барысында сауалнамаларды өңдеу белсенді мемлекеттік қызметшілердің кәсіби қызметін ынталандыратын негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік берді. Өткізілген сауалнаманың іріктеме жинағы нәтижелер мен қорытындылардың репрезентативтілігінің жоғары деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік берді.

Тестілеуден өткен мемлекеттік қызметтің жаңа моделі факторлық-балдық жүйеге сүйенеді. Мемлекеттік қызметшілерге еңбекақы төлеудің жаңа жүйесі мемлекеттік қызметке ең адал және жан-жақты сауатты қызметкерлерді іріктеуге мүмкіндік береді, бұл мемлекеттік басқарудың сапасын арттырады. Осылайша, біз Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік қызметшілерді ынталандыру жүйесінің тиімділігіне талдау жүргізіп, оларды бағалап, Қазақстан Республикасы мемлекеттік қызметшілерінің кәсіби қызметіне ынталандыруды жетілдіру бойынша шаралар әзірледік.

Түйін сөздер: мотивация жүйелері, мемлекеттік қызметшілер, бағалау, басқару, талдау, еңбекақы, тиімділік.

The issues of formation of motivation for the professional growth of civil servants have a high degree of relevance, and are determined by the importance of the processes of improving the motivation for the professional activity of civil servants. The insufficient level of motivation of civil servants is an obstacle to their effective performance. The effectiveness of the implementation of state development programs that bring the country to new higher levels of socio-economic development and prosperity depends on how efficiently and professionally the professional duties of civil servants are performed [1].

The purpose of the work is to develop measures to enhance the motivation of civil servants in

Kazakhstan by examining motivational theories, studying foreign experience, analyzing the current staffing and structure of state bodies, exploring modern evaluation systems, and proposing improvements.

The scientific novelty of the research results lies in the development of a comprehensive methodological toolkit to motivate the professional activities of civil servants. This can be achieved through the integrated use of motivation mechanisms and personnel management.

Materials and methods. The study was conducted using general scientific methods of cognition: historical and logical approaches, systemic and situational, questioning and methods of economic

analysis. In the course of this study, various general scientific and private research methods were also used, including: methods of synthesis and deduction, description and statistical methods, graphic-analytical and calculation methods. The analysis of statistical data was carried out using the methods of grouping, comparison and generalization. For the collection and processing of empirical data, sociological methods of collecting information were used: a questionnaire survey and analysis of documents [3].

Results and discussion. In modern conditions, for solving complex problems, issues of the quality of personnel management at all levels of government are of paramount importance. The effectiveness of the implementation of state development programs that bring the country to new higher levels of socio-economic development and prosperity depends on how effectively and professionally the professional duties of civil servants are carried out. It should be noted that for the quality work of the state apparatus, a high level of professional development of the performers themselves, that is, civil servants, is necessary.

An analysis of the theoretical and methodological approach to the system of motivation for the professional activities of civil servants showed that it more reflects the effect of material factors of motivation. Of particular relevance to the professional growth of civil servants are various technologies and artificial intelligence that can perform the typical duties of an official - from creating template letters and processing large amounts of information to providing public services. In this study, an attempt was made to develop new ways and methods of organizing the motivation of civil servants and answer the most pressing questions:

1. What is the most effective way to achieve high professional labor returns from civil servants, and what motives drive them?
2. When are civil servants ready to show all their professional and personal qualities to the maximum for the successful functioning of their organization, and what will lead to an irresponsible and negligent approach to work?
3. What are the factors that form the motivation of civil servants, and what impact do they have on their professional activities?

Therefore, in order to determine the impact on the level of motivation of a civil servant for professional growth, it is necessary to study what the domestic apparatus of civil servants is like in general, what are its main characteristics, and also what general trends in its development are currently taking place. Therefore, the leadership of an organization or government body should have a good knowledge

of the theoretical aspects of the problem under consideration in order to properly organize the work of their subordinates and be able to direct them to the effective performance of their functional duties.

In the course of the study, a wide range of various sources was studied and the main schools and directions of motivation for the professional activity of civil servants in the Republic of Kazakhstan were identified[4,5].

Source 4 studied the attitudes of 740 civil servants in Kazakhstan towards their careers, organizational culture and climate at work. The results of the study made it possible to highlight three main points regarding the motivation and attitude of civil servants to their work in Kazakhstan.

1. Three out of four respondents emphasize that primary and secondary benefits are important to their motivation and performance. Interviewed civil servants in Kazakhstan demonstrated high levels of "public service motivation" (PSM) and intrinsic motivation compared to extrinsic motivation.
2. Civil servants in Kazakhstan demonstrate a positive attitude towards their colleagues and team spirit in the workplace. The high level of intrinsic motivation and MSM of civil servants in Kazakhstan explain the willingness to change and reform, despite the existing difficulties.
3. There is a widespread opinion among civil servants that promotion does not depend on personal merit, and this important problem needs to be addressed. The results obtained indicate the need to increase the number of comparative studies of the motivation of civil servants in Kazakhstan.

According to source 5, the main directions and approaches to assessing the activities of civil servants as a system of motivation for their professional activities are considered. The features and key elements of the motivation of the professional activity of civil servants of the most developed countries were identified on the basis of a study of foreign experience.

In the process of conducting an empirical study in Kazakhstan, the processing of questionnaires made it possible to identify the main factors motivating the professional activities of active civil servants. The sample set of the conducted survey allowed to achieve a high level of representativeness of the results and conclusions.

The main objective of the study is to study those samples of foreign experience that force the creation of a modern and efficient personnel management system, taking into account the specifics of Kazakhstan's development and statehood. Analyzing foreign experience [6], it should be noted a number of features that are of practical interest and can be taken into account in the process of improving the

civil service system of Kazakhstan:

- professionalization of the state apparatus on a permanent basis;
- flexible methods of human resource management (personnel management);
- career development management: flexible system of career advancement, high career mobility, career advancement based on professional achievements, i.e. not only depending on work experience;
- the results of the assessment of civil servants - the basis for career growth and material rewards;
- availability of various employment schemes for the public service:
- permanent civil servants and employees on a contract basis;
- modern organization of work: more flexible working hours, introduction of advanced technologies;
- modern methods of material incentives, including wages (taking into account individual and collective results of work).

To date, the country has created its own model of public service, which combines the achievements of world experience and the specifics of the domestic public administration system. The new model consists of two parts - constant and variable [7]. The permanent part is based on a factor-point scale (FBS), according to which the amount of wages depends on the nature, volume and complexity of the work. The variable part, bonuses, will be accrued to effective employees based on the results of their performance evaluation. The study revealed the results of the work done in the framework of the professionalization of the state apparatus in the Republic of Kazakhstan.

In Kazakhstan, the FBS of civil servants has been introduced, which radically changes the system of remuneration. According to the Agency for Civil Service Affairs, the main advantage of the FBS is the avoidance of "leveling". According to the new system, the official salary of civil servants will depend on the volume and complexity of work, which will increase the responsibility and motivation of civil servants.

According to the head of the department of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs, in connection with the introduction of the FBS, those wishing to enter the civil service have increased. According to analysts, the new system of remuneration of civil servants will make it possible to select the most conscientious and versatile employees for the civil service. Consequently, the quality of public administration depends on civil servants, their work, which reflects their professional level.

What is the apparatus of civil servants of Kazakhstan,

what are its main characteristics and general trends in its development are currently presented below. As of January 1, 2020, the staff of civil servants amounted to 97,403 units. At the same time, the actual number of civil servants decreased by 1,927 [8, 9] people compared to 2018. The release of positions occurred without the actual reduction of employees by not filling vacancies, the saved funds were directed to increase the wages of the most effective employees. In recent years, there has been a constant trend of understaffing throughout the entire structure of the state apparatus. According to the results of 2020 data, staffing was 93.22%. The dynamics of the analyzed indicator during the analyzed period was positive. At the same time, it should be noted that the persistence of a significant percentage of understaffing for a sufficiently long time indicates the presence of problems in the personnel service in terms of organizing planning and forecasting personnel.

According to the National report on the state of the civil service in the Republic of Kazakhstan, as of January 1, 2022, the number of civil servants was 88,321. At the same time, the actual number of government agencies decreased by 6.4% [10]. In order to solve state problems in the medium term, the further vector of development of the civil service will be aimed at solving the issues of excessive bureaucracy of the state apparatus, strengthening communication and interaction with the population, attracting talented youth to the civil service, automating personnel processes and reorienting personnel management services to strengthen the personnel potential of state bodies.

The educational level of civil servants in the Republic of Kazakhstan is quite high and tends to further increase. Scientists confirm the influence to a large extent of such factors as the level of education, economic status, age, etc., on the indicators of participation in sociological studies on effective motivation and effective personnel management [11]. In terms of the level of education, respondents with higher education dominate the most - 92.69%, including: specialists or bachelors (84.44%), as well as masters (82.5%). These results coincided with the data of the Agency for Civil Service Affairs (92%). This situation with the qualitative composition of public authorities contributes to an increase in the level of services they provide.

In our opinion, the constant increase in the level of education of existing employees is also explained by the systematic implementation of the 100 Concrete Steps Nation Plan, which made it possible to strengthen the principles of meritocracy in the selection and career advancement [12]. This improved the quality of the civil servants. Currently,

92% of employees have higher education, while at the central level this figure reaches 100%. Persons with secondary and secondary vocational education (8%) occupy low-level positions of the district and rural levels, about 2.8 thousand are graduates of foreign universities. The number of graduates of the international scholarship "Bolashak" over the past 3 years has increased by 12% (from 505 in 2017 to 565 in 2019), the Academy of Public Administration under the President - by 4% (from 740 to 770).

Over the past few years, there has been a stability in the personnel of the state apparatus. The outflow of personnel from the civil service system is within 6% and tends to gradually decrease (in 2015 - 11.2%, in 2016 - 6.3%, in 2017 - 6.2%, in 2018 - 6.2% , in 2019 - 6%).

This situation with the qualitative composition of public authorities contributes to an increase in the level of services they provide, which is noted in the Strategic Plan of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs and Anti-Corruption for 2018-2021: "Over the years of assessment, starting from 2011, there has been an increase in the average government agencies" [13]. At the same time, the same document acknowledges the existence of serious problems with the quality of services provided by state bodies today: "There is a trend of increasing the number of justified complaints received by state bodies about the quality of public services."

Most of all, citizens aged 30-39 years old (34.9%) participated in the survey, citizens aged 20-29 years old (23.9%) and 40-49 years old (23.2%) took second place. This fact also confirms the assessment of the Agency for Civil Service Affairs, according to which the average age of civil servants is 39 years, including by age groups: up to 30 years old - 23%, from 30 to 40 years old - 34.1%, from 40 to 50 years - 22.2%, 50 years and older - 20.7%⁷². This fact indicates the current trend towards a gradual rejuvenation of the apparatus of state administration, which increases the opportunities for training, retraining and advanced training, as young employees more effectively perceive new knowledge. It is also important that there is a gender balance in the personnel structure of the civil service in Kazakhstan. Thus, according to these data, the proportion of men is 40.2%, and the proportion of women is 59.8%, which indicates that women are more likely to participate in sociological research than men. The results of the study confirm the information of the Agency for Civil Service Affairs of the Republic of Kazakhstan on the proportion of women among civil servants: 59.8%.

In Kazakhstan, the proportion of civil servants to the economically active population is approximately

1.1%, and there are about 197.7 citizens per civil servant. At the same time, for example, in the OECD countries, these figures are 2.43% and 116 people, respectively.

At any enterprise and in any organization, including government bodies, the following issues should be resolved first of all:

- providing employees with at least a sufficient level of wages;
- providing employees with an attractive social package;
- providing employees with a workplace equipped with everything necessary for comfortable and high-quality work.

Unmotivated civil servants are not exclusively a problem for the Kazakh state. Many problems of bureaucracy are relevant for all countries of the world. Even such sociologists as M. Weber and R. Merton noted that dysfunctional signs of bureaucracy are found both in the West and in the East [14].

Thus, the most serious motivating factors in choosing the profession of a civil servant are the motives dictated by categories of a high order. Recently, however, facts from the modern life of various countries, when civil servants began to trample on state and public interests, speak of a catastrophic decline in the morale of civil servants.

But explanations of these facts showed that A. Maslow's conclusions regarding basic human needs are true at any time and in any state. As a result of the research, it turned out that the reasons for this development of the situation are "lower wages, insufficient material and technical equipment for the performance of official duties, an inadequate state budget and pressure to remain efficient while reducing resources and costs" [15].

Of particular interest is the study of existing theories of motivation in terms of the possibility of using their provisions, approaches and postulates in motivating the professional activities of domestic civil servants. In order to assess and identify the degree of correlation between the elements of the motivation system and the efficiency / performance of domestic civil servants, we conducted an empirical study based on a survey of existing civil servants.

The choice of empirical assessment is justified by the fact that an effective motivation system should be maximally integrated with the assessment system. Using the current assessment system to identify the motivational profile of civil servants is inappropriate. Therefore, a survey of civil servants was conducted in order to identify the level of motivation of their professional activities. The impersonality of this survey allowed to increase the level of reliability of the study

The questionnaire was compiled in such a way as

to be able to process the results according to the scientifically based Methodology of K. Zamfir in the modification of A. Rean "Studying the motivation of professional activity" [16]. The need to conduct a survey of civil servants is to identify the level of motivation of their professional activities. These questionnaires were designed and compiled in such a way as to give the most detailed and large-scale idea of the effectiveness of the current motivation system and its shortcomings.

The survey was conducted among active civil servants in two stages. At the first stage of the empirical study, the goal was to collect data to identify the degree of influence of external and internal factors. The second stage of the empirical study was the questioning of the same group of respondents, but within the framework of another survey. The survey within this stage is aimed at clarifying and detailing the results of the first stage. The survey results were processed and summarized in a table 1.

Table 1. The opinion of civil servants on the level of factors affecting the motivation of their work

Question	Answer options				
1	2				
1). Would you agree to change jobs, subject to a reduction in pay by 25% - 30%, but with more interesting responsibilities?	Yes	No	Rather yes than no	More likely no than yes	Difficult to answer
	18,5	33,1	17,9	19,3	11,2
2). In the process of working in the public service, what will be the most important for you?	Possibility of obtaining knowledge and skills	Recognition from peers	Official height	Management recognition	Difficult to answer
	18,1	13,2	27,2	35,4	6,2
3). What factors, from your point of view, have the greatest impact on reducing the motivation and professionalism of civil servants?	Recruitment and promotion of personnel through acquaintance, personal loyalty	Underestimation of the role of staff professionalism	Lack of honest and principled civil servants	Low level of professional culture of managers	Other
	45,5	21,8	16,1	11,6	5,0
4). What stimulates you to increase the level of professional growth?	High level of independence (freedom)	Competition in the work team	Possibility of realization of acquired knowledge	Careerprospect	Encouragement / recognition of merit by management
	21,1	7,6	25,9	32,2	14,2
5). How do you assess the current system of motivation for the professional activities of civil servants?	Effective	Noteffective	Very little is known about it	Haven't come across it in practice	Difficult to answer
	32,2	27,6	16,5	17,0	6,7
6). Which of the ways to increase professional growth do you consider the most effective?	Obtaining additional professional education	Scientific research activities	Exchange of experience (internships)	Collective methods of improving professional physical skills	Difficult to answer
	18,1	6,4	51,5	6,2	19,8

7). Is, in your opinion, material incentives the most effective method of stimulating the professional activities of civil servants?	Yes	No	Rather yesthanno	More likely no than yes	Difficult to answer
	52,5	15,7	17,2	7,3	7,3

Note: compiled by the authors based on sociological research data

To the question: "Would you agree to change jobs, subject to a reduction in pay by 25-30%, but with more interesting responsibilities?" 18.5% answered positively and "more likely than not" another 17.9% of respondents. The results of the survey indicate that more than a third of current civil servants are ready to sacrifice material income in order to change their routine duties to more interesting ones.

This is another confirmation of the theory about the importance of non-monetary factors motivating the professional growth of civil servants. However, the presence of 33.1% of those who are not ready to sacrifice the amount of wages indicates that an effective motivation system should consist of both monetary and non-monetary factors motivating the professional development of modern domestic officials.

For a third of active civil servants, recognition from management is of the greatest importance (35.4%), and only after it is promotion (27.1%). This situation is caused by the fact that promotion up the career ladder currently depends more on the loyalty of the management than on the level of professionalism of the employee.

It should be noted that the majority of civil servants are aware that the prospect of career growth (32.2%) is one of the main motives for their professional growth. At the same time, more than half of the surveyed respondents admit that the most effective way to increase professional growth is the exchange of experience (internships) - 51.5%.

In the process of working in the civil service, in our opinion, the greatest importance should be the opportunity to acquire knowledge and skills, which is an internal motive, which, according to personal data, amounted to only 18.1%.

According to the survey data, 45.5% of current civil servants and 21.8% underestimated the role of staff professionalism had the greatest impact on the decrease in the motivation and professionalism of civil servants: recruitment and promotion of personnel through acquaintances, personal loyalty. These negative factors had a significant impact on the desire of state bodies to improve their professional level.

It also follows from the results of this survey that more than a third of civil servants either know very little about it (16.5%) or have not encountered it at all in practice (17.0%). This is another confirmation of the relevance and timeliness of the ongoing research within the framework of this research work. Therefore, it is necessary to work out measures to optimize the system of personnel changes, taking into account the reduction of the influence of the human factor on the results.

To the question "Is, in your opinion, material incentives the most effective method of stimulating the professional activities of civil servants?" more than half (52.5%) answered "Yes" and only 17.2% answered "No". But we consider it necessary to note that financial incentives account for 52.5% of respondents, which indicates the importance of this factor.

The survey data confirm the fact that gradually non-monetary forms of motivation are also becoming increasingly important. The survey showed a high level of internal motivation of domestic civil servants. It follows that satisfaction from the process itself and the result of the work and the possibility of the most complete self-realization in this particular activity are important for them. According to the calculations, this result states that in the motivation system of a modern civil servant, it is necessary to pay more attention to non-monetary factors that have taken leading positions and are the most optimal direction for improving the existing motivation system.

Thus, based on the conclusions of the above analysis, we can judge the list of factors of labor motivation of civil servants, the impact of which the heads of public administration organizations should fully take into account in their work. The specificity of the system of factors of labor motivation of civil servants lies in the priority of certain factors. Without resolving the issues of fulfilling physiological and security needs, it will not be possible to form a system of labor motivation for civil servants as a whole. But the factors generated by the needs of a high order should be taken into account to the same extent from the very beginning of the organization.

In order to overcome these shortcomings, the

development plan of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs for 2020-2024 provides for the implementation of a number of measures, including the necessary amount of work on retraining and advanced training of civil servants [17]. In this document, the actual figures are given for 2018-2019, and the planned period is from 2020-2024. Let's analyze the Section. 3. "Strategic directions, macro indicators, goals and target indicators", subsection 1. "Strategic direction. Formation of a strategically innovative civil service" The level of compliance with the principle of meritocracy in 2019 was 60.1%, and in 2024 it should reach 61.6%.

In subsection 1.1 "Transformation of the civil service. Target indicators interconnected with budget programs".

1. The net turnover of civil servants (leaving the civil service system) amounted to 6.2% and 6.0%, respectively, in 2018-2019, and from 7.0% to 6.6% in the planned period, decreasing every year by 0.1%. The main reason for the high turnover was "command movements", when the key staff of the apparatus was updated during the change of the first leaders.

2. The share of civil servants of central government bodies who completed retraining and advanced training courses, within the funds allocated from the Republican budget for the reporting period in 2018-2019, amounted to 99.7% and 100%, respectively, and from 94.0% in the planning period up to 96% increasing every year by 0.5%.

3. The share of civil servants satisfied with the quality of education at the Academy in 2018-2019 amounted to 93.0% and 94.4%, respectively, and in the planned period from 94.5% to 95.0%, increasing every year by 0.5% except 2021.

4. The share of implemented recommendations of the Ethics Councils in 2018-2019 amounted to 99.0% and 99.6%, respectively, and in the planned period from 91.1% to 95.0%, increasing every year by 1.0%.

5. For executed orders (representations) to eliminate violations identified as a result of inspections on compliance with the legislation on civil service and proposals to cancel decisions of state bodies adopted in violation of the legislation on civil service and other normative legal acts of the Republic of Kazakhstan in 2018-2019 amounted to 96.0% and 97.0%, respectively, and in the planned period from 92.5% to 95.0%, increasing every year by 0.5 and 1.0%.

6. The share of advanced training seminars and disciplines of pre-training courses conducted in

the state language at the Academy of Public Administration and the share of modernized subsystems of IIS "E-kyzmet", taking into account the transition of subsystems to modules from among those to be modernized and are shown only in the planning period, respectively, from 30.0% to 34.0% and from 50.0% to 90.0%, increasing every year.

In subsection 2. "Strategic direction. Improving the quality of the provision of public services" The share of restored rights of service recipients based on the results of violations identified during inspections on appeals for the reporting period in 2018-2019 amounted to 83.00% and 88.4%, respectively, and in the planned period from 86.0% to 90, 1% increasing every year by 1.0%. In subsection 2.1 "Development of customer focus in the public service" The share of public services covered by public monitoring of the quality of public services for the state social order of the Agency, including online in the total number in the Register of public services. The share of instructions and recommendations executed by the central state bodies on the elimination of violations, causes and conditions contributing to their completion, identified by the results of inspections, as well as the results of analyzes carried out in relevant areas on compliance with the law in terms of the provision of public services and are shown only in the planning period, respectively, from 60.0% to 62.0% and from 82.0% to 84.0%, increasing by 1.0% every year. From the above data, strategic directions, macro indicators, goals and target indicators, inclusive of 2024, are visible.

According to the planned indicators, by 2021 it was planned to increase the share of those who completed retraining and advanced training courses, of those subject to retraining and advanced training, to 95.0%, while at the end of 2018 this figure was 70.0%. In order to achieve such a high level of this indicator and implement a number of other measures to improve the quality of services provided, in addition to the administrative resource, it is necessary to generate internal staff motivation for professional development.

The main criterion for the quality of public services, in our opinion, is the satisfaction of their external users, that is, the population. In order to determine this indicator, constant on-line monitoring is carried out on the website of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs and Anti-Corruption. Consider the results of a survey conducted at the beginning of 2023 by online monitoring, which are presented in the table.

Table 2. Results of a survey of the population on the quality of public services provided

N No. P p/n	Questions, answer options	Meaning of answer people	
			%
1.	Have you encountered a violation of professional ethics by civil servants of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs (unethical behavior)?	14	6,0
	- Yes	218	93,2
	- No	2	0,8
	- Do not interact with the public sector		
2.	To improve the ethical culture of public employees need:	53	22,6
	- To bring to disciplinary responsibility	160	68,4
	- Encourage ethical civil servants in every possible way	21	9,0
	- Own option		
3.	Measures taken in the state body for compliance with ethical standards:	186	79,5
	- Efficient, civil servants are correct and respectful towards citizens and colleagues	20	8,5
	- Ineffective, employees allow facts of incorrect behavior in relation to citizens and colleagues	24	10,3
	- Difficult to answer	4	1,7
	- Own option		
	Note: compiled by the authors based on sociological research data		

The survey involved 234 respondents. To the first question, "Have you encountered a violation of professional ethics by civil servants of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs (unethical behavior)?" "No" answered 93.2%, "Yes" answered 6%, which indicates the ethical behavior of civil servants and 0.8% of respondents, indicates little contact between the population and civil servants.

On the second question: "In order to improve the ethical culture of public22.6 respondents answered that it is necessary to "Bring to disciplinary responsibility and - 68.4% of respondents that it is necessary to encourage ethical civil servants in every possible way and only 9% suggested "Own option" 9.0%.

To the third question: "Measures taken in the state body to compliance with ethical standards" - "Effective,..." answered 79.5 respondents, "Ineffective, ..." answered 8.5% of respondents, "Difficult to answer" 10.3% and offered "Own option" - 1.7% of respondents.

Thus, in order to detail the problems and disclose the situation, we analyzed the results of monitoring, which reflects the current situation.

In the current conditions of the development of the civil service, the question of the effectiveness of the activities of civil servants is acute. From the foregoing, it can be seen that the effectiveness of the civil service depends on the quality and efficiency of the work of civil servants in the field, respectively, on the motivation in the efficiency of the work of civil

servants in the organization.

Today, the motivation of civil servants is carried out mainly through strict administrative methods, the main attention is paid to monitoring the performance of functions, compliance with the activities of civil servants with established norms and procedures, which provokes a formal attitude to the performance of official duties or their non-performance [18, pp. 63-67].

Prestige as a motive for entering the civil service are: stability of position, career opportunities, social guarantees, gaining professional experience, the managerial nature of work, the possibility of more fully realizing one's professional qualities and the desire to bring more benefits to society and the state. Factors that reduce the attractiveness of the civil service are low wages, lack of job growth prospects, a difficult psychological environment, overtime workloads, a tight schedule, the absence of clear criteria for evaluating performance and the absence of tangible results of work.

Motivation and stimulation of the work of civil servants is a problematic topic that requires a systematic approach and improvement. Today, there is a decrease in the overall level of staff motivation, which includes:

- the predominance of material needs among officials;
- inefficient system of financial incentives for officials;
- insufficient elaboration of socio-psychological

incentive mechanisms.

Considering the foreign experience of motivating civil servants, it can be noted that the main direction of stimulating the work of officials is to increase the level of their qualifications, as well as to obtain and improve special competencies. This is typical for European countries, the USA, China and Japan [19]. Currently, Singapore's civil service is considered one of the most efficient in Asia. This efficiency is a consequence of strict discipline, assertiveness and diligence of officials, low level of corruption, recruitment of the most capable candidates based on the principles of meritocracy [20]. The government of the country enjoys a good reputation, public support, which it achieves through educational activities and publicity; the discipline of the people taking tough but necessary measures.

In Germany, to stimulate talented specialists in the civil service, a system of "two directions in a career" is used: either job growth or work in the same position with a gradual increase in wages [21]. It should also be noted that the motivation for professional self-realization in Germany occurs already at the stage of training future specialists. In the training programs for civil servants, the emphasis is not only on the transfer of certain knowledge, but also on the formation of a certain way of thinking and behavior of officials of the corresponding rank, on the prestige of the profession, on efficiency. In Japan, the system of material incentives consists of two main blocks: the system of promotion of personnel; systems of natural and monetary incentives.

It seems that the use of positive foreign practice to motivate the professional activities of civil servants in the Republic of Kazakhstan will improve the efficiency of the public administration system. The severity and relevance of the problems of motivation of public service employees require further analysis, rethinking of traditional concepts and the development of modern methods for the formation and implementation of motivational models in a changing environment of public life. Therefore, we have identified and searched for methods for solving problems based on a comparative analysis of foreign and domestic experience in motivating the professional activities of civil servants.

In Kazakhstan, the remuneration of civil servants was limited to wages. In our opinion, the introduction of a new model based on a factor-point scale will increase the responsibility and motivation of civil servants of the Republic of Kazakhstan.

Thus, in the course of the study, it was revealed that the motivation of civil servants is due to only partial satisfaction of the needs associated with the content of the labor itself, social utility, status needs, and the perception of work as a source of livelihood.

In this regard, the prospect of further research is seen in the development of a system for stimulating and motivating civil servants in the Republic of Kazakhstan based on positive foreign experience, as well as the principles of project management.

The analysis carried out allows us to state the following:

- the motivational mechanism in the public service system includes both material and non-material components;
- the presence of regulatory and legal aspects for motivating the work of civil servants necessitates the improvement of the salary structure of civil servants, depending not only on the length of service in the civil service, but also on other variable parameters;
- the development of the main elements of the motivational mechanism involves the use of non-standard managerial, integrated approaches, the adoption of measures to improve the organizational management model with the corresponding optimization of the function and number of civil servants through the introduction of information and communication technologies in the business processes of state bodies.

The current system for evaluating the performance of civil servants is, at present, more formal and does not reflect the real results of the evaluation of the professional performance of civil servants, but reflects only that part of the evaluation that is based on results and has a great influence of the human factor. This fact is negative.

It opens up opportunities for distorting factual information under the influence of human factors (the mood of the manager, honesty and conscientiousness of the employee, priorities and personal attitudes of immediate supervisors), and what is even more dangerous, the possibility of using corruption schemes, which runs counter to the priorities for the development and modernization of the civil service. in the Republic of Kazakhstan.

In recent years, the civil service system of Kazakhstan has been transformed, which has led to a revision of the principles and approaches to managing the personnel of state bodies in an attempt to form a professional state. In modern conditions, for solving complex problems, issues of the quality of personnel management at all levels of government are of paramount importance.

The achievement of a high level of professionalism by civil servants can be built on the basis of the motivation of this civil servant to constantly improve their knowledge and professional competence. Therefore, the factors of internal motivation of an official for continuous professional development are at the forefront, as it is able to ensure its implementation. In our opinion, it is difficult to

achieve such interest by will or order. In this regard, we have set a goal to identify exactly those factors, the impact of which leads to the formation of civil servants' motivation for professional development. Knowledge of such employee motivation factors will allow the leadership of state bodies to build an optimal policy for managing the professional development of their subordinates.

For the corresponding analytical study of the motivation factors of civil servants that are of interest to us, general quantitative and qualitative characteristics of the personnel composition and structure of government bodies were considered. Based on the conclusions of our analysis, we can talk about the list of factors of labor motivation of civil servants, the impact of which the heads of public administration bodies should fully take into account in the work of civil servants. It should be noted that the assessment system should not be limited only to the assessment of the labor activity of a civil servant, but should cover a wider range of assessed indicators that would form the basis of not only monetary, but also non-monetary motivation.

The main difficulty lies in the absence of a clear system of criteria for assessing both a state body and an individual civil servant, which could be taken as a basis. At the civil service level, the following performance indicators can and are used as quantitative indicators: the number of requests or letters processed; the number of processed and sent responses, the number of requests received, etc. The main difficulty here is that none of the indicators mentioned above or used in modern practice can reflect the real contribution of a certain official to the work of a particular state department, body or institution.

We hope that the new model of public administration will be based on the principles of a "hearing", efficient, accountable, professional and pragmatic state. As part of the implementation of the Concept, the mechanisms for finding and attracting talents for public service at the country level will be improved. At the same time, the emphasis in the further improvement of selection procedures will be shifted to assessing the professional and personal competencies of candidates, including with the involvement of the public and experts [7].

In order to achieve the goal of increasing the motivation of civil servants through the development of professional competence, it is necessary to develop a certain system of remuneration and incentives, both material and intangible, through the professional initiative of employees in raising their level of professional development.

Therefore, the analytical study is aimed at identifying incentive factors, the use of which leads to an

increase in the efficiency of the system of motivation for the professional activities of civil servants. In the process of analysis, the main aspects of quantitative and qualitative indicators characterizing the composition, structure and dynamics of the personnel apparatus of public administration bodies were preliminarily touched upon, on the basis of which some important trends were identified.

As a result of an empirical study of the factors influencing the motivation of the professional activities of civil servants, there are both monetary and non-monetary factors. The main non-monetary factors, according to the assessment of the results of the survey according to the method of K. Zamfir in the modification of A. Rean "Studying the motivation of professional activity", include factors of internal motivation, such as: the possibility of the most complete self-realization and getting satisfaction from the process itself and the result of work. However, it should be noted that monetary factors are of great importance in the system of professional activity motivation. The main monetary factor is the amount of remuneration, which is directly related to the current evaluation system aimed at determining the result. Thus, we come to the conclusion that the motivation system cannot exist independently of the evaluation system. Therefore, the question arises of the need to integrate assessment and motivation systems in order to optimize both systems.

The influence of non-monetary factors, especially in the civil service, should be significant. The importance of the influence of material factors is undeniable for maintaining a high professional level of public service. Building the image of a civil servant is impossible without ensuring the proper level of remuneration. The work of highly qualified personnel requires an appropriate assessment. The current system of wages, with its basic salary levels, remains unattractive, especially at the level of local government bodies. In addition to the lower level of wages in the regions, there is also no social package that attracts workers to the central offices of public service bodies. Thus, non-material incentive factors remain the main and most accessible way to increase the level of motivation for the professional activities of civil servants.

It should be emphasized once again that the development of a system of motivation for the professional activities of civil servants is based on an integrated approach that provides for the interaction of the system with the assessment of the effectiveness / efficiency of their professional activities, which involves the use of material and non-material methods to stimulate the professional activities of civil servants. As a result of the introduction

and implementation of techniques, methods and comprehensive assessment of the activities of civil mechanisms, an effective integrated system for a servants, taking into account motivation, is obtained.

Conclusions.

1. In Kazakhstan, by now, it has been possible to create a stable and optimal in terms of the number of state administrative apparatus. There is an understaffing of civil servants, which, in turn, indicates the presence of gaps in the work of the personnel service of the state apparatus.
2. In the civil service in Kazakhstan, there is a tendency towards a gradual rejuvenation of the state administration apparatus, which increases the opportunities for training, retraining and advanced training, as young employees more effectively perceive new knowledge. There is a gender balance (59.8%).
3. The educational level of civil servants is quite high and tends to further increase. However, we consider it necessary to note that the increase in the level of education is accompanied by a decrease in the quality of services provided by civil servants. Consequently, professional development, being a multifaceted process, is not always associated with higher education, but directly proportional to the level of acquired knowledge and skills.
4. The Strategic Plan of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs for 2020-2024 provides for the implementation of a number of measures, including carrying out the necessary amount of work on retraining and advanced training of civil servants, as well as improving the quality of public services from 83% in 2018 to 90.1% in 2024.
5. Recent reforms in the Republic of Kazakhstan modernized the civil service, including systems of material incentives and career planning for civil servants through the introduction of a factor-score scale.
6. The modernization of the civil service involves the improvement of the internal management system and the introduction of flexible methods of human resource management based on achieving the best results of socio-economic development by improving the quality of public services and attracting qualified specialists.
7. To this end, the governments of various countries create and develop systems of material incentives and career planning for civil servants. The ultimate goal of the ongoing reforms is to create a professional and efficient public service.
8. The final point in optimizing the system of motivation for the professional activities of civil servants in the Republic of Kazakhstan is the introduction of elements of project management, which defines a completely new approach to management for the civil service.
9. The project approach to the management of the professional activities of civil servants implies not only the presence of a certain deadline for the performance of work, but also a clear definition of the necessary resources, which makes it possible to evaluate the effectiveness of the work of both an individual employee and the team as a whole.
10. The integrated system of motivation and performance assessment that we have considered allows for continuous monitoring of the motivational profile of a civil servant at all stages of professional activity from selection to a position to dismissal. And the practical implementation and effective use of all the identified factors in combination can create and maintain a positive motivation for civil servants to improve their educational and professional level.

References

1. Khaziev, A. O. Features of the system of motivation of public civil servants. // Young scientist. - 2019. - No. 47 (285). - S. 234-237.
2. Message of the President of the Republic of Kazakhstan N. Nazarbayev to the people of Kazakhstan. October 5, 2018. Increasing the well-being of Kazakhstanis: increasing incomes and quality of LIFE
3. Moskaleva N.V. Kuzmenkova V.D. Methods of economic research. - Smolensk: FGBOU Smolensk State Agricultural Academy, 2016 - 86 p.
4. Motivation of civil servants in Kazakhstan. 04.04.2018.. 09.11.2019.//International Journal of Civil Service Reform and Practice.: p. 71.
5. Abilmazhinov T.T. The evolution of systems for assessing and motivating the professional activities of civil servants // Bulletin of Modern Research.-2018.- No. 1.1 (16).- P. 179-183.

-
6. Evseenko V.V.A. Foreign experience of personnel motivation and the possibility of its application in domestic practice // *Manager*. - 2022. - No. 1 (99). - S. 87-95
 7. RabigaNurbay. Factor-point scale of civil servants: efficiency and prospects
 8. National report on the state of public service in the Republic of Kazakhstan. Nur-Sultan, 2022
<https://online.zakon.kz> > Document
 9. National report on the state of the civil service in the Republic of Kazakhstan for 2019 - GOV.KZ
<https://www.gov.kz> > qyzmet > documents > details
 10. November 11, 2020 National report on the state of the civil service in the Republic of Kazakhstan. - GOV.KZ <https://www.gov.kz> > uploads
 11. Improving the management of state bodies. - under the scientific supervision of Isenova G.K., Kazakhstan, Nur-Sultan, 2020, 161 p.
 12. The plan of the nation "100 concrete steps to implement five institutional reforms" / ed. ed. A. M. Rakhimzhanova, B. M. Kaipova. - Nur-Sultan: Library of the First President of the Republic of Kazakhstan - Elbasy, 2019. - 196 p.
 13. Strategic Plan of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs and Anti-Corruption for 2017-2021. Astana, 2017, - 26 p.
 14. Baiturina G.R. Transformation of the Weberian bureaucracy in the model of R. Merton and A. Gouldner Interpretation of bureaucracy by A. Gouldner 2018) <https://cyberleninka.ru> > article > transformatsiya-veber.
 15. Maslow A.G. Theory of human motivation / per. in Russian S.A. language Chetvertakova, 2013// <http://www.sergeychet.narod.ru>. (Date of access 26.01.2017).
 16. Methodology of studying professional motivation (method by K. Zamfir modified by A. Rean) <http://psihdocs.ru> (accessed March 7, 2021).
 17. Appendix to the order of the Chairman of the Agency of the Republic of Kazakhstan for Civil Service Affairs for 2020-2024 (dated July 21, 2022 No. 163)
 18. Fofanova A. Yu. Criteria for assessing the effectiveness of labor motivation of civil servants in an organization // *CETERIS PARIBUS* - 2016 - No. 1-2 - P. 63-67.
 19. Belova N.P., Miroshnichenko O.N. Foreign experience of motivating the professional activities of civil servants // *Bulletin of the Russian University of Cooperation* -2019.- No. 3 (37) - P. 28-31.
 20. Morgan D.G. The Singapore Constitution: A Brief Introduction / Singapore Management University // <http://www.smu.edu.sg> GOH.
 21. CebroYu.A. Modern problems of motivation and stimulation of labor of state civil servants // *Innovations and investments*. - 2019. - No. 3.-S.141-144.

Information about authors

- Karbetova Zaira Rakhimovna - Ph.D., Professor of Economics, Kazakh University of Technology and Business, Department of Economics and Service, e-mail kzr_2011@mail.ru
- Baktymbet Asem Serikovna - Candidate of Economics, Associate Professor, Head. Department of "Economics and Management" of the Kazakh University of Technology and Business, e-mail asem_abs@mail.ru
- Karbetova Sholpan Rakhimovna - Ph.D. in Economics, Associate Professor, International Transport and Humanitarian University, Department of Business and Management, e-mail karbetova_2013@mail.ru

Сведения об авторах:

- Карбетова Затира Рахимовна - кандидат технических наук, профессор, Казахский университет технологии и бизнеса, факультет экономики и сервиса, e-mail kzr_2011@mail.ru
- Бактымбет Асем Сериковна - кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика и управление» Казахского университета технологии и бизнеса.
- Карбетова Шолпан Рахимовна - кандидат экономических наук, доцент, Международный транспортно-гуманитарный университет, факультет бизнеса и менеджмента, e-mail karbetova_2013@mail.ru

Редактор: Оспанова М.К.
Верстка на компьютере: Ундасынов Р. Е.
Подписано в печать 29.06.2023 г.
Издание АО «КазУТБ» 010000, Астана, Казахстан,
ул. Кайыма Мухамедханова, 37 А,
телефон рабочий + (7172) 72-58-12 (134)
e-mail: vestnik@kaztbu.kz