

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



Қазақ технология және бизнес университеті
Казакский университет технологии и бизнеса
Kazakh university of technology and business

№ 2 (11) - 2021

ҚазТБУ Хабаршысы

Вестник КазУТБ

Vestnik KazUTB



Нур - Султан - 2021

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

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

ҚазТБУ ХАБАРШЫСЫ

VESTNIK KazUTB

ВЕСТНИК КазУТБ

№ 2(11) – 2021

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2021

Nur-Sultan, 2021

Нур-Султан, 2021

Бас редактор: М.К.Байжуманов
ф.– м. ғ. к., «ҚазТБҰ» АҚ Президент-ректоры

Бас редактордың орынбасары:
Н. Г. Джумамахамбетов ф.– м. ғ. д., профессор

Редакция алқасы:

| | |
|-------------------------|---|
| Құлажанов Қ.С. | х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан) |
| Надилов Н.К. | 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) |
| Mercade P.R. | философия докторы (PhD) (Испания) |
| 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) |
| 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) |
| Маткаримов Б.Т. | т.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Тултабаев М.Ч. | т.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Боранбаев С.Н. | т.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Пешков В. | философия докторы (PhD), (Бельгия) |
| Айбульдинов Е.К. | философия докторы (PhD), (Қазақстан) |
| Мымрин В.А. | т.ғ.д., профессор (Бразилия) |
| Мұхамедиев Б.М. | э.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Смағұлова Ш.А. | э.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Искакова Ж.Б. | х.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан) |

Жауапты редактор: Р. А. Жанбаев

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, Өндіруші және қайтаөңдеу құрылымдары, Экономика, бизнес және қызмет көрсету.

Редакцияның мекенжайы: 010000, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қайым Мұқаметханов к-сі, 37 «А»,
тел.:+7(7172) 27-92-30 (ішкі 134),

e-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru

Главный редактор:

М.К.Байжуманов к.ф.-м.н. Президент-ректор АО «КазУТБ»

Заместитель главного редактора

Н. Г.Джумамухамбетов д.ф.-м.н, профессор

Редакционная коллегия

| | |
|------------------|---|
| Құлажанов Қ.С. | х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан) |
| Надилов Н.К. | 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) |
| Mercade P.R. | философия докторы (PhD) (Испания) |
| 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) |
| 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) |
| Маткаримов Б.Т. | т.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Тултабаев М.Ч. | т.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Боранбаев С.Н. | т.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Пешков В. | философия докторы (PhD), (Бельгия) |
| Айбульдинов Е.К. | философия докторы (PhD), (Қазақстан) |
| Мырзин В.А. | т.ғ.д., профессор (Бразилия) |
| Мұхамедиев Б.М. | э.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Смағұлова Ш.А. | э.ғ.д., профессор (Қазақстан) |
| Искакова Ж.Б. | х.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан) |

Ответственный секретарь: Р. А. Жанбаев

Собственник: АО «Казакский 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, Производствен– ные и обрабатывающие отрасли, Экономика, бизнес и услуги.

Адрес редакции: 010000, г. Нур-Султан, Есильский район, ул. Кайыма Мухамедханова, 37«А»

тел.: (7172) 27-92

e-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru

Chief editor: M.K.Baizhumanov

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, r President-rector of JSC KazUTB»

Deputy editor: Dzhumamukhambetov N. G.

doctor of physical and mathematical Sciences, Professor

Editorial board:

| | |
|--------------------------|--|
| Kulazhanov K. S. | Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan) |
| Nadirov N.K. | Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan) |
| Mansurov Z. A. | Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan) |
| Fazylov S.D. | Doctor of Chemistry, Academician NAS RK (Kazakhstan) |
| Kulazhanov T.K. | Doctor of Technical Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan) |
| Iztayev A.I. | Doctor of Technical Chemistry, 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) |
| Akimov A.K. | Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Uzakov Ya.M. | Doctor of technical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Dadayev K.O. | Doctor of technical Sciences, Professor (Uzbekistan) |
| Kuznetsov O.L. | Doctor of technical Sciences, Professor (Russia) |
| Matkarimov B.T. | Doctor of technical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Tultabayev M.Ch. | Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Boranbayev S.N. | Doctor of technical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Peshkov V. | Doctor of Philosophy (PhD) (Belgium) |
| Aibuldinov Ye.K. | Doctor of Philosophy (PhD), (Kazakhstan) |
| Mymrin V. A. | Doctor of technical Sciences, Professor (Brazil) |
| Mukhamediyev B. | Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan) |
| Smagulova A.S. | Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan); |
| Iskakova J.B. | Doctor of Philosophy (PhD), ass.Professor (Kazakhstan) |

Отвественный секретарь: Р. А. Жанбаев

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, Manufac– turing and manufactur– ing industries, Economy, business and services.

Address of edition: 010000, Nur-Sultan city, Esil district, Kaiym Mukhamedkhanov Street, 37 «А»,

tel.: (7172) 27-92-30 (134),

e-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ/МАЗМУНЫ/CONTENTS

Информационно-коммуникационные и химические технологии

A.Aldiev, Sh.Jomartova

SURVEY OF ADAPTIVE LEARNING MODELS.....6

Sh.Jomartova, A.Toktassyn

AUTOMATION OF DECISION MAKING IN THE FACE OF UNCERTAINTY.....17

Производственные и обрабатывающие отрасли

М.Т. Юсупов, К.О. Додаев

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА СУШКИ ВИНОГРАДА25

Экономика, бизнес и услуги

**Калимолдаев А.М., Мазакова А.Т., Джомартова Ш.А., Мазаков Т.Ж.,
Мухаев Д.К.**

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ.....38

Нургалиева А.Ш.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ В СФЕРЕ
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....45

Портрет интеллекта.....58

Информационно-коммуникационные и химические технологии**SURVEY OF ADAPTIVE LEARNING MODELS****SH.JOMARTOVA, A.ALDIEV**(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
jomartova@mail.ru)

Annotation. The article provides an overview of adaptive learning models. For each model, the structure and the representation methods of educational content are described. An analysis of the strong and weak features of the presented adaptive models is discussed. The main lack is the absence of a predefined structure of the adaptive content. This essentially restricts automatic checking of the didactic completeness of the adaptive content. In the conclusion of the paper, we presented an outline of a new adaptive model, which includes the facilities of describing the didactic structure of adaptive content.

Keywords: adaptive, the model of adaptive e-learning, adaptive content, didactic structure.

БЕЙІМДЕЛГІШ ОҚЫТУ МОДЕЛЬДЕРІНЕ ШОЛУ**Ш. ДЖОМАРТОВА, А АЛДИЕВ**(Қазақ ұлттық университеті. Әл-Фараби, Алматы, Қазақстан,
jomartova@mail.ru)

Андатпа. Мақалада адаптивті оқыту модельдеріне шолу жасалынды. Әр модель үшін білім беру мазмұнын ұсынудың құрылымы мен әдістері сипатталған. Ұсынылған адаптивті модельдердің күшті және әлсіз жақтары талқыланды. Негізгі кемшілігі – бейімделген мазмұнның алдын-ала анықталған құрылымының болмауы. Бұл жауап беретін мазмұнның дидактикалық толықтығын автоматты түрде тексеруді айтарлықтай шектейді. Мақаланың соңында біз адаптивті мазмұнның дидактикалық құрылымын сипаттау құралдарын қамтитын жаңа адаптивті модельдің эскизін ұсындық.

Түйінді сөздер: адаптивті, адаптивті электронды оқыту моделі, адаптивті мазмұн, дидактикалық құрылым.

ОБЗОР АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ**Ш. ДЖОМАРТОВА, А. АЛДИЕВ**(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
jomartova@mail.ru)

Аннотация. В статье представлен обзор моделей адаптивного обучения. Для каждой модели описана структура и методы представления образовательного контента. Обсуждается анализ сильных и слабых сторон представленных адаптивных моделей. Основным недостатком является отсутствие predefined структуры адаптивного контента. Это существенно ограничивает автоматическую проверку дидактической полноты адаптивного

контента. В заключении статьи мы представили набросок новой адаптивной модели, которая включает в себя средства описания дидактической структуры адаптивного контента.

Ключевые слова: адаптивный, модель адаптивного электронного обучения, адаптивный контент, дидактическая структура.

Introduction. This article is an overview of e-learning models and standards. In this review, we have focused on high-level models that to some extent reflect the concept of adaptive e-learning. Adaptive e-learning [2, 3] is today an actively developing area in the field of education, which is understood as a set of psychological, didactic, and pedagogical methods that take into account the behavior and state of a person in the learning process, based on knowledge engineering methods. The foundations for adaptive e-learning were laid in the middle of the 20th century. In 1960, N. Crowder proposed an algorithm for branched programmed learning [4]. The main difference of this approach is the introduction of individual paths for the passage of educational material. The path for each student is determined by the program itself in the learning process, based on the students' responses. The next stage in the development of adaptive e-learning is associated with the use of hypertext and multimedia technologies [5–7], which, in fact, have become the basic technological platform of educational content. This, firstly, made it possible to use not only text information, but also graphics, audio, and video information as educational objects. Secondly, it gave impetus to the development of a large number of different approaches to branched programmed learning.

Today there are a large number of e-learning standards and models. The main standard in the field of e-learning is the SCORM standard [1], which combines a number of models that contain requirements for the software structure of the e-learning environment, specifications of application programming interfaces, and

descriptions of data structures. The SCORM standard allows for interoperability of different LMS and the ability to transfer and reuse educational objects. Along with this, there are high-level e-learning models that describe the structure of educational content and the rules for providing educational objects to the student. Among them, a number of models stand out, in which the greatest attention is paid to the issues of customizing learning (adaptive models). This article provides an overview of the four most interesting models of this class from our point of view.

The article is organized as follows. Section 1 describes the KFS (Knowledge Flow Structure) model based on the concept of knowledge flow. Section 2 is devoted to the consideration of the DCM (Dynamic content model) model, which uses a concept map to organize and represent knowledge. Section 3 discusses the CDCGM (Competency-driven content generation model) model, which assumes that all educational material available to the developer of an e-learning course is stored in the form of educational objects associated with a competency bank. In conclusion, we summarize the conclusions we made based on the results of the review and outline the features of a new e-learning model that provides means for describing the didactic structure of educational objects.

1. Model KFS. The KFS (Knowledge Flow Structure) model [8, 9] is based on the concept of knowledge flow. In the KFS model, the basic elements are the educational I-block, during the study of which the student must form some target knowledge B. To study the I-block, one may need input knowledge A_i (see Fig.

1). These can be the results of studying other l-blocks of this course, knowledge from other courses, or in general from another area (basic knowledge of the course).

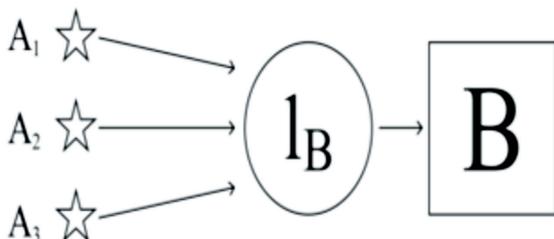


Fig. 1. Educational l-block of the KFS-model training course

Knowledge links can exist between l-blocks, which indicates that the information presented in one l-block of the course is used in another l-block. These connections are called Knowledge Flow in an e-learning course. The meaningful interpretation of blocks of educational material is completely determined by the developer of the course, clearly indicating which blocks it consists of.

The course scheme is a directed graph, the nodes of which are educational l-blocks, and the arcs of communication for transferring knowledge from block to block. Obviously, several entries can lead to the course, and the result of the last l-block is also the result of the entire course. The resulting graph must be connected and not have cycles. That is, directly or indirectly, all educational material is connected and works for a common result. The possible paths from the initial to the final block represent the possible options for studying the course, called the flowchart of the course.

Each block can end with a test of the output knowledge. Moreover, the developer can set the knowledge check when entering the block. To assess knowledge, different methods

can be used, one of which is given in [10]. In this way, the curriculum is endowed with points of control at which learning branching occurs. Two types of branching conditions for the course study flowchart are introduced. Output control conditions R – conditions that implement the process of repeated learning (restudy). Conditions for entrance control U – conditions that do not allow a student to study a new l-block if he does not have the necessary knowledge.

Course design begins with one block, for which it is necessary to write down its inputs and outputs – the knowledge and skills developed in this course. Then there are several stages of detailing. Each stage of detailing creates a new layer in the presentation of the training material. At any stage, the course graph can be automatically decomposed into a tier-parallel one, on the basis of which possible ways of studying the course can be set. An example of detailing the course flowchart is shown in Fig. 2

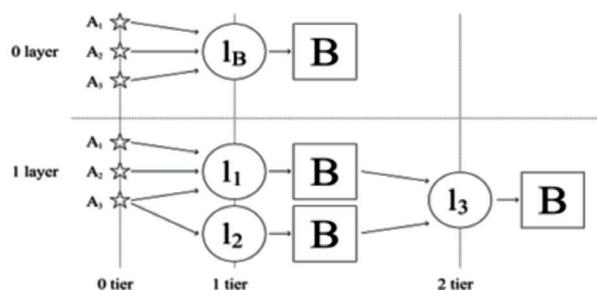


Fig. 2. An example of detailing the course flowchart in the KFS model

The KFS model allows you to develop a training course of any level of complexity, barking it in stages, and gradually complicating the course. The use of the KFS model makes it possible to solve the problems of the formation and study of educational material, as well as

the problems of monitoring and analysis of the educational process in general and individual students in particular.

With this model of the course, the student can independently study the course, moving from section to section, in accordance with the paths laid by the teacher. A student always knows where he is, how he got there, can view his results, and choose a further path. At the same time, in the course, the teacher can provide for the repeated study of certain sections, both in the case of an unsatisfactory assessment from the point of view of the teacher and in the event that the student himself is dissatisfied with his result. Since the learning time is built into the model, this process can be controlled automatically.

To solve the problem of monitoring and analysis, it is enough to have a copy of the course structure for each student, on which the process of its study is recorded. By appropriately processing each student’s course instances, it

is always possible to conduct an exhaustive analysis of the course study in different aspects.

An electronic training course in the KFS model has a rather complex structure due to the presence of a large number of nodes, connections between them, as well as entry and exit conditions, which significantly limits the possibility of transferring part of the educational material from one course to another.

2. DCM model. The DCM (Dynamic Content Model) model [11–13] is based on a widely used tool for organizing and representing knowledge – the Concept Map [14]. A concept map is a cyclic graph, the nodes of which are the concepts, and the arcs are the connections between the concepts. Each node of the graph is marked with a word or phrase. An example of a concept map is shown in Fig. 3. A concept map is a convenient tool for representing the structure of knowledge, but it does not allow reflection of the learning process in dynamics. DCM makes up for this deficiency.

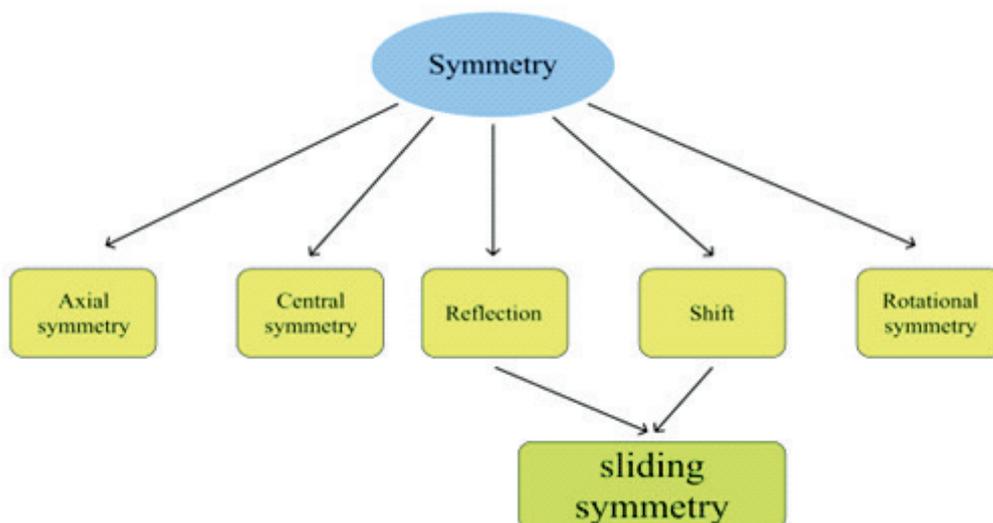


Fig. 3. Map of concepts “Symmetry in geometry”

In the DCM model, knowledge is presented in the form of Content Units, which in turn consist of two types of components: Learning Resources and Evaluations. Educational resources, textbooks, Internet resources, links to articles in Wikipedia, etc. can appear. Tests, assignments, etc. can be used as control activities. Ideologically, training modules correspond to individual concepts in the concept map. Three types of cards are formed from training modules: knowledge card, learning card, and student card. All of these maps have the structure of a directed graph.

The knowledge map contains all available learning modules from a specific subject area. Arcs in the knowledge map display dependencies with the semantics “must know”, which determine the order of studying the educational material. In fig. 4 shows a simplified example of a knowledge map from the field of geometry. T_i marks denote topics corresponding to a particular concept, R_i denotes educational resources, and E_i denotes control activities.

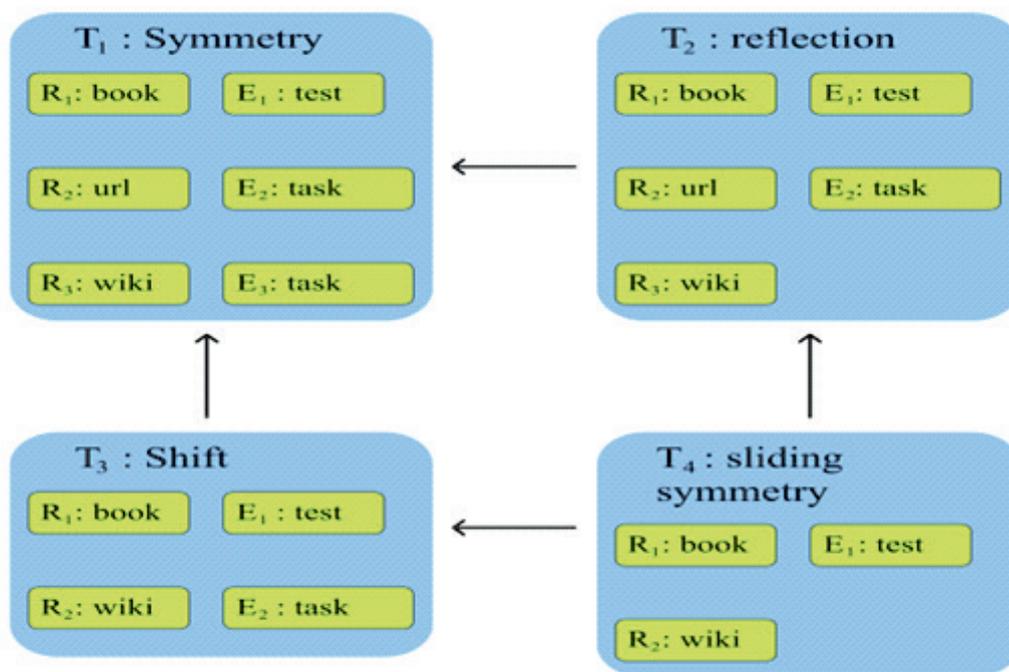


Fig 4. Knowledge Map

A Learning Map is built on the basis of a knowledge map and serves as the basis for the formation of a specific e-learning course. When transforming a knowledge map into a learning map, the teacher can perform the following actions:

- remove individual components of training modules or entire modules;

- introduce dependencies “should know” between individual components inside the training module and between components of different training modules.

Fig. 5 shows an example of a learning map obtained on the basis of the knowledge map shown in Fig. 4. In this example, learning map T₄ has been omitted from the learning

map, control event E2 and learning resource R1 have been removed in module T3, a link between modules T3 and T2 has been added, and dependencies have been introduced between the components of module T1. The DCM model assumes that if no explicit “must-know” dependencies are established between educational resources within a learning

module, then they can be studied in any order. If there are no obvious dependencies between the control event and the educational resources of the module, then this means that in order to perform the corresponding control event, it is necessary to study all the educational resources available in the module.

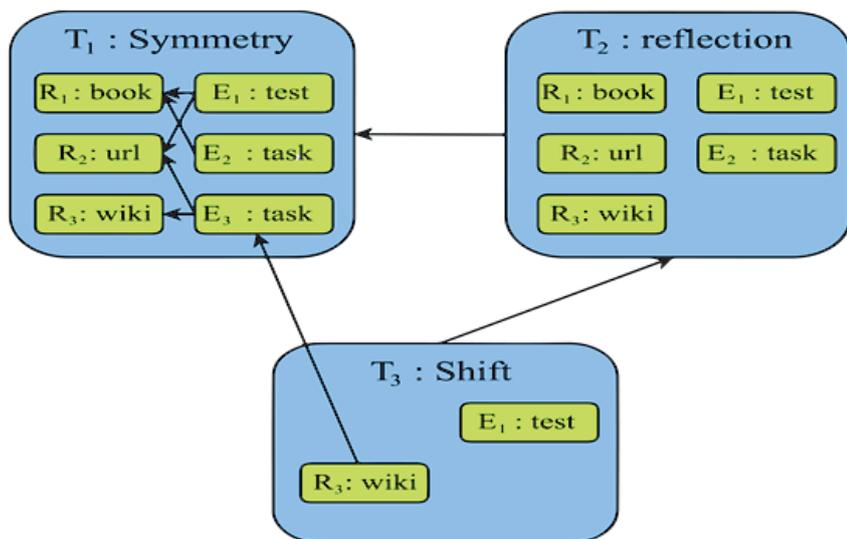


Fig. 5. Learning Map

The Student Map is used to monitor the learning process of a particular student, providing mechanisms for assessment and feedback from the learner. The student map contains the same elements as the learning map, however, instead of the “must-know” links, it sets the links between the components of all training modules, which determine the order of mastering the educational material, which does not contradict the “must-know” links in the corresponding learning map. ... This should result in a connected acyclic graph. Note that the control activities in the student’s card do not contain questions and tasks, but the student’s actual answers. In fig. 6 shows an example of a student map obtained from the learning map shown in Fig. 5.

The knowledge map contains all the existing educational material in a specific subject area; when forming the learning map, the teacher must select from the knowledge map only those training modules that are provided by the course program. At the same time, he must ensure the fulfillment of the following two conditions: when deleting a redundant training module, all modules affecting it must be deleted, with the exception of those provided by the course program and all influencing them; all training modules studied in previous courses must be removed. The knowledge network structure underlying the DCM model makes this process difficult for the teacher, as removing modules can break the connectivity of the graph representing the learning map.

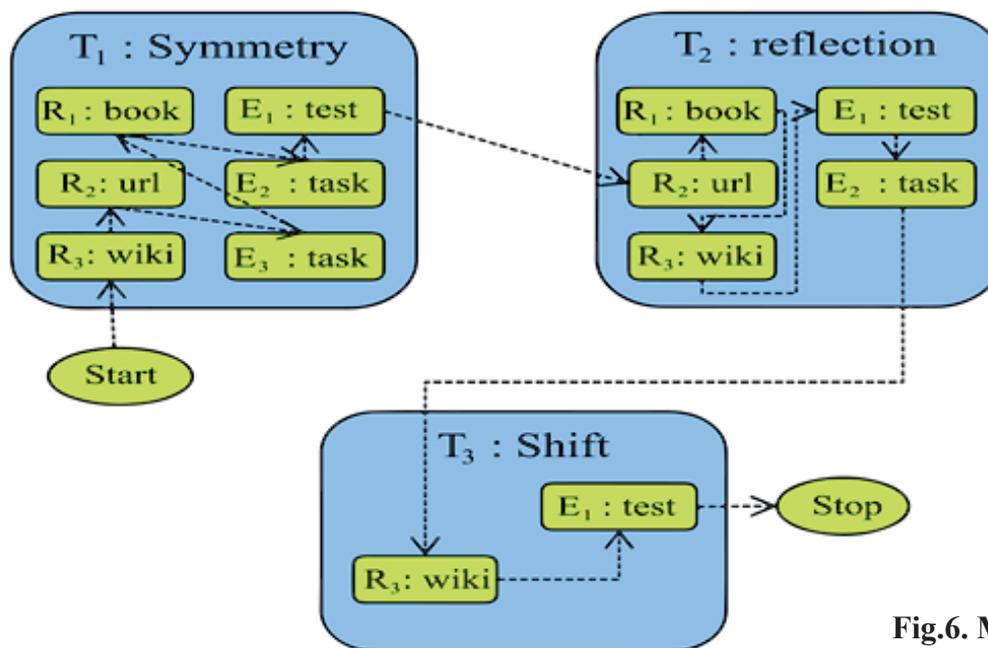


Fig.6. Map of student

3. CDCGM model. The CDCGM model (Competency-Based Content Creation Model) [15, 16] assumes that all educational material available to the developer of the future course is explored in the form of LO (Learning Objects) educational objects, used with a competency bank. An educational object can appear in self-learning material in different ways to identify signs. Competence is a specification of knowledge, skills, and abilities (KAS) [17], which should be trained as a result of studying educational objects. Entry and exit qualifications are allowed in CDCGM models. Entry skills are widespread in the learner's profile and take on the ZUNs the learner is proficient in before learning e-learning. Output skills take on the learning objectives and include the ZUNs that the learner acquires as a result of studying this course. The CDCGM model allows, according to a given input and output set of competencies, to automatically select educational objects and their direction in the form of a tree structure selected for the students. On fig. 7 shows the general concept of the CDCGM model.

The selection of educational objects is based on the analysis of the student's profile, learning objectives, and LO metadata. Competencies in the CDCGM model are described by the use of RCD models (Reusable Competency Definition), described in [18]. With each educational acquisition, skills are acquired, the prerequisites obtained, and the results of studying LO. Thus, a competency that is required to study an LO may be a precondition for studying another LO. Each LO is assigned a block of metadata LO (Metadata) or MD for short, a range of qualification references (see Fig. 8).

LO metadata is described according to the LOM (Learning Object Metadata) model described in [19, 20]. To describe a qualification reference, the "Classification" element and its "Target" and "Taxon Path" attributes are used to define preconditions and research results, respectively. Each LO can have multiple "Classification" descriptions associated with more than one precondition definition and more than one learning outcome definition.

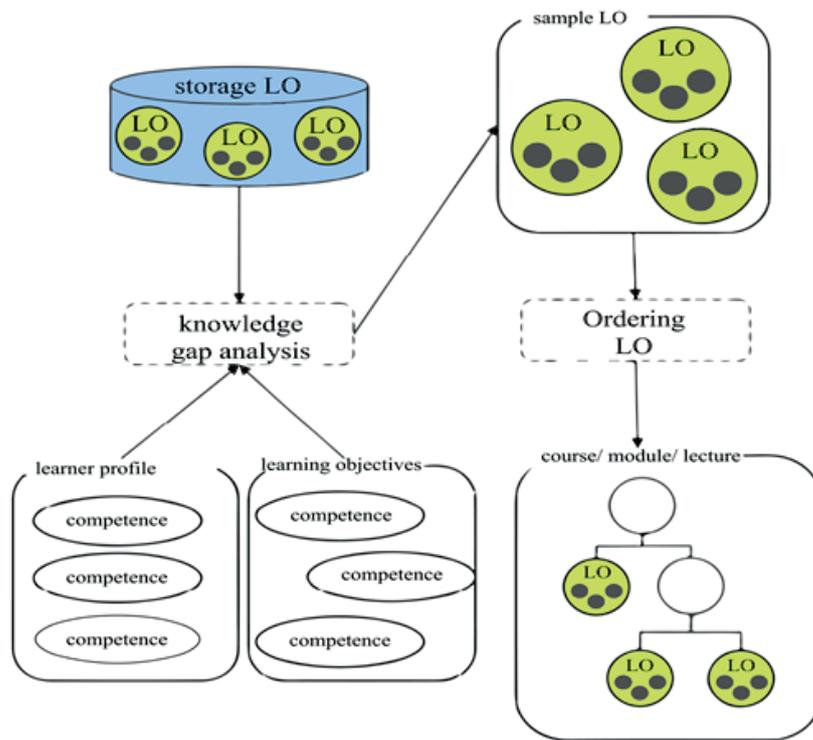


Fig. 7. The concept of the CDCGM model

The learner profile and learning objectives are inputs to the knowledge gap analysis process. This step searches the repository of educational objects that fill in the gaps between the student’s current profile and the learning objectives. Thus, the result of this stage is an unordered set of educational objects that fill in the gaps between the current knowledge of the student and the expected learning outcomes.

At the next stage, the resulting set is ordered in such a way that the basic LO are presented to the student first. The authors consider the LO ordering problem from the point of view of the classical constraint satisfaction problem [21, 22]. In this case, the solution space includes all possible ways of ordering LO and has size $n!$, where n is the number of LO selected in the previous step. We are only interested in

those orderings that satisfy all the restrictions imposed by the LO metadata containing pointers to related competencies. To find such a solution, the authors use the particle swarm optimization (PSO) method [23, 24].

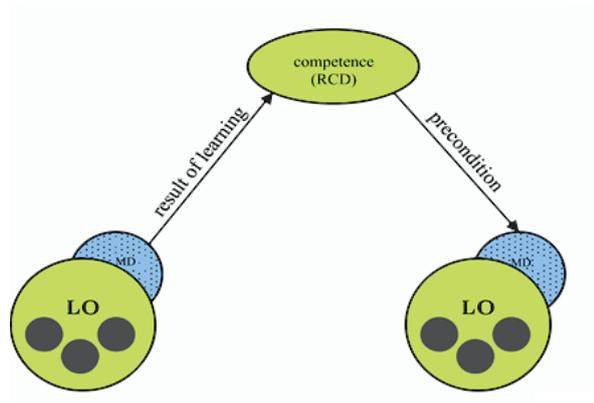


Fig. 8. Connecting modules through competence

Thus, the CDCGM model makes it possible to automatically personalize an e-learning course, depending on the student's competencies. As a disadvantage of this approach, one can point out that the problem of content ordering in some cases may not have a solution. Another problem is that with an increase in the number of educational objects, the number of possible permutations increases significantly, which leads to a significant complication of finding a solution.

Conclusion. To date, a fairly large number of high-level adaptive e-learning models have been developed. Among them, several models stand out, in which the greatest attention is paid to the issues of customization of training. This class includes the models presented in this review. All the considered models have one common drawback: they do not provide for the division of the educational object into didactic units of predetermined types. This significantly limits the possibility of automatic verification of the adaptive content for didactic

completeness. In addition, the lack of predefined types of didactic units prevents the automatic selection and transfer to another course of parts of the educational material related to the same didactic type. In [23, 24], the authors of this review proposed a prototype of a new adaptive e-learning model, in which each educational object should include six didactic components of the following types: theoretical description of the concept; an example illustrating certain distinctive features of the concept; exercise for independent performance; test; presentation slide; bibliographic link.

Each component has its own didactic possibilities. The model allows for the possibility of expanding the set of standard didactic ways of presenting educational material, taking into account the specifics of each specific specialty or field of study. The development and implementation of such models in the practice of adaptive e-learning is an urgent task, the solution of which should lead to the creation of an appropriate standard.

References

1. Silkina N.S., Sokolinsky L.B. E-learning Models, and Standards. Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Vychislitel'naja matematika i informatika [Bulletin of the South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering]. 2014. vol. 3, no. 4. pp. 5–35. DOI: 10.14529/cmse140401. (in Russian)
2. Weber, N. (2019). Adaptive learning: Understanding its progress and potential. Horizon Report: 2019 Higher Education Edition. Louisville, CO: EDUCAUSE. Retrieved from <https://library.educause.edu/resources/2019/4/2019-horizon-report>
3. Knewton. (2017). Knewton Adaptive Learning: Building the world's most Powerful Education Recommendation Engine. <https://www.knewton.com/wp-content/uploads/knewton-adaptive-learning-whitepaper.pdf>. Accessed 01 June 2019
4. Krauder N.A. About the Differences between Linear and Branched Programming. Programmirovannoe obuchenie za rubexhom: Sbornik statej [Programmed Training Abroad: Digest of Articles] / Edited by I.I. Tihonov. M.: Vysshaya shkola. 1968. pp. 58–67. (in Russian)
5. Willcox, K. E., & Huang, L (2017). Network models for mapping educational data. Design Science, 3(18). Retrieved from <https://www.cambridge.org/core/journals/design-science/article/network-models-for-mapping-educational-data/B144B697F0998F36C445054DCA4DEA4F>

6. Z.T. Zhu, H.C. Peng, Y.H. Li, Intelligence education: An approaches to smarter education. *Open Educ. Res.* 24(4), 13–24 (2018)
7. Engelbart D.C. Toward Augmenting the Human Intellect and Boosting our Collective IQ. *Communications of the ACM.* vol. 38, no. 8. 1995. pp. 30–33. DOI: 10.1145/208344.208352.
8. Y. Z. Mehrjerdi and R. Lotfi, “Development of a mathematical model for sustainable closed-loop supply chain with efficiency and resilience systematic framework”, *Int. J. Supply Oper. Manage.*, vol. 6, no. 4, pp. 360-388, 2019.
9. Ait Maalem Lahcen, R. (2019). MAC1105C: College Algebra. Orlando, FL: University of Central Florida.
10. Anderson, J. (2019, November 4). Busting the top 5 myths about adaptive learning [Realizeit Blog]. Retrieved November 5, 2019, from Realizeit website: <http://blog.realizeitlearning.com/blog/top-5-myths-about-adaptive-learning>
11. Becker, S. A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V., & Pomerantz, J. (2018). 2018 NMC Horizon report: 2018 Higher education edition. Retrieved from <https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report>
11. Brusco, R. (2018). Personalized learning at its best (Blog post). Edutopia. Retrieved from <https://www.edutopia.org/article/personalized-learning-its-best>
12. Kristensen T., Lamo Y., Hinna K.R., Hole G.O. Dynamic Content Manager — A New Conceptual Model for E-Learning. *Proceedings of the International Conference on Web Information Systems and Mining (WISM ‘09)*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009. pp. 499–507. DOI: 10.1007/978-3-642-05250-7_52.
13. Buhagiar, T. (2018). Module 6: Simple linear regression. In QMB3200: Quantitative Business Tools II. Orlando, FL: University of Central Florida
14. CAST. (2018). Universal design for learning guidelines. Retrieved from <http://udlguidelines.cast.org>
15. Khosravi, H., Sadiq, S., & Gasevic, D. (2020). Development and adoption of an adaptive learning system. In *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. Portland, OR. DOI: 10.1145/3328778.3366900
16. Wilkinson J. A Matter of Life or Death: Re-engineering Competency-based Education through the Use of a Multimedia CD-ROM. *Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2018. pp. 205–208. DOI: 10.1109/ICALT.2001.943901.
17. Edwards, M., Johnson, D., Ford, C., Pugliese, L., Fritz, J., & Birk, S. (2017). From adaptive to adaptable: The next generation for personalized learning. IMS Global Learning Consortium. Retrieved from <https://www.imsglobal.org/adaptive-adaptable-next-generation-personalized-learning>.
18. Hinkle, J. (2017). Case study: Endocrine. In NUR3125: Pathophysiology for Nursing Practice. Orlando, FL: University of Central Florida.
19. Center for Distributed Learning (2019). Types of courses at UCF. Retrieved from <https://cdl.ucf.edu/support/student/modalities/>
20. Chen, B. (2019). Module 5: Learner assessments. In EME6613: Instructional Systems Design. Orlando, FL: University of Central Florida.
21. Dziuban, C., Moskal, P., Parker, L., Campbell, M., Howlin, C., & Johnson, C. (2018). Adaptive learning: A stabilizing influence across disciplines and universities. *Online Learning*, 22(3), 7-39. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1191489>

22. Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019, September). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251-19257. DOI: 10.1073/pnas.1821936116

23. Yarnall, L., Means, B., & Wetzel, T. (2016). *Lessons learned from early implementations of adaptive courseware (SRI Project Nos. 21987 and 22997)*. California: SRI Education. Retrieved from https://www.sri.com/sites/default/files/brochures/almap_final_report.pdf

AUTOMATION OF DECISION MAKING IN THE FACE OF UNCERTAINTY

SH.JOMARTOVA, A.TOKTASSYN

(Faculty of Information Technology Al-Farabi Kazakh National University Almaty,
Kazakhstan, jomartova@mail.ru)

Abstract – In this paper, we propose methods for solving applied problems of decision-making in the case of uncertainty for the information security system in accordance with modern requirements using various sources and literature analysis on the theory of fuzzy sets. A model for choosing an alternative under conditions of uncertainty is shown. This paper also analyzes the model for choosing the optimal decision-making option under conditions of uncertainty.

Keywords – decision making; information security system; fuzzy sets; uncertainty; optimal solution; choice of alternatives; fuzzy modeling.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗ-ЗА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Ш.ДЖОМАРТОВА, А.ТОКТАСЫН

(Факультет информационных технологий Казахского национального
университета имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан, jomartova@mail.ru)

Аннотация – В данной работе предлагаются методы решения прикладных задач принятия решений в условиях неопределенности для системы защиты информации в соответствии с современными требованиями с использованием различных источников и анализа литературы по теории нечетких множеств. Показана модель выбора альтернативы в условиях неопределенности. В работе также анализируется модель выбора оптимального варианта принятия решения в условиях неопределенности.

Ключевые слова – принятие решений; система защиты информации; нечеткие множества; неопределенность; Оптимальное решение; выбор альтернатив; нечеткое моделирование.

ЖАҒДАЙЛАРДА ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ БЕЛГІСІЗДІККЕ БАЙЛАНЫСТЫ

Ш. ДЖОМАРТОВА, А. ТОҚТАСЫН

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Ақпараттық технологиялар
факультеті, Алматы, Қазақстан, jomartova@mail.ru)

Аңдатпа. Бұл жұмыста біз әртүрлі дереккөздерді және анық емес жиындар теориясы бойынша әдебиеттерді талдауды пайдалана отырып, қазіргі заманғы талаптарға сәйкес ақпараттық қауіпсіздік жүйесі үшін белгісіздік жағдайында шешім қабылдаудың қолданбалы мәселелерін шешу әдістерін ұсынамыз. Белгісіздік жағдайында балама таңдау үлгісі

көрсетілген. Бұл жұмыста сонымен қатар белгісіздік жағдайында шешім қабылдаудың оңтайлы нұсқасын таңдау моделі талданады.

Түйінді сөздер – шешім қабылдау; ақпараттық қауіпсіздік жүйесі; анық емес жиындар; белгісіздік; оңтайлы шешім; баламаларды таңдау; анық емес модельдеу.

Introduction. Decision-making is the basis of any management. Decision theory is a rapidly developing science. The tasks she is engaged in are generated by the practice of managerial decisions at various levels – from a separate division or small enterprise to states and international organizations [1-4].

The problems of decision-making, which in broad terms can be considered as problems of analysis of complex systems, occupy an increasing place in modern science

All the processes of functioning of a modern industrial enterprise, from product design to its sale, are closely interrelated and require clear centralized management. The main decisions made at the level of the head of the enterprise cannot be implemented without a developed information infrastructure. The quality of management information support is one of the important factors determining the effectiveness of management decisions. The lack of a well-coordinated management information support system leads to the probabilistic nature of management decisions, duplication in information collection, loss of necessary information and, as a result, to low management efficiency.

The basic principle of building a project management system is that any kind of information and uncertainty (stochastic, linguistic, interval) in a project management system should be presented in a fuzzy plural form, since the theory of fuzzy sets allows adequately describing and processing various types of uncertainties [5-12].

The methodology of optimization of information security systems is understood as the development of a theory linking their

structure, logical organization, methods and means of activity in order to form the function of selecting and selecting a subset of the best strategies. The effectiveness of information protection systems is the effectiveness of its use as an active means in the operation of ensuring the confidentiality of processing, storing and transmitting information [13-15].

Methods. Estimates of the parameters of the information security system in conditions of a high degree of uncertainty of its functioning conditions should be calculated using not one mathematical model, but a consistent family of models adaptively constructed from one another and, thus, continuously improved based on the optimal choice of source data. When synthesizing optimal protection systems, the following two provisions should be the starting points:

- selection of a mathematically productive optimality criterion in accordance with the architecture of the security system and information processing technology in information systems;

- a clear mathematical formulation of the problem, taking into account all a priori information and allowing it to be solved in accordance with the accepted criterion.

By the effectiveness of information protection systems, we will understand the effectiveness of its use as an active means in the operation of ensuring the confidentiality of processing, storing and transmitting information. Under the methodology of optimizing information security systems, we will understand the development of a theory linking their structure, logical organization, methods and means of activity in order to form

the function of selecting and selecting a subset of the best strategies. The optimal solution will be considered to be the one that best satisfies the conditions of the problem under consideration under the expected conditions. The optimality of the solution is achieved through the most rational allocation of resources spent on solving the protection problem.

The theory of fuzzy sets has once again confirmed one truth known to all researchers: the formal apparatus used in its potential capabilities and accuracy should be adequate to the semantic content and accuracy of the source data. Mathematical statistics and probability theory use experimental data with strictly defined accuracy and reliability.

Let $X = \{x\}$ – be a universal set, i.e. a complete set covering the entire problem domain. Fuzzy set $A \in X$ represents a pair $\{(x, \varphi\mu^A(x))\}$, where $x \in X$ and $\mu^A : X \rightarrow [0,1]$ – the membership function, which is some subjective measure of the correspondence of an element to a fuzzy set $\mu^A(x)$ it can take values from zero, which denotes absolute non-membership, to one, which, on the contrary, indicates the absolute membership of element x to the fuzzy set A .

If a fuzzy set A is defined on a finite universal set $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, then it is convenient to denote it as follows:

$$A = \frac{\mu^A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu^A(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu^A(x_n)}{x_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu^A(x_i)}{x_i} \quad (1)$$

Probability of occurrence of the i -th threat $P_{i\,thr}$ it is determined statistically and corresponds to the relative frequency of its occurrence

$$P_{i\,thr} = \frac{\beta_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i} = \bar{\beta}_i, \quad (2)$$

where β_i – is the frequency of occurrence of the i -th threat. Damage caused by the i -th threat Δq_i , it can be determined in absolute units:

economic losses, time costs, the amount of information destroyed.

The degree of danger can be determined by expert means under the assumption that all threats to the information system constitute a complete group of events:

$$0 \leq \Delta q_i \leq 1; \sum_{i=1}^n \Delta q_i = 1 \quad (3)$$

RESULTS. The choice of the optimal Information security system will be based on a multi-purpose approach using the fuzzy mathematics method. These studies were considered by example. The composition of key indicators is characterized by a rather large variety.

The above indicators do not exhaust all their diversity. In each specific case, the composition of the indicators is determined by an expert evaluator independently. The fuzzy mathematics method allows solving practical problems of multi-criteria optimization with any number of optimality criteria.

Let us illustrate by a practical example the sequence of calculations using the multicriteria method of fuzzy mathematics. Let's assume that six variants of the SPI are obtained. Let's set a goal to choose the optimal SPI. Let's determine the composition of the criteria (parameters) that the best version of the system should satisfy. We have only six of them. As you can see, the task of choosing the optimal SPI is multi-criteria. Let's imagine this problem in the form of a hierarchy. Figure 1 shows the scheme of the problem of choosing an effective Information security system in case of uncertainty according to the specified criteria.

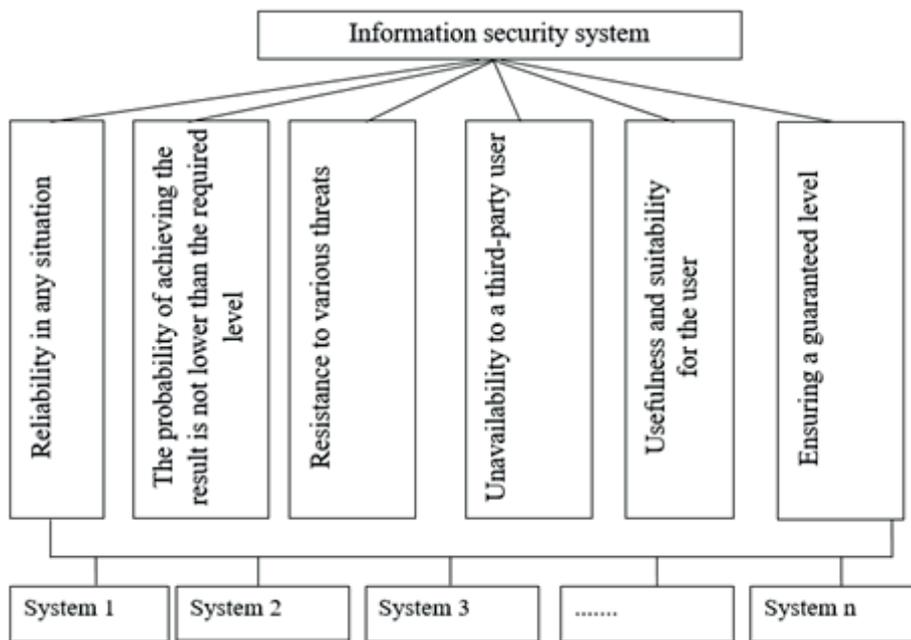


Figure 1. Scheme of the information security system according to the criteria

Let the set $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ the set of information security system, among which we choose the optimal system according to six criteria.

Denote by $A_i = \{\mu_i^A(d_1)/d_1; \mu_i^A(d_2)/d_2; \dots \mu_i^A(d_n)/d_n\}$, $i = \overline{1,6}$ fuzzy set, where $\mu_i^A(d_1) \in [0,1]$ – evaluation of the information security system variant by criterion A_i , which characterizes the degree of compliance of the information security system with the requirement of a certain criterion A_i .

According to the theory of fuzzy sets, the best variant of the information security system will be calculated by the following formula:

$$S = A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_6 \quad (4)$$

For numerical calculation, we will have to find the minimum value among the membership functions, i.e.

$$\mu^S(d_j) = \min_{i=1,6} \mu_i^A(d_j), \quad j = \overline{1,n} \quad (5)$$

Then the information security system having the highest value of the membership function will be the option that optimally satisfies all six criteria.

These calculations are suitable for the case when the criteria are of equal importance. For the case when the criteria are of different importance, it will be necessary to rank them. Let $\alpha_i \geq 0$ (the more important the criterion, the greater α_i) be the weighting factor of the criterion. Then we will rewrite equation (4) in the following form:

$$S = A_1^{\alpha_1} \cap A_2^{\alpha_2} \cap \dots \cap A_6^{\alpha_6} \quad (6)$$

where $\alpha_i \geq 0, i = \overline{1,6}, \sum_{i=1}^6 \alpha_i = 1$. Further, the optimal option is found as well as in the case of equal importance of criteria.

In our example, first we find the membership functions $\mu_i^A(d_j) \quad i = \overline{1,6} \quad j = \overline{1,n}$. We will use the construction of the membership function based on paired comparisons. This method is based on the processing of an evaluation matrix containing expert opinions on the relative belonging of elements to the set or the degree of severity of the criterion being evaluated. For three information security system, we have calculated the following membership functions

$$\begin{aligned} A_1 &= \{0,9/d_1; 0,7/d_2; 0,8/d_3\}, \\ A_2 &= \{0,8/d_1; 0,9/d_2; 0,6/d_3\}, \\ A_3 &= \{0,7/d_1; 0,8/d_2; 0,9/d_3\}, \\ A_4 &= \{0,8/d_1; 0,6/d_2; 0,7/d_3\}, \\ A_5 &= \{0,6/d_1; 0,5/d_2; 0,7/d_3\}, \\ A_6 &= \{0,4/d_1; 0,3/d_2; 0,5/d_3\}. \end{aligned}$$

From formula (5) we find $\mu^S(d_j)$, equal respectively $\{0,4/d_1; 0,3/d_2; 0,5/d_3\}$. If our criteria are of equal importance, then the third SPI will be optimal according to experts.

Let's make calculations for the case when the criteria are of different importance. We again offered experts to assess their importance. They have already compared the criteria themselves in pairs so that the ranks of each criterion can be determined. Table 1 shows the results of these calculations. Let's define the criteria: 1 – Reliability in any situation; 2 – The probability of achieving a result not lower than the required level; 3 – Resistance to various threats; 4 – Unavailability to a third-party user; 5 – Usefulness and suitability for the user; 6 – Ensuring a guaranteed level.

TABLE 1.
Matrix B of pairwise comparison of information security system evaluation criteria

| criteria | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------|--------|-------|-------|-------|--------|----|
| 1 | 1 | 1/4 | 1/5 | 1/3 | 2 | 6 |
| 2 | 4 | 1 | 1/3 | 3 | 4 | 8 |
| 3 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 9 |
| 4 | 3 | 1/3 | 1/4 | 1 | 3 | 7 |
| 5 | 1/2 | 1/2 | 1/5 | 1/3 | 1 | 6 |
| 6 | 1/6 | 1/8 | 1/9 | 1/7 | 1/6 | 1 |
| Total | 13,667 | 5,208 | 2,094 | 8,809 | 15,167 | 37 |

Based on the actual data provided, we will consider the actual indicators for the matrix. Dividing the elements of each column by the sum of the elements of this column, $(1/13, 667=0.0732)$ we get a normal matrix

Let's determine the values of the priority vector obtained from normal columns $(0.5485 / 6= 0.091)$ by dividing the sum of rows by the number of criteria:

Multiplying the pairwise comparison matrix by the resulting priority vector, we get a new

vector. Dividing the sum of the values of these new vectors by the number of the component, criterion n , we find the maximum eigenvalue λ_{max} . The closer λ_{max} is to n , the more effective the result will be.

The sum of a number of new vectors – 39,9.

$$\lambda_{max} = \frac{39,9}{6} = 6,6501$$

Compatibility Index (SI)

$$SI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{6,6501 - 6}{5} = 0,13$$

Compatibility ratio (SS)

$$SS = \frac{SI}{M(SZ)} = \frac{0,13}{1,24} = 0,1049 \text{ (10.49\%)}$$

In order to determine $\alpha_i \geq 0$ we had to find the eigenvector by solving the equation

$$BW = \lambda_{\max} W$$

TABLE 2 shows the results of the calculation, $\alpha_i \geq 0$ is represented in the column vector of normal priorities.

TABLE 2.

Obtaining the normal priority vector

| Criteria | the sum of the rows of the matrix | normal priority vector | New vector |
|--|-----------------------------------|------------------------|------------|
| Reliability in any situation | 0,5485 | 0,091 | 6,4787 |
| The probability of achieving the result is not lower than the required level | 1,4642 | 0,244 | 7,0392 |
| Resistance to various threats | 2,4464 | 0,408 | 6,9311 |
| Unavailability to a third-party user | 0,9033 | 0,151 | 6,7910 |
| Usefulness and suitability for the user | 0,4940 | 0,082 | 6,3795 |
| Ensuring a guaranteed level | 0,1435 | 0,024 | 6,2812 |

Then applying formula (6) we get

$$A_1^{0.091} = \{0,9^{0,091}/d_1; 0,7^{0,091}/d_2; 0,8^{0,091}/d_3\} = \{0,990/d_1; 0,968/d_2; 0,979/d_3\},$$

$$A_2^{0.244} = \{0,8^{0,244}/d_1; 0,9^{0,244}/d_2; 0,6^{0,244}/d_3\} = \{0,947/d_1; 0,975/d_2; 0,883/d_3\},$$

$$A_3^{0.408} = \{0,7^{0,408}/d_1; 0,8^{0,408}/d_2; 0,9^{0,408}/d_3\} = \{0,865/d_1; 0,913/d_2; 0,958/d_3\},$$

$$A_4^{0.151} = \{0,8^{0,151}/d_1; 0,6^{0,151}/d_2; 0,7^{0,151}/d_3\} = \{0,967/d_1; 0,926/d_2; 0,947/d_3\},$$

$$A_5^{0.082} = \{0,6^{0,082}/d_1; 0,5^{0,082}/d_2; 0,7^{0,082}/d_3\} = \{0,959/d_1; 0,945/d_2; 0,971/d_3\},$$

$$A_6^{0.024} = \{0,4^{0,024}/d_1; 0,3^{0,024}/d_2; 0,5^{0,024}/d_3\} = \{0,978/d_1; 0,972/d_2; 0,983/d_3\}.$$

From formula (5) we find $\mu^S(d_i)$, equal respectively to $\{0,865/d_1; 0,913/d_2; 0,883/d_3\}$. In this case, the second information security system will be optimal according to experts.

DISCUSSION. As a result of the development, requirements and recommendations were formulated for the rational

organization of the SPI structure, decomposed by levels of control and management. This will allow for further research in conditions of minimized dimensionality of the description of the system. The conclusion of the study can be said that the development of methodological foundations, methods and means of solving

incorrectly set tasks in conditions of uncertainty has been done.

In modern regulatory documents on information security, a classification approach is used, as is known. Much more constructive are probabilistic methods that have found wide application in the practice of security in other applied fields. In accordance with these methods, the levels of security guarantees of the SPI are transformed into confidence probabilities of the corresponding estimates of indicators. To solve this problem, we can recommend a theory of statistical solutions that allows us to find optimal levels of security guarantees.

CONCLUSION. The information security system requires an integrated approach. Together with organizational and legal measures, it is necessary to use technical ones. In the future, software will be developed for the information security system in accordance with the constructed mathematical model for automating decision-making in conditions of uncertainty. The model constructed above with the help of fuzzy sets for an information security system allows us to determine the most effective system using various possible weighting factors and make decisions in conditions of uncertainty.

References

1. Orlov A.I. Theory of decision-making. – Moscow: Exam, 2005. – 656 p.
2. Belyaeva M.A., Buresh O.V., Shatalova T.N. Development of an integrated decision support system for project management under uncertainty // Bulletin of OSU. – 2011. – Vol. – No. 13(132). – pp.43-48.
3. Pelissari, R., Oliveira, M.C., Abackerli, A.J., Ben-Amor, S., Assumpção, M.R.P. Techniques to model uncertain input data of multi-criteria decision-making problems: a literature review // International Transactions in Operational Research. – 2021. – №28 (2). – P. 523-559.
4. Banuelas, R., Antony, J. Modified analytical hierarchy process to incorporate uncertainty and managerial aspects // International Journal of Production Research. – 2004. – № 42 (18). – P. 3851-3872.
5. Altunin A.E. Models and algorithms of decision-making in fuzzy conditions / A.E. Altunin, M.V. Semukhin. – Tyumen: Publishing House of Tyumen State University, 2000. – 352 p.
6. Baganov B.Yu. The main aspects of decision-making in conditions of uncertainty // Azimut of scientific research: economics and management. – 2019. – №2(27). – Pp. 54-58.
7. Liu, H., Wan, R., Xue, S., Wang, T., Guo, S., He, J. Factor space is the adaptive and deepening theory of fuzzy sets // IEEE International Conference on Fuzzy Systems. – 2020 – July. – No. 9177855.
8. Arya, R., Singh, P., Kumari, S., Obaidat, M.S. An approach for solving fully fuzzy multi-objective linear fractional optimization problems // Soft Computing. -2020. – №24 (12). – P. 9105-9119.
9. Chang, C.-T. Fuzzy linearization strategy for multiple objective linear fractional programming with binary utility functions // Computers and Industrial Engineering. – 2017. – No.112. – p. 437-446.
10. Abdullah, L., Najib, L. A new preference scale mcdm method based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets and the analytic hierarchy process // Soft Computing. -2016. – №20 (2). – R. 511-523.

11. De Almeida, A. T., De Almeida, J. A., Costa, A. P. C. S., De Almeida-Filho, A. T. A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff // European Journal of Operational Research. -2016. – №250 (1). – pp. 179-191.
12. Ashtiani, M., Abdollahi Azgomi, M. Trust modeling based on a combination of fuzzy analytic hierarchy process and fuzzy VIKOR // Soft Computing. -2016. – №20 (1). – P. 399-421.
13. Gerasimova E.K. On localization of information leakage in computer networks using the theory of fuzzy sets // Information processes and management. – 2008. – No. 3-4. -pp.62-70.
14. Tsybulin A.M. Architecture of the automated information security management system of the enterprise // News of the SFU. Technical sciences. – 2011. – № 12 (125). – Pp. 58-64.
15. Efimov E.N., Lapitskaya G.M. Evaluation of the effectiveness of information security measures in conditions of uncertainty //Business Informatics. – 2015. – 1(35). – Pp.51-58.

Производственные и обрабатывающие отрасли

УДК 641.562

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА СУШКИ ВИНОГРАДА****¹М.Т. Юсупов, ²К.О. Додаев**¹Андижанский машиностроительный институт, ²Ташкентский химико-технологический институт, Республика Узбекистан, *Yusupov66@mail.ru*

Аннотация. Построены математические описания процесса сушки винограда с использованием ИК-конвективного теплоподвода на уровне взаимодействия фаз и рабочей камеры, на основе которых, с учетом реальных теплоподводящих потоков, представляющую собой обобщенную математическую модель динамики исследуемого процесса.

Ключевые слова. Виноград, сушка, физическая модель, математическая модель, алгоритм, оптимизация, критерии, химический состав.

**MODELING AND OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL
THE PROCESS OF DRYING GRAPES****¹M. Yusupov, ²K.Dodaev**¹Andijan Machine-Building Institute, ²Tashkent chemical-technological institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan, *Yusupov66@mail.ru*

Abstract. Mathematical descriptions of the process of drying grapes using IR convective heat supply at the level of interaction between phases and the working chamber are constructed, on the basis of which, taking into account real heat supply flows, it is a generalized mathematical model of the dynamics of the process under study.

Keywords: Grapes, drying, physical model, mathematical model, algorithm, optimization, criteria, chemical composition.

**МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖҮЗІМДІ
КЕПТИРУ ПРОЦЕСІ****М. Т. Юсупов, ²К. О. Додаев**¹Әндіжан машина жасау институты, ² Ташкент химия-технологиялық Институты, Өзбекстан Республикасы), *Yusupov66@mail.ru*

Андатпа. Жүзімді кептіру процесінің математикалық сипаттамалары фазалар мен жұмыс камерасының өзара әрекеттесу деңгейінде IR конвективті жылу жетегін қолдана отырып жасалады, соның негізінде зерттелетін процесс динамикасының жалпыланған математикалық моделі болып табылатын нақты жылу ағындарын ескере отырып жасалады.

Түйінді сөздер: Жүзім, кептіру, физикалық модель, математикалық модель, алгоритм, оңтайландыру, өлшемдер, химиялық құрам.

Актуальность. В настоящее время в мире ведутся научные исследования по применению современных технологий и оборудования для производства сушеных плодов и овощей, в том числе качественно высушенного винограда, богатого витаминами, микро- и макроэлементами, с максимально сохранённым натуральным составом, вместе с тем с улучшенными потребительскими свойствами, с повышенной пищевой безопасностью и биологической ценностью.

Целью исследований совершенствование процесса сушки винограда на основе ИК-конвективной установки.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются виноград, ИК-конвективная установка сушки с комбинированной передачей энергии. Методом исследования являются физическое и математическое моделирование.

Результаты и их обсуждение. Построены математические описания процесса сушки винограда с использованием ИК-конвективного теплоподвода на уровне взаимодействия фаз и рабочей камеры, на основе которых, с учетом реальных теплоподводящих потоков, представляющую собой обобщенную математическую модель динамики исследуемого процесса [1,4].

Проведены численные эксперименты по выявлению влияния конструктивных и технологических параметров на эффективность процесса сушки винограда с использованием ИК-конвективного теплоподвода за счет увеличения коэффициента влагоотдачи при предварительной кратковременной ИК-обработке [2,3, 5-9].

Характер распределения влажности по слоям изделия оказывает значительное влияние на скорость сушки винограда. В дан-

ном случае массообменный процесс осуществляется путем влагопереноса внутри материала [10-14].

Для получения математической модели сделаны следующие допущения: при сушке винограда его геометрическая форма принята за шарообразную и зависимость диаметра от средней влажности описана линейным уравнением следующего вида:

$$d = d_k + (d_i - d_k) * \frac{x - x_k}{x_i - x_k} \quad (1)$$

Для наружной оболочки шарообразного образца (кожицы) имеем:

$$\frac{dmx}{d\tau} = Q_{ex} - Q_{вых} \quad (2)$$

$$\frac{dx_k}{d\tau} = \frac{1}{m} (Q_{ex} - Q_{вых})$$

где:

$$Q_{ex} = \frac{2\pi D(x_1 - x_k)}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} \quad (3)$$

$$Q_{вых} = \beta * 4\pi R^2 * (x_k - x_p) \quad (4)$$

$$m = V * \rho = \left(\frac{4\pi R_{нар}^3}{3} - \frac{4\pi R_{внутр}^3}{3} \right) * \rho \quad (5)$$

$$\rho = \rho_k + (\rho_n - \rho_k) \frac{\tilde{\delta} - \tilde{\delta}_k}{\tilde{\delta}_n - \tilde{\delta}_k} \quad (6)$$

Получено, следующее выражение:

$$\frac{dX_K}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}\right) * \rho} \left[\left(\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_n} - \frac{1}{d_6}} * (x_1 - x_K) - \beta * 4\pi R^2 * (x_K - x_p) \right) \right] \quad (7)$$

Математическое описание первой оболочки винограда:

$$\frac{dX_1}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}\right) * \rho} \left[\left(\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} * (x_2 - x_1) - \frac{2\pi D}{\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_3}} * (x_p - x_K) \right) \right] \quad (8)$$

При формировании математического описания последующих i -х оболочек воспользуемся выражениями:

$$Q_{вх} = \frac{2\pi D(x_i - x_{i+1})}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} \quad (9)$$

$$Q_{вых} = \frac{2\pi D(x_{i+1} - x_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}} \quad (10)$$

В итоге получим ниже следующее выражение:

$$\frac{dX_i}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}\right) * \rho} \left[\left(\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} * (x_i - x_{i+1}) - \frac{2\pi D(x_{i+1} - x_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}} \right) \right] \quad (11)$$

Математическое описание среднего слоя:

$$\frac{dX_5}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3}{3} * \rho\right)} \left[\left(- \left(\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} * (x_i - x_{i+1}) \right) \right) \right] \quad (12)$$

Термическое сопротивление материала и количество тепла, которое следует подвести к нему в процессе сушки для его нагрева, рассчитаны при помощи коэффициентов теплопроводности и теплоемкости, по плотности.

Для определения математического описания температуры кожицы винограда, составлен тепловой баланс, где разность между приходящим ($q_{вх}$) и уходящим теплом ($q_{вых}$) характеризует скорость накопления тепла в виде:

$$\frac{dQ}{d\tau} = q_{вх} - q_{вых} \quad (13)$$

Приходящее тепло определяется классическим уравнением:

$$dQ = m * c * dt \quad (14)$$

Из оболочки материала тепло уходит в следующую оболочку теплопередачей. Для этого случая можно записать:

$$q_{вых} = - \frac{2\pi\lambda * (t_n - t_1)}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} \quad (15)$$

Известно, что количество тепла определяется из следующего уравнения:

$$q_{вх} = \alpha * 4\pi R^2 * (t_B - t_n) \quad (16)$$

Подставляя значения $q_{вх}$ и $q_{вых}$ в уравнение ($\frac{dQ}{d\tau} = q_{вх} - q_{вых}$), получим:

$$\frac{dtmc}{d\tau} = \left[\alpha * 4\pi R^2 * (t_B - t_n) + Sq - \frac{2\pi\lambda * (t_n - t_1)}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} \right] \quad (17)$$

или для определения температуры кожицы винограда имеем:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3} \right) * c} * \left[\alpha * 4\pi R^2 * (t_B - t_n) + Sq - \frac{2\pi\lambda * (t_n - t_1)}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} - G * it \right] \quad (18)$$

$$G = \beta * 4\pi R^2 * (X_{нач} - X_{рав}) \quad (19)$$

Математическое описание температуры первой оболочки винограда:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}\right) * c} * \left[\alpha * 4\pi R^2 * (t_B - t_H) + Sq - \frac{2\pi\lambda * (t_H - t_1)}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} - G * it \right] \quad (20)$$

Для определения в последующих оболочках, т.е. для температуры в i -тых оболочках имеем следующее:

$$q_{ex} = \frac{2\pi\lambda(t_i - t_{i+1})}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} \quad (21)$$

$$q_{вых} = \frac{2\pi\lambda(t_{i+1} - t_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}} \quad (22)$$

В итоге получим следующее ниже выражение:

$$\frac{dt_{j_i}}{d\tau} = \frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}\right) * c} * \left[\frac{2\pi\lambda(t_i - t_{i+1})}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} + Sq - \frac{2\pi\lambda(t_{i+1} - t_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}} \right] \quad (23)$$

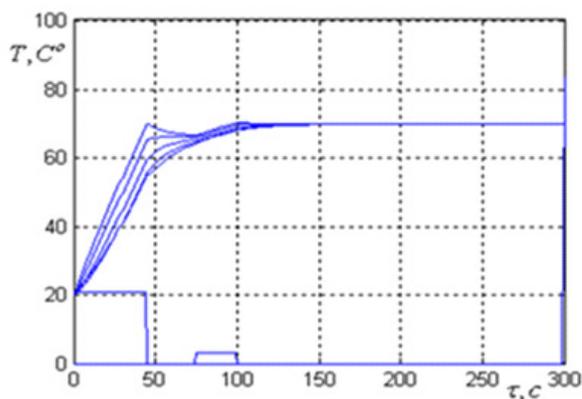
Для определения температуры среднего слоя, имеем:

$$\frac{dt_5}{d\tau} = -\frac{1}{\left(\frac{4\pi R^3}{3} * c\right)} * \left[\frac{2\pi D(t_i - t_{i+1})}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} + Sq \right] \quad (24)$$

Целью зоны предварительной ИК-обработки является достижение максимального значения коэффициента влагоотдачи, что достигается за счет образования микротрещин на поверхности или максимального разрушения кожицы винограда путем оптимальной импульсной ИК-обработки. В данной зоне управляемый процесс протекает в кожице винограда, можно не учитывать сушку из-за кратковременности процесса. Для данной зоны наибольшее значение имеет исследование распределения температуры в слоях материала, так как превышение значения температуры за 70°C снижает качественные показатели винограда [3-7].

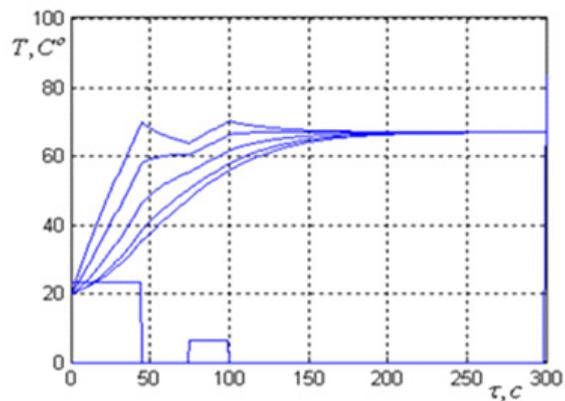
Результаты теоретических исследований зоны предварительной ИК – обработки на компьютерной модели (рис.1-4) показывают, что для обработки винограда со средним диаметром $d=8\text{мм}$, требуемым оптимальным значением плотности первого ИК-облучения является $q_1=21\text{кВт/м}^2$ с продолжительностью 45 с и соответственно второго ИК-облучения является $q_2=3\text{кВт/м}^2$

с продолжительностью 25 с. При такой обработке среднее значение температуры материала на выходе из зоны составляет. Соответственно для $d=12\text{мм}$ учун, $q_1=23,5\text{кВт/м}^2$, $q_2=6,5\text{кВт/м}^2$, $t_{\text{вых}}=67,06^\circ\text{C}$, бўлади, $d=16\text{мм}$ учун, $q_1=25,5\text{кВт/м}^2$, $q_2=7,8\text{кВт/м}^2$, $t_{\text{вых}}=62,46^\circ\text{C}$ ва $d=20\text{мм}$ учун, $q_1=27,5\text{кВт/м}^2$, $q_2=9\text{кВт/м}^2$, $t_{\text{вых}}=59,1^\circ\text{C}$.



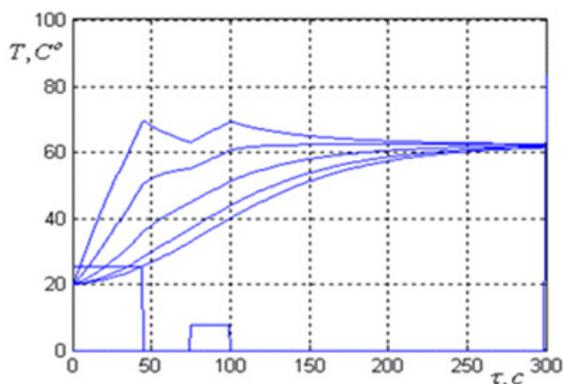
$d= 8\text{мм}; T_6= 70^\circ\text{C}; q_1= 21\text{ кВт/м}^2; \tau_1= 45\text{ с}; \tau_{\text{вых}} = 30\text{ с}; q_2= 3\text{ кВт/м}^2; \tau_2= 25\text{ с}.$

Рис.1. Распределение температуры по времени в зоне прдварительной ИК-импульсной обработке.



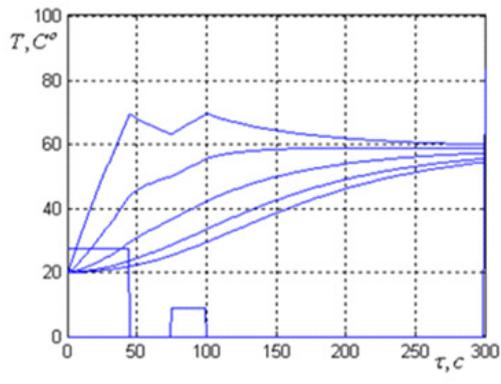
$d= 12\text{мм}; T_6=70^\circ\text{C}; q_1=23,5\text{кВт/м}^2; \tau_1= 45\text{ с}; \tau_{\text{вых}}=30\text{ с}; q_2=6,5\text{ кВт/м}^2; \tau_2=25\text{ с}.$

Рис.2. Распределение температуры по времени в зоне прдварительной ИК-импульсной обработке.



$d=16\text{мм}; T_6= 70^\circ\text{C}; q_1= 25,5\text{ кВт/м}^2; \tau_1= 45\text{ с}; \tau_{\text{вых}} = 30\text{ с}; q_2=7,8\text{кВт/м}^2; \tau_2= 25\text{ с}.$

Рис.3. Распределение температуры по времени в зоне прдварительной ИК-импульсной обработке



$d=20\text{мм}; T_6= 70^\circ\text{C}; q_1=27,5\text{кВт/м}^2; \tau_1= 45\text{ с}; \tau_{\text{вых}} = 30\text{ с}; q_2=9\text{кВт/м}^2; \tau_2= 25\text{ с}.$

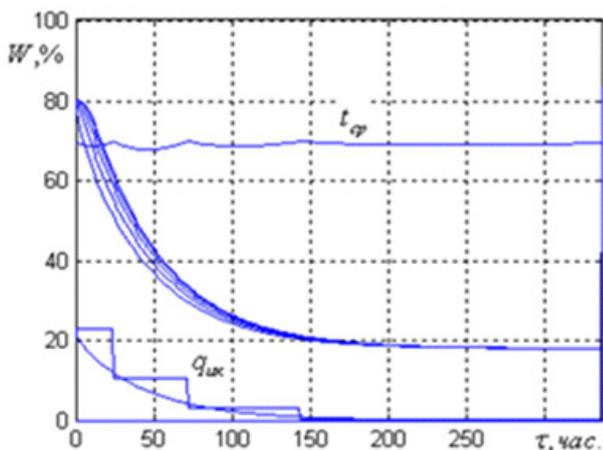
Рис.4. Распределение температуры по времени в зоне прдварительной ИК-импульсной обработке.

В зоне конвективной ИК-сушки процесс характеризуется распределением влажности в мякоти винограда. За счет испарения влаги материал охлаждается, что снижает скорость процесса сушки, это компенсируется за счет поддержания заданного значения температуры винограда, путем подвода тепла в виде ИК-лучей [7].

Результаты теоретических исследований зоны конвективной ИК-сушки (рис.5-8) показывают, что для сушки винограда со средним диаметром $d = 8$ мм требуемым оптимальным значением плотности первого ИК-облучения является с продолжительностью 24 часа, соответственно второго ИК-облучения является $q_2=0,53 \text{ кВт/м}^2$ с продолжительностью 48 часа, соответственно третьего ИК-облучения является $q_3=0,15 \text{ кВт/м}^2$ с продолжительностью 72 часа и соответственно четвертого ИК-облучения

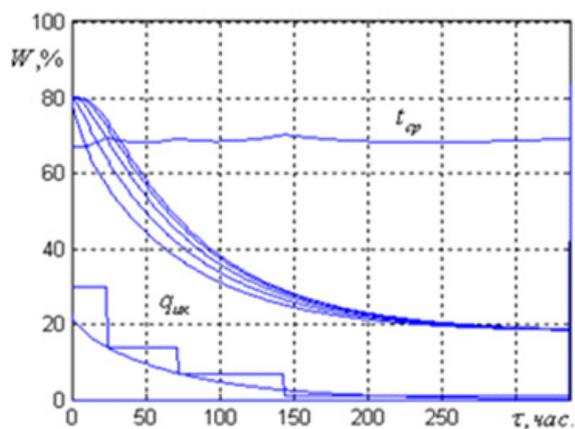
является $q_4=0,01 \text{ кВт/м}^2$ с продолжительностью 292 часа. При такой обработке среднее значение температуры материала на выходе из зоны составляет $t_{\text{вых}} = 69,5^\circ\text{C}$. Соответственно для $d=12\text{мм}$, имеем $q_1=1,5 \text{ кВт/м}^2$, $q_2=0,7 \text{ кВт/м}^2$, $q_3=0,35 \text{ кВт/м}^2$, $q_4=0,05 \text{ кВт/м}^2$, $t_{\text{вых}}=69,26^\circ\text{C}$, для $d=16\text{мм}$, $q_1=2,3 \text{ кВт/м}^2$, $q_2=27,5 \text{ кВт/м}^2$, $q_3=0,45 \text{ кВт/м}^2$, $q_4=0,12 \text{ кВт/м}^2$, $t_{\text{вых}}=68,39^\circ\text{C}$, для $d=20 \text{ мм}$ имеем, $q_1=3 \text{ кВт/м}^2$, $q_2=0,9 \text{ кВт/м}^2$, $q_3=0,55 \text{ кВт/м}^2$, $q_4=0,2 \text{ кВт/м}^2$, $t_{\text{вых}}=68,81^\circ\text{C}$.

Анализ результатов, проведенных на компьютерных моделях, показывает возможность интенсификации процесса сушки виноградных материалов. Продолжительность процесса сушки может быть уменьшена до 12-14 суток. Это является в настоящее время предельным, меньше этого времени при обычных условиях осуществить процесс нормальной сушки невозможно.



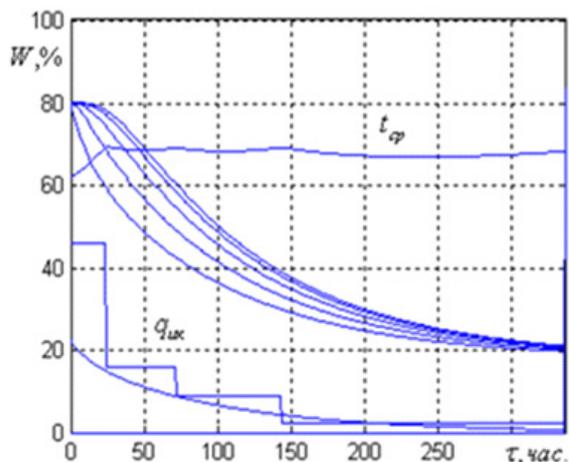
$d= 8\text{мм}; q_1=1,15\text{кВт/м}^2; q_2=0,53\text{кВт/м}^2;$
 $q_3=0,15\text{кВт/м}^2; q_4=0,01\text{кВт/м}^2; \tau_1=24\text{с}; \tau_2=48\text{с};$
 $\tau_3=72\text{с}; \tau_4=292\text{с}; \tau_{\text{вых}}=69,5\text{с};$

Рис.5. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.



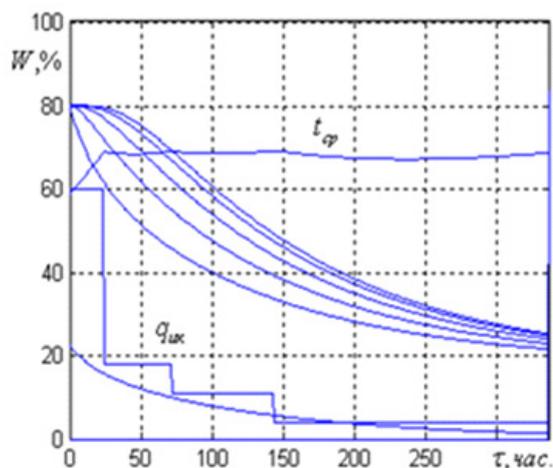
$d=12\text{мм}; q_1=1,5\text{кВт/м}^2; q_2=0,7\text{кВт/м}^2;$
 $q_3=0,35\text{кВт/м}^2; q_4=0,05\text{кВт/м}^2; \tau_1=24\text{с};$
 $\tau_2=48\text{с}; \tau_3=72\text{с}; \tau_4=292\text{с}; \tau_{\text{вых}}=69,26\text{с};$

Рис.6. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.



$d=16\text{мм}; q_1=2,3\text{кВт/м}^2; q_2=0,8\text{кВт/м}^2;$
 $q_3=0,45\text{кВт/м}^2; q_4=0,12\text{кВт/м}^2; \tau_1=24\text{с}; \tau_2=48\text{с};$
 $\tau_3=72\text{с}; \tau_4=292\text{с}; \tau_{\text{вых}}=68,39\text{с};$

Рис.7. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.



$d=20\text{мм}; q_1=3\text{кВт/м}^2; q_2=0,9\text{кВт/м}^2;$
 $q_3=0,55\text{кВт/м}^2; q_4=0,2\text{кВт/м}^2; \tau_1=24\text{с};$
 $\tau_2=48\text{с}; \tau_3=72\text{с}; \tau_4=292\text{с}; \tau_{\text{вых}}=68,81\text{с};$

Рис.8. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.

Для улучшения влагопроницаемости кожуры винограда могут быть использованы различные методы, в том числе кратковременное ИК-воздействие. Предлагаемые рекомендации были использованы при создании полупромышленной установки сушки винограда. Проведенные полупромышленные испытания показывают достоверность теоретических выводов и результатов исследования на компьютерной модели.

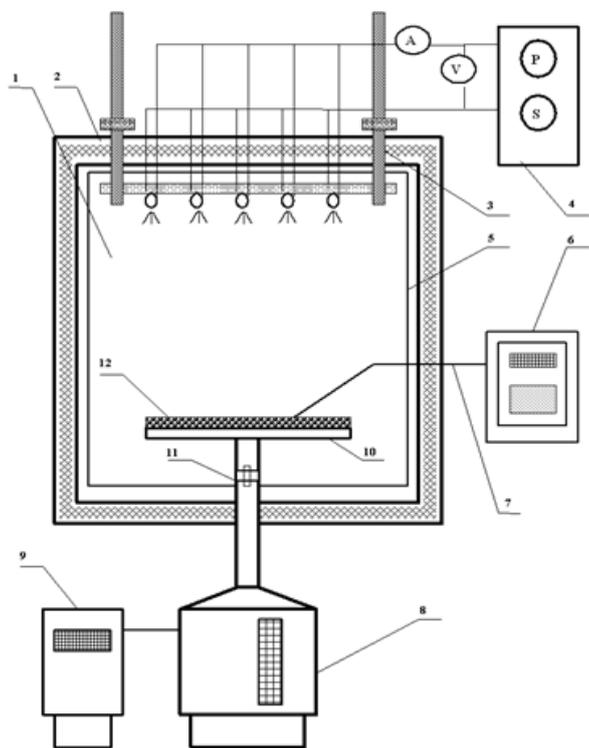
Разработана специальная установка для предварительной обработки винограда (рис.9.) Установка состоит из рабочей камеры и контрольно-измерительных приборов. Внутри камеры в верхней части расположены: психрометр, термометр. Каждое нагревательное устройство подключено отдельно к сети электропитания через ЛАТР, при помощи которых изменяется напряжение.

Сетчатый под устанавливается на опоре, опора закреплена на чашке весов марки ВЛКТ-500 М, который предназначен для

измерения убыли массы высушиваемого материала, к которому присоединено записывающее устройство. С правой стороны находится определитель влажности влагомер. С левой стороны находится парогенератор с регулирующим устройством.

Предусмотренная техника безопасности, т.е. автоматическая блокировка, производит автоматическое отключение по всей системе. Так, как лабораторная установка оснащена всей необходимой контрольно-измерительной и регулирующей аппаратурой. Это даст возможность изучить полную систему внутреннего и внешнего теплообмена.

Исследование воздействия различных параметров (теплового потока, температуры и скорости сушильного агента) в процессе сушки при использовании ИК-энергоподвода изучено на экспериментальной установке представленной на рис.10. Имитация солнечного теплового потока осуществлялась двумя или одной лампой КГ-500.

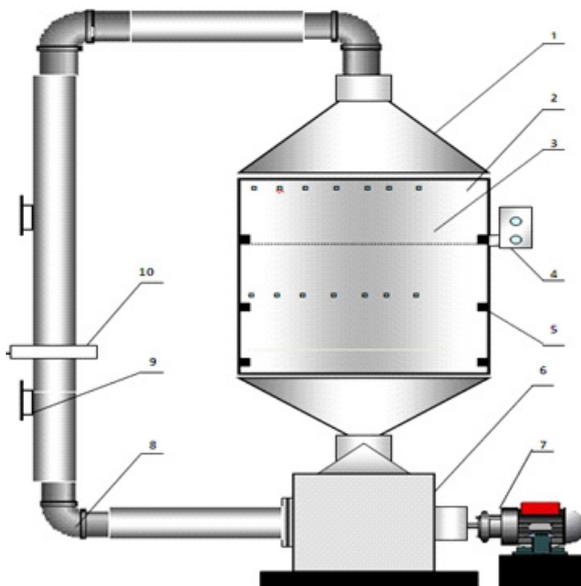


1 – камера, 2 – корпус, 3 – регулятор высоты, 4 – панель управления, 5 – внутренняя стенка камеры, 6 – потенциометр КСП-4, 7 – термопара, 8 – весы ВЛКТ-500, 9 – влагомер, 10 – под, 11 – винт, 12 – обрабатываемый продукт

Рис.9. Схема лабораторно-экспериментальной установки для предварительной обработки винограда

На рис.10 представлена установка, включающая рабочую камеру с ИК– источниками, систему подачи и регулирования температуры и скорости нагретого воздуха. Корпус сушильной камеры теплоизолированный, а с внутренней части прикреплен экран. Во внутренней части камеры на различных расстояниях друг от друга устанавливаются трубчатые источники инфракрасного излучения типа КГ-220-500.

Тепловой поток измерялся пиранометром. Температура, создаваемая ИК– излучением на поверхности, внутри высушиваемого продукта и в камере измерялась с помощью хромель-копелевых термоэлектрических преобразователей и регистрируется самопишущим электронным потенциометром типа КСП-4 (кл. точности 0,25).



1 – корпус; 2 – нагревательные элементы; 3 – ярусы; 4 – тумблер; 5 – направляющие уголки; 6 – вентилятор; 7 – электродвигатель; 8 – воздуховод; 9 – воздухораспределитель; 10 – шибер.

Рис.10. ИК-конвективная сушильная установка

Наружный воздух подается вентилятором через калорифер в камеру. Температура подаваемого воздуха регулируется трансформатором типа ЛАТР от 30°C до 75°C и измеряется термометром с ценой деления 0,2°C. При помощи заслонки осуществляется регулирование скорости воздуха от 0,8 до 5,0 м/с и измеряется крыльчатым анемо-

метром. Для измерения веса высушиваемого продукта использовались весы марки ВЛК-500 (точность измерения до $+0,01g$). Влажность воздуха определялась ртутным психрометром.

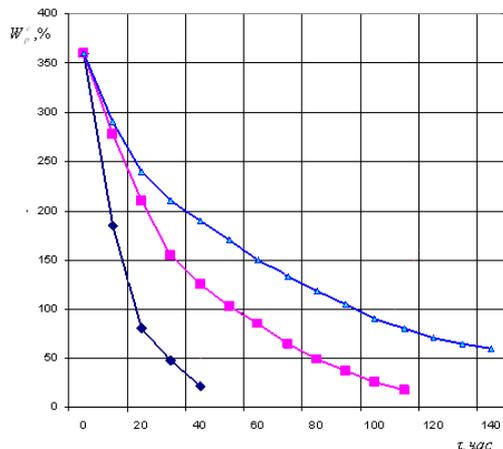
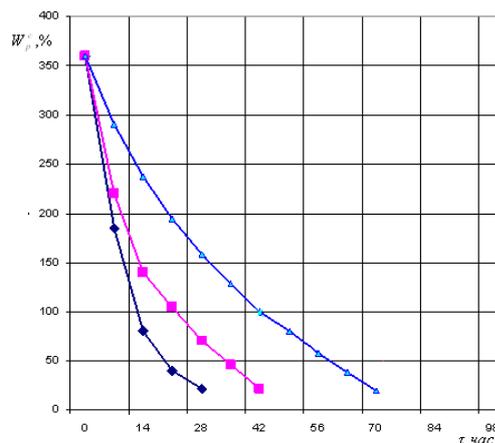
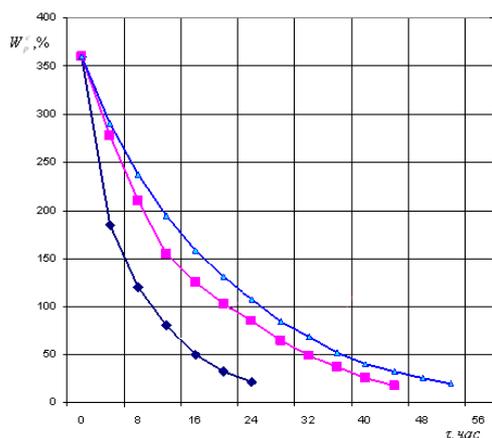
В результате исследования процесса сушки винограда по составленному плану, получены данные, представленные в виде кривых кинетики сушки на рис. 11(а, в, с). Как обычно процесс сушки протекает в периоде постоянной скорости и периоде падающей скорости сушки, что характерно для коллоидных капиллярно-пористых материалов.

Для определения зависимости выходных параметров от каждого из 3х факторов, построим графики, представляющие графическую интерпретацию этих зависимостей (рис.11).

Таким образом, с помощью кривых кинетики сушки винограда, ИК-конвективным способом при различной температуре и скорости можем определить изменение плотности теплового потока в зависимости от высоты расположения излучателя.

Для исследования процесса сушки были использованы виноград различных сортов. Например: Ак-кишмиш, Кара-кишмиш, изюм • с начальной влажностью. Масса одной партии высушиваемого продукта 500 грамм. Убыль влаги определяли в зависимости от режима сушки через 60 + 120 мин.

Эксперименты проводили с применением метода латинских квадратов для 3х факторов, варьируемых на 3-х уровнях, в связи, с чем в одном и том же эксперименте было исследовано три фактора.



- а) при высоте 150 мм и плотность потока $1,5-1,8 \text{ кВт/м}^2$;
- в) при высоте 200 мм и плотность потока $1 \div 1,2 \text{ кВт/м}^2$;
- с) при высоте 250 мм и плотность потока $0,7-0,9 \text{ кВт/м}^2$;

Рис. 11. Кривые кинетики сушки винограда «Кара-кишмиш», ИК-конвективным способом

Выводы:

1. На основе качественного и количественного анализов предварительной ИК-обработки и дальнейшей ИК-конвективной сушки винограда представлены физико-химические явления и процессы, их математические описания по ступеням иерархии.

2. Изучены гигроскопические свойства винограда, энергетическая связь изделия при различной температуре от начальной влажности винограда.

3. Изучены термодинамические характеристики влагопроводности и массообмена в винограде.

4. Разработаны компьютерные модели процессов предварительной ИК-обработ-

ки и ИК-конвективной сушки винограда. На базе компьютерного моделирования исследованы закономерности распределения влажности, температуры, плотности ИК-потока по слоям высушиваемого продукта в единицу времени.

5. Исследовано изменение плотности теплового потока в зависимости от высоты расположения излучателя, выявлено оптимальное значение плотности лучистого потока на поверхности материала, которая составила $1,5-2,0 \text{ кВт/м}^2$.

6. Разработана методика инженерного расчета сушильной установки, предложено ее конструктивное устройство.

Литература

1. Юсупов М.Т. Исследование процесса распределения температуры при сушке винограда путем моделирования // Научно-теоретический журнал «Хранение и переработка сельхозсырья». -Москва, 2017. -№10. -С.30-34.

2. Юсупов М.Т., Маматкулов А.Х. Моделирование технологического процесса сушки винограда на уровне рабочей камеры // Universum: технические науки. -Москва, 2017. -№11 (44). -С.24-27.

3. Юсупов М.Т., Ашууров Х.С., Парпиев Г.Г. Исследование и моделирование качества сушеного винограда // Universum: технические науки. – Москва, 2018. – №5 (50). – С.41-50.

4. Юсупов М.Т., Жамолдинов С. Х. Математическое моделирование процесса сушки винограда // Вестник НУ РУз. -Тошкент, 2016. -№2. -С.107-110.

5. Маматкулов А.Х., Юсупов М.Т. Системный анализ сушки винограда // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2006. – №6. – С.46-50.

6. Х.Ф. Джураев, А.А. Артиков, К.О. Додаев, А.Ж. Чориев, Д.Н. Хикматов, О.Ф. Сафаров, И.И. Мехмонов. [Интенсификация процесса тепломассообмена при комплексной переработке сельхозпродуктов](#) //Москва. Хранение и переработка сельхозсырья. №3, 2003. –С.47.

7. Маматкулов А.Х., Юсупов М.Т., Артиков А.А. Исследование на компьютерной модели процесса сушки винограда // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2011. – №5. – С.43-47.

8. Юсупов М.Т., Муратова З.А. Термодинамические параметры влагопереноса и массообменные характеристики винограда // Высшая школа. – Москва, 2017. – №2. – С.75-77.

9. Юсупов М.Т., Ашууров Х.С. Разработка технологической схемы сушки винограда // Восьмая международная конференция теоретических и прикладных разработок «Научные разработки: евразийский регион». – Москва, 2017. – С.87-91.

10. Самадов О.Б., Чориев А.Ж., Тўхтаев Ш.Қ., Додаев К.О. Оптимизация процесса ИК-конвективной сушки дыни // Химия и химическая технология. Ташкент, ТХТИ. -№2, 2018. –С.64-68.

11. Артиков А.А., Маматкулов А.Х., Яхшимурадова Н.К., Додаев К.О. Системный анализ концентгирования растворов инертным газом // Ташкент, Фан, 1987. 164 с.

12. М.Ж. Курбанова, К.О. Додаев, Ж.М. Курбанов. [Исследование процесса сушки плодов яблок СВЧ-конвективным способом](#) // Москва. Пищевая промышленность. 2015. №10, -С.19-21.

13. М.Ж. Курбанова, К.О. Додаев, Ж.М. Курбанов. Импульсные тепло-химические методы предварительной обработки в технологии сушки плодов и овощей // Москва. Пищевая промышленность. 2016. №8, -С. 49-53.

14. М.Ж. Курбанова, К.О. Додаев, Ж.М. Курбанов. Изменение структурно-механических свойств плодов в процессе сушки // Москва. Пищевая промышленность. 2016. №10, -С. 11-15.

References

1. Yusupov M.T. Investigation of the process of temperature distribution during drying of grapes by modeling // Scientific-theoretical journal “Storage and processing of agricultural raw materials”. -Moscow, 2017. -№10. –P. 30-34.

2. Yusupov M.T., Mamatkulov A.Kh. Modeling the technological process of drying grapes at the level of the working chamber // Universum: technical sciences. -Moscow, 2017. -№11 (44). -P.24-27.

3. Yusupov M.T., Ashurov H.S., Parpiev G.G. Research and modeling of the quality of dried grapes // Universum: technical sciences. -Moscow, 2018. -№ 5 (50). – P.41-50.

4. Yusupov MT, Zhamoldinov S. Kh. Mathematical modeling of the process of drying grapes // Bulletin of NU RUZ. -Toshkent, 2016. -№2. -P.107-110.

5. Mamatkulov A.Kh., Yusupov M.T. System analysis of drying grapes // Uzbek chemical journal. – Tashkent, 2006. – №6. -P.46-50.

6. H.F. Dzhuraev, A.A. Artikov, K.O. Dodaev, A. Zh. Choriev, D.N. Hikmatov, O.F. Safarov, I.I. Mehmonov. Intensification of the process of heat and mass transfer in the complex processing of agricultural products // Moscow. Storage and processing of agricultural raw materials. №3, 2003. –P.47.

7. Mamatkulov A.Kh., Yusupov M.T., Artikov A.A. Research on a computer model of the process of drying grapes //Uzbek chemical journal. -Tashkent, 2011. -№5. -P.43-47.

8. Yusupov M.T., Muratova Z.A. Thermodynamic parameters of moisture transfer and mass transfer characteristics of grapes // Higher school. – Moscow, 2017. – №2. -P. 75-77.

9. Yusupov M.T., Ashurov Kh.S. Development of a technological scheme for drying grapes // Eighth international conference of theoretical and applied developments «Scientific developments: Eurasian region». – Moscow, 2017 .P. 87-91.

10. Samadov O.B., Choriev A.Zh., Tukhtaev Sh.K., Dodaev K.O. Optimization of the process of infrared convective drying of melon // Chemistry and chemical technology. Tashkent, TCTI. -№2, 2018. -P.64-68.

11. Artikov A.A., Mamatkulov A.Kh., Yakhshimuradova N.K., Dodaev K.O. Monografy. System analysis of concentration of solutions by inert gas // Tashkent, Fan, 1987. 164 p.
12. M. Zh. Kurbanova, K.O. Dodaev, Zh.M. Kurbanov. Investigation of the process of drying apple fruits by the microwave convection method // Moscow. Food industry. 2015. №10, -P.19-21.
13. M. Zh. Kurbanova, K.O. Dodaev, Zh.M. Kurbanov. Pulse thermo-chemical methods of pretreatment in the technology of drying fruits and vegetables // Moscow. Food industry. 2016. №8, -P. 49-53.
14. M. Zh. Kurbanova, K.O. Dodaev, Zh.M. Kurbanov. Changes in the structural and mechanical properties of fruits in the process of drying // Moscow. Food industry. 2016. №10, -P. 11-15.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ**КАЛИМОЛДАЕВ А.М., МАЗАКОВА А.Т., ДЖОМАРТОВА Ш.А.,
МАЗАКОВ Т.Ж., МУХАЕВ Д.К.**(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
aigerym97@mail.ru)

Аннотация: Данная статья посвящена проблеме математического моделирования деятельности складского хозяйства предприятия.

В современных предприятиях, выпускающих массовую или крупносерийную продукцию, синхронизация требуется при всех операциях, включая работу заготовительных цехов. Неизбежная рассогласованность ритма производства поставщиков и потребителей, дискретность процесса поставки, возможность случайных колебаний в интенсивности потребления или длительности интервалов между поставками относительно среднего (расчетного) уровня вынуждают создавать в системах снабжения запасы. Хранение запасов во многих случаях обходится дешевле, чем любой другой способ обеспечения ритмичного производства. Колоссальный объем средств, вложенных в запасы, придает проблеме научного управления ими первостепенную важность. Избыточные запасы были причиной многих неудач в бизнесе, оказывали дестабилизирующее влияние при кризисах.

Необходимость надежного обеспечения спроса, подкрепляемая серьезными экономическими последствиями недопоставок, вынуждает увеличивать запасы, что приводит к временному исключению из оборота значительных материальных ценностей. При необоснованном сокращении запасов возможна остановка производства.

Ключевые слова: запасы, логистика, поставщики, управление, критерий оптимальности, функционал, Гамильтониан.

ҚОРЛАРМЕН ОҢТАЙЛЫ БАСҚАРУ**ҚАЛИМОЛДАЕВ А.М., МАЗАКОВА А.Т., ДЖОМАРТОВА Ш.А.,
МАЗАКОВ Т.Ж., Мұхаев Д.К.**(ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
aigerym97@mail.ru)

Андатпа. Бұл мақала кәсіпорынның қойма шаруашылығының қызметін математикалық модельдеу мәселесіне арналған.

Жаппай немесе ауқымды өнім шығаратын қазіргі заманғы кәсіпорындарда синхрондау барлық операцияларға, соның ішінде дайындау цехтарының жұмысына қажет. Жабдықтаушылар мен тұтынушылардың өндіріс ырғағының сөзсіз сәйкессіздігі, жеткізу процесінің дискреттілігі, тұтыну қарқындылығының кездейсоқ ауытқу мүмкіндігі немесе орташа (есептелген) деңгейге қатысты жеткізу арасындағы аралықтардың ұзақтығы қорларды құруға мәжбүр етеді. жабдықтау жүйелерінде. Тауарлы-материалдық қорларды сақтау көп жағдайда біркелкі өндірісті қамтамасыз етудің кез келген басқа тәсіліне қарағанда арзанырақ. Резервтерге салынған қаражаттың орасан зор көлемі оларды ғылыми тұрғыдан

басқару мәселесін басты маңызға ие етеді. Артық қорлар көптеген бизнес сәтсіздіктерінің себебі болды және дағдарыс кезінде тұрақсызданды.

Қысқа мерзімді жеткізудің ауыр экономикалық салдарымен нығайтылатын сұранысты сенімді қанағаттандыру қажеттілігі қорларды көбейтуге мәжбүр етеді, бұл маңызды материалдық құндылықтардың айналымнан уақытша алынып тасталуына әкеледі. Қорларды негізсіз қысқарту арқылы өндірісті тоқтатуға болады.

Түйінді сөздер: қорлар, логистика, жеткізушілер, менеджмент, оңтайлылық критерийі, функционалдық, Гамильтондық.

OPTIMAL STOCK MANAGEMENT

KALIMOLDAEV A.M., MAZAKOVA A.T., JOMARTOVA Sh.A., MAZAKOV T.Zh.,
MUKHAEV D.K.

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
aigerym97@mail.ru)

Abstract: This article is devoted to the problem of mathematical modeling of the activity of the warehouse economy of an enterprise.

In modern enterprises that produce mass or large-scale products, synchronization is required for all operations, including the work of procurement shops. The inevitable inconsistency in the rhythm of production of suppliers and consumers, the discreteness of the supply process, the possibility of random fluctuations in the intensity of consumption or the duration of intervals between deliveries relative to the average (calculated) level force the creation of stocks in supply systems. Inventory storage is in many cases cheaper than any other way to ensure smooth production. The colossal amount of funds invested in reserves makes the problem of scientific management of them of paramount importance. Excess inventories have been the cause of many business failures and have been destabilizing in crises.

The need to reliably meet demand, reinforced by the serious economic consequences of short deliveries, forces to increase stocks, which leads to the temporary exclusion of significant material assets from circulation. With an unreasonable reduction in stocks, production can be stopped.

Keywords: reserves, logistics, suppliers, management, optimality criterion, functional, Hamiltonian.

Введение. Проблема цифрового управления запасами была и остается актуальной [1-5].

Одной из лучших книг по теории запасов является монография [6], которая является достаточно подробным и систематическим руководством по задачам и методам теории управления запасами.

Как известно запасы материальных ресурсов необходимы для непрерывного и ритмичного процесса воспроизводства.

Существует много причин вызывающих несоответствия как во времени, так и в пространстве между потребностями в тех или иных предметах и наличием их в каждый данный момент. Например, сезонные колебания ритмов производства и спроса, колебания спроса под влиянием случайных факторов, просчеты в планировании и др. Поэтому создание и хранение запасов обходится дешевле, т.к. при отсутствии запасов возникает необходимость иметь большие

резервы производственных мощностей, трудовых ресурсов, сырья. Но наличие больших запасов может привести к тому, что их моральные и материальные ценности резко упадут или исчезнут. Поэтому проблема наиболее эффективного планирования и регулирования поставок и запасов нуждается в неотложном изучении и для ее решения математиками и экономистами применяется «теория управления запасами» [7].

Особый интерес представляют системы, связанные с автоматизацией процесса выбора оптимальных поставщиков. Широкое применение цифровых технологий позволяет автоматизировать эти процессы и дать предприятию инструмент принятия оптимального объективного решения.

Научный подход к управлению запасами требует основываться на познании объективных закономерностей функционирования всей системы обращения, на прогнозах потребностей в предметах и услугах производственно-технического и личного назначения. Математические методы и ЭВМ – самый мощный инструмент выявления и анализа экономических закономерностей, временных рядов и тенденций, синтеза оптимальных решений во всех сферах обращения. Моделирование процессов управления запасами позволит, минуя дорогостоящие натурные эксперименты, наиболее экономным путем заранее оценить возможные последствия различных административно-хозяйственных решений [7].

Методы и постановка задачи. Целью исследования является нахождение оптимальной стратегии по управлению количеством товаров на складе.

В качестве математической модели предлагается выбрать систему управления, описываемую линейными обыкновенными дифференциальными уравнениями

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u - g(t), \quad (1)$$

где $A(t)$ – $n \times n$ -матрица, элементы которой являются непрерывными функциями времени, $B(t)$ – $n \times m$ -матрица, $x(t)$ – n -мерный вектор состояния системы (количество товаров на складе), $u(t)$ – m -мерный вектор управления (необходимое количество товаров), $g(t)$ – n -мерный вектор задающее воздействие (ожидаемый спрос на товары).

Элементы n -мерного вектора x определяют количество товаров на складе и пусть в момент времени t_0 удовлетворяют условию (6).

Элементы матрицы $A(t)$ определяют долю товаров, приходящих в негодность и приобретают значения $0 \leq a_{ij} \leq 1$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$. Элементы матрицы $B(t)$: b_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ определяют количество i -го товара у j -го поставщика.

Уравнениями вида (1) может быть представлена многопродуктовая модель системы управления запасами (n – продуктов).

На управления даются ограничения

$$0 \leq u_i(t) \leq u_{\max}, i = 1, m \quad (2)$$

Ограничение (2) имеет вполне естественный смысл: завозимый (приобретаемый на склад) товар не может иметь отрицательного значения и имеет реальное ограничение сверху (т.е. не может быть бесконечным).

На ожидаемый спрос накладываются условия

$$g(t) \geq 0, t \in [t_0, t_1] \quad (3)$$

Условия (3) также имеют вполне понятный смысл: ожидаемый спрос не может принимать отрицательного значения (полное отсутствие спроса в момент времени t эквивалентно нулевому значению, т.е. $g(t)=0$)

На емкость склада накладываются ограничения

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i(t) \leq C, t \in [t_0, t_1]. \quad (4)$$

Любое складское помещение имеет естественное ограничение. В предлагаемой модели это ограничение характеризуется параметрами C и $\alpha_i, i = \overline{1, n}$. Коэффициент α_i соответствует объему занимаемому единицей i -го товара на складе.

Кроме условия (4) на количество товара накладываются ограничения

$$x_i(t) \geq 0, i = \overline{1, n}, t \in [t_0, t_1]. \quad (5)$$

Ограничение (5) также имеет вполне естественный смысл: имеющийся в наличии (реализуемый со склада) товар не может иметь отрицательного значения.

Кроме того, считается известным состояние системы в начальный момент времени t_0 (начальное состояние)

$$x(t_0) = x_0 \quad (6)$$

Желаемое состояние в конечный момент времени t_1 может быть описано как фиксированное

$$x(t_1) = x_1 \quad (7)$$

или подвижное (удовлетворяющее некоторым условиям)

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} x_j(t_1) \leq d_i, i = \overline{1, k} \quad (8)$$

при этом, момент времени t_1 может быть заданным (фиксированным) или находиться исходя из некоторых требований.

Для оценки качества работы системы может быть использован следующий критерий (функционал):

$$J = \int_{t_0}^{t_1} [u^*(t)R_0u(t) + (x(t) - g(t))^*R_1(x(t) - g(t))]dt \quad (9)$$

В функционале (9) R_0 – положительно-определенная $m \times m$ -матрица, R_1 – неотрицательно-определенная $n \times n$ -матрица. Элементы матриц R_0 и R_1 определяют стоимость затрат на перевозку и хранение товаров.

В функционале (9) время t_1 считается фиксированным (заданным).

Обсуждения и результаты. Оптимальное управление. Пусть система управления запасами (многопродуктовая модель из n – продуктов) описывается линейными обыкновенными дифференциальными уравнениями (1). На управления даются ограничения (2). На емкость склада накладываются условия (фазовые ограничения) (4). На количество товара накладываются ограничения (5).

Кроме того, считается известным состояние системы в начальный момент времени t_0 (начальное состояние) (6), (7) или (8).

Для оценки качества работы системы могут быть использованы следующий критерий (функционал) (9).

Составим множество допустимых управлений

$$U = \left\{ u \mid 0 \leq u_i(t) \leq u_{\max}^i, i = \overline{1, m}, t \in [t_0, t_1] \right\}.$$

Исследуемая задача – это задача оптимального управления с фазовыми ограничениями (4)-(5), с закрепленными концами (7)-(8) и ограничениями на управление (2). На настоящее время решение подобных задач содержит ряд математических затруднений.

Для практического решения задачи оптимального управления запасами используем метод штрафных функций и градиентный метод.

Для учета ограничений (4)-(5) введем функцию штрафа [8],

$$\Phi_{1k} = M_{k1} \int_{t_0}^{t_1} [\max\{(\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i(t) - C); 0\}]^2 dt + M_{k2} \sum_{i=1}^n \int_{t_0}^{t_1} [\max\{-x_i(t); 0\}]^2 dt. \quad (10)$$

Для учета ограничений на конец траектории (7) введем функцию штрафа

$$\Phi_{2k} = M_{k3} \sum_{i=1}^n [x(t_1) - x_1]^2. \quad (11)$$

Построим новый функционал

$$J_k = \int_{t_0}^{t_1} \{u^*(t)R_0u(t) + (x(t) - g(t))^*R_1(x(t) - g(t)) + M_{k1}[\max\{(\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i(t) - C); 0\}]^2 + M_{k2}[\max\{-x_i(t); 0\}]^2\} dt + M_{k3} \sum_{i=1}^n [x(t_1) - x_1]^2 \quad (12)$$

В функционалах $J_k - \{M_{k1}\}, \{M_{k2}\}, \{M_{k3}\}$ некоторые заданные положительные последовательности, стремящиеся к бесконечности.

Заменим исходную задачу Б следующей: для заданного к найти оптимальное управление минимизирующее функционал J_k при ограничениях (1), (2) и (6). Полученная задача является задачей оптимального управления со свободным правым концом и ограничением на управление. Для нее составим функцию Гамильтона

$$H_k = u^*(t)R_0u(t) + (x(t) - g(t))^*R_1(x(t) - g(t)) + M_{k1}[\max\{(\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i(t) - C); 0\}]^2 + M_{k2}[\max\{-x_i(t); 0\}]^2 + (A(t)x(t) + B(t)u(t) - g(t))^*\psi_k$$

Предлагается следующий алгоритм решения.

Шаг 1. Пусть $k=0$.

Шаг 2. Вычисляется оптимальное управление для k -ой итерации

$$u_k = \begin{cases} 0 & \text{если } R_0^{-1}B\psi_k < 0 \\ R_0^{-1}B\psi_k & \text{если } 0 \leq R_0^{-1}B\psi_k \leq u_{max} \\ u_{max} & \text{если } R_0^{-1}B\psi_k > u_{max} \end{cases} \quad (13)$$

где ψ_k – решение сопряженной системы дифференциальных уравнений

$$\dot{\psi}_k = -A(t)^*\psi_k - 2R_1(x_k(t) - g(t)) + 2M_{k1}[\max\{(\sum_{i=1}^n \alpha_i x_{ki}(t) - C); 0\}] + M_{k2}[\max\{-x_{ki}(t); 0\}] \quad (14)$$

с условием на конце

$$\psi_k(t_1) = 2M_{k3} \sum_{i=1}^n [x_k(t_1) - x_1].$$

и x_k – решение исходной системы (1) при начальных условиях (6).

Шаг 3. При найденных x_k и u_k вычисляется значение функционала J_k .

Шаг 4. Если $|J_k - J_{(k-1)}| \leq \varepsilon$ то переход к шагу 5, иначе $k=k+1$ и переход к шагу 2. (Здесь $\varepsilon > 0$ – требуемая точность вычисления).

Шаг 5. Найденная пара (x_k, u_k) является оптимальным решением.

Эффективность предложенной процедуры проверена на практических задачах.

На базе полученных теоретических исследований предыдущей главы разработано автоматизированное рабочее место (АРМ) «Склад», который внедрен для учета и оптимизации складских операций в нескольких торговых домах.

Особенностью АРМ является его разработка на базе СУБД Clipper [9], вследствие чего обеспечена его малый объем: для установки у заказчика достаточно выгрузить один исполняемый модуль – Sklad.exe и ряд файлов для хранения данных – типа dbf.

АРМ может работать на ПК класса IBM 286 и выше, т.е. является не обременительным.

Работа выполнена за счет средств программно-целевого финансирования научных исследований на 2021-2022 годы по проекту ИРН BR 10965224 «Разработка кадастра животного мира Северного Тянь-Шаня для сохранения его генетического разнообразия».

Выводы. В разделе получены следующие результаты:

- на основе математической теории оптимального управления решена проблема оптимального заказа;

- на основе метода штрафных функций и численных методов решения экстремальных задач для предложенной математической модели управления запасами разработан алгоритм нахождения оптимального решения.

В ходе выполнения работы получены новые результаты, касающиеся математического моделирования систем управления запасами. Это математическая модель управления запасами с ограничением на объем склада и на управление, в таком виде она рассматривается впервые.

Литература

1. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
2. Уайт О. Управление производством и материальными запасами в век ЭВМ. – М.: Прогресс, 1978. – 304 с.
3. Лотоцкий В.А., Мандель А.С. Модели и методы управления запасами. – М.: Наука, 1991. – 189 с.
4. Аникин Б.А. Логистика. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 368 с.
5. Гаджинский А.М. Логистика. – М.: ИКЦ «Маркетинг», 2002. – 408 с.
6. Хэнсменн Ф. Применение математических методов в управлении производством и запасами / пер. с англ. – М.: Прогресс, 1966. – 280 с.
7. Булинская Е.В. Некоторые задачи оптимального управления запасами: автореф. ... канд. физ.-мат. наук: 06.13.01 – М., 1965. – 18 с.
8. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980. – 400 с.

9. Канатников А.Н., Ткачев С.Б. Язык CA-Clipper 5.2 и библиотека CA-Clipper Tools 3.0. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 416 с.

Referens

1. Ryzhikov Yu.I. Queue theory and inventory management. – St. Petersburg: Peter, 2001. – 384 p.
2. White O. Management of production and inventories in the age of computers. – М.: Progress, 1978. – 304 p.
3. Lototsky V.A., Mandel A.S. Models and methods of inventory management. – М.: Nauka, 1991. – 189 p.
4. Anikin B.A. Logistics. – М.: INFRA-M, 2002. – 368 p.
5. Gadzhinsky A.M. Logistics. – М.: ICC «Marketing», 2002. – 408 p.
6. Henssmann F. Application of mathematical methods in the management of production and stocks / transl. from English. – М.: Progress, 1966. – 280 p.
7. Bulinskaya E.V. Some problems of optimal inventory management: Ph.D. ...cand. Phys.-Math. Sciences: 06.13.01 – М., 1965. – 18 p.
8. Vasiliev F.P. Numerical methods for solving extreme problems. – М.: Nauka, 1980. – 400 p.
9. Kanatnikov A.N., Tkachev S.B. CA-Clipper 5.2 language and CA-Clipper Tools 3.0 library. – М.: Finance and statistics, 1995. – 416 p.

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ В СФЕРЕ
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
НУРГАЛИЕВА А.Ш.**

(Казахский университет технологии и бизнеса nurgalieva_as@mail.ru)

Аннотация: В работе рассмотрены теоретические подходы к понятию «устойчивое развитие». Рассмотрены отечественные и зарубежные разработки равновесного развития системы, концепции устойчивого развития, экономики рационального использования и охраны природных ресурсов. Автор рассматривает подходы к трактовке и интерпретации устойчивого развития, обосновывает комплексность и раскрывает специфику системности при современном понимании сущности устойчивого развития для неравновесных и нестабильных экономических систем.

Ключевые слова: устойчивое развитие, динамическое равновесие системы, сбалансированность, принципы устойчивости системы.

**COMPREHENSIVE APPROACH FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN
EFFORTS TO ENSURE THE SOUND USE AND PROTECTION OF NATURAL
RESOURCES**

NURGALIYEVA A.SH.

(Kazakh university of Technology and business, nurgalieva_as@mail.ru)

Abstract: The paper considers theoretical approaches to the concept of “sustainable development”. Domestic and foreign developments of the equilibrium development of the system, the concept of sustainable development, economics of the sound use and protection of natural resources are considered. The author considers approaches to the interpretation of sustainable development, substantiates the complexity and reveals the specifics of consistency in the modern understanding of the essence of sustainable development for non-equilibrium and unstable economic systems.

Keywords: sustainable development, dynamic balance of the system, balance, principles of system stability.

**ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ
САЛАСЫНДАҒЫ ТҰРАҚТЫ ДАМУҒА КЕШЕНДІ КӨЗҚАРАС**

НУРГАЛИЕВА А.Ш.

(Қазақ технология және бизнес университеті, nurgalieva_as@mail.ru)

Аннотация: Жұмыста «тұрақты даму» ұғымына теориялық көзқарастар қарастырылған. Жүйенің тепе-теңдік дамуының отандық және шетелдік әзірлемелері, тұрақты даму тұжырымдамасы, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану және қорғау экономикасы қарастырылады. Автор тұрақты дамуды түсіндіру және нақтылау тәсілдерін қарастырады, күрделілігін

негіздейді және тепе-тең емес және тұрақсыз экономикалық жүйелер үшін тұрақты даму-дың мәнін қазіргі заманғы түсінудегі жүйеліліктің ерекшеліктерін ашады.

Түйін сөздер: тұрақты даму, жүйенің динамикалық тепе-теңдігі, тепе-теңдік, жүйе тұрақтылығының принциптері

Введение. Устойчивое развитие страны – это развитие, удовлетворяющее потребности настоящего поколения и не ставящее под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности.

Для Республики Казахстан переход к устойчивому развитию является насущной необходимостью. Рост экономики за счет эксплуатации природных ресурсов может происходить только на определенном этапе. В современных условиях для роста и развития требуются более прогрессивные механизмы.

Устойчивое развитие необходимо для достижения целей Стратегического плана развития Казахстана до 2025 года. Принцип устойчивого развития также заложен в основу стратегии вхождения Казахстана в число пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран мира. Для Казахстана устойчивость развития – это, прежде всего, переход на новые технологические уклады, на смещение акцента развития национальной экономики от природно-ресурсного использования к формированию инновационной модели экономического развития.

Данная статья определяет теоретические подходы к устойчивому развитию во всех сферах жизнедеятельности страны. Для этого необходимо, чтобы экономические, экологические, социальные и политические факторы развития были интегрированы и рассматривались как единый процесс.

Методы и материалы. *Теоретические подходы к равновесному развитию системы.*

Понятие «устойчивое развитие» имеет довольно противоречивый характер. В настоящий момент существует множество определений и трактовок концепции устойчивого развития. Это связано с тем, что термин «устойчивое развитие» применяется в различных областях науки. В связи с этим, термин имеет и различные оттенки и трактовки. Так различают «устойчивое развитие общества», «устойчивое развитие экономики» и т. д.

Идеи устойчивого развития были официально провозглашены на Конференции по окружающей среде и развитию, которая проводилась в Рио-де-Жанейро в 1992г. Эта конференция рассматривала окружающую среду и социально-экономическое развитие как взаимосвязанные и взаимозависимые области.

Известно, что после Конференции в Рио вопреки всем декларациям достичь равновесного состояния между экономическим ростом, социальным сообществом и окружающей природной средой так и не удалось.

Причина – не желание стран «золотого миллиарда» сократить темпы своего экономического развития для достижения глобального равновесия. С другой стороны, модель «зеленой экономики», которая стала предметом основных дискуссий на последнем саммите по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро (2012), воспринимается развивающимися странами как непозволимая экономическая роскошь, а не как достижение сбалансированности экономических приоритетов, экологической безопасности и социальных гарантий для ши-

роких слоев населения в достижении общественного прогресса.

Сегодня можно утверждать, что единым оптимальным вариантом достижения устойчивого развития является идея равновесия. Она вытекает из единого общественного оптимума, неоднократно обсуждавшегося в теории экономического развития Й. Шумпетера и теории общего экономического равновесия (в работах Л. Вальраса, А. Курно, В. Джевонса, А. Маршала и др.) Наибольший вклад в развитие теории сделал В. Парето. Оптимальность по Парето является главным понятием теории рыночного равновесия. Основное содержание экономического равновесия – соблюдение соответствия между разными составляющими: стоимостной и материально-вещевой частями общественного продукта, между спросом и предложением на рынке [1].

Равновесие является многофакторным явлением, на которое влияют естественно-географические, социально-политические, экономические и другие факторы.

Впервые состояние равновесия в системе «природа-человек» было охарактеризовано Н.Ф. Реймерсом. В своих работах он предложил несколько определений понятия равновесия, которые сводятся к следующему:

1. Равновесие в системе «природа-человек» является состоянием динамическим (квазистационарным) – система в данном состоянии находится некоторое время или изменяется;

2. Равновесие ограничено в истории человечества давлением государства на среду существования людей, которое еще сохраняет естественные условия жизни человека как вида – существуют границы антропогенного влияния;

3. Равновесие дает максимальный социолого-эколого-экономический эффект на протяжении условно бесконечного времени.

По мнению зарубежных экономистов: государственные и финансовые учреждения должны переориентировать свою деятельность в связи с тем, что экономика вскоре неизбежно столкнется с ограничениями, налагаемыми глобальными процессами. Экономист Герман Дейли (Herman E. Daly) предлагает переходить к новым способам налогообложения, установления процентных ставок, регулирования процессов использования ресурсов и охраны окружающей среды. В своем комментарии экономист Парта Дасгупта (Partha Dasgupta) соглашается с большей частью утверждений Дейли, однако высказывает предположение, что экономика развитых стран уже сейчас намного устойчивее, чем кажется [2].

Среди украинских ученых значительный прогресс в направлении освещения состояния равновесной системы сделали Б. Данилишин и Л. Шостак. В частности, под равновесным устойчивым развитием они понимают «систему общественного производства, в связи с которой достигается оптимальное соотношение между экономическим развитием, нормализацией качественного состояния природной среды, ростом материальных и духовных нужд населения». Российские экономисты В. Данилов-Данильян, К. Лосев, И. Рейф опираются на подход, который позволяет рассматривать человечество как системный элемент биосферы, законы и ограничения которой оно не вправе переступать без катастрофических для себя последствий [3]. Опираясь на разработанную российскими учеными теорию биотической регуляции окружающей среды – поддержания приемлемых для жизни на Земле параметров средствами самой жизни, – авторы развенчивают техногенную концепцию ноосферы. Природа в миллионы раз совершеннее и «умнее» любых человеческих технологий, и единственный способ отвести гроз-

ящую катастрофу – ослабить запредельный антропогенный пресс, от которого страдает на Земле все живое, и освободить «законно» принадлежащее природе место. Именно в этом, в постепенном возрождении хотя бы части разрушенных естественных экосистем, и состоит, по мнению авторов, стратегический нерв того, что принято называть устойчивым развитием.

Теперь устойчивое развитие все чаще понимается как способность к воспроизводству динамического равновесия. Тем не менее, наряду с таким общим признаком, как динамическое равновесие, устойчивое развитие также определяется гармонией (гармонизацией), стабильностью, сбалансированностью и другими признаками.

В нашем понимании состояние динамического равновесия системы предусматривает такое ее состояние, когда она может выйти из присущего ей комфортного состояния под влиянием внешнего воздействия (при минимально безопасном отключении) и возвратиться в качественно лучшее состояние.

По мнению Мельника Л.Г.: «развитие – необратимое, направленное, закономерное изменение системы на основе реализации внутренних присущих ей механизмов самоорганизации. Феномену развития присуща

определенная противоречивость. С одной стороны, оно предполагает способность системы сохранять устойчивость и противодействовать изменениям – без этого не могут быть обеспечены необратимость и направленность. С другой стороны, развитие неразрывно связано со способностью системы к трансформациям. Ведь развитие – это прежде всего изменения» [4].

Итак, динамическое равновесие – состояние переменное, а не постоянное по своей природе. Это состояние объединяет состояния синергетического равновесия: стационарное (в понимании того, что система постоянно находится в состоянии социо-эколого-экономического равновесия) и подвижное (в понимании постоянного изменения параметров системы). То есть динамическое равновесие социо-эколого-экономической (СЭЭ) системы – это состояние стационарно-подвижное по своей природе, которое полностью исключает состояние достижения равновесия и остановку развития. А скорее, наоборот, – постоянное развитие системы с постоянным достижением ею равновесия между социальными, экологическими и экономическими процессами.

Определим основные признаки устойчивого развития СЭЭ системы (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика признаков устойчивости СЭЭ системы

| Признак устойчивости СЭЭ системы | Содержание признака | Особенность |
|---|---|--------------------|
| Равновесие | Достижение состояния динамического равновесия СЭЭ системы | Согласованность |
| Сбалансированность | Достижение оптимального соотношения качественных и количественных характеристик СЭЭ системы | Соотношение |
| Гармоничность | Взаимозависимость между социальной, экономической и экологической сферами системы | Взаимосвязь |

| | | |
|-----------------------|---|---------------------|
| Стабильность | Поддержание на протяжении возможного срока положительных параметров развития СЭЭ системы | Продолжительность |
| Конкурентоспособность | Активизация потенциальных возможностей системы по наращиванию и эффективному использованию конкурентных преимуществ для обеспечения устойчивого его развития, а также внедрение новых достижений научно-технического прогресса в производство, окружающую среду и социальную сферу. | Саморазвитие |
| Безопасность | Использование потенциала СЭЭ системы, способность к самовоспроизведению и недопущению действия дестабилизирующих факторов | Самовоспроизводство |

Обсуждение и результаты. *Концептуальные основы устойчивого развития.*

Рассмотрим основные зарубежные и отечественные разработки в этой сфере. Конференция ООН по вопросам окружающей среды приняла Декларацию, содержащую 27 принципов устойчивого развития. Среди них можно выделить следующие: люди имеют право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой; государство имеет суверенное право на использование своих ресурсов без ущерба окружающей среде; право на развитие должно осуществляться таким образом, чтобы удовлетворять нужды нынешнего и будущих поколений; защита окружающей среды, а также внедрение инноваций и технологий в производство должны иметь целью достижение устойчивого развития и т.п. Именно эти принципы легли в основу всех дальнейших разработок в области устойчивого развития.

Концепция устойчивого развития формировалась в ходе постепенного осознания обществом природоохранных, экономических и социальных проблем, оказывающих влияние на состояние природной среды. Идеи о необходимости устойчивого развития не новы, ведь еще в начале XX века ака-

демик В.В. Вернадский, намного опережая свое время, выдвинул концепцию ноосферы (сферы разума), в основе которой лежит идея гармонизации взаимодействия общества и природы. Он говорил, что «человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой, которая определяет новое геологическое эволюционное изменение биосферы» и предупреждал об опасностях, скрытых в формировании ноосферы.

В наше время концепция устойчивого развития явилась логическим итогом научного и социально-экономического развития, бурно начинавшегося в 1970-е гг., когда вопросам ограниченности природных ресурсов, а также загрязнения природной среды, которая является основой жизни, экономической и любой деятельности человека, было посвящено большое количество научных работ.

Идея устойчивого развития появилась во многом благодаря эффекту, который произвел в 1972 году доклад Римского клуба «Пределы роста» [5]. В этой работе проводился анализ возможного развития цивилизации с учетом потенциального роста популяции, масштабов использования природных ресурсов, экологических проблем. Выводы

были весьма тревожны: если человечество продолжит жить, ничего не меняя, стремясь к максимальному росту, как экономическому, так и популяционному, то уже через 50 лет можно ожидать катастрофических последствий. Одним из экспертов, к которым обратился Римский клуб, и был математик и системный аналитик Дж. Форрестер, создавший новый тип моделей, впоследствии получивших название моделей мировой динамики, также молодой ученый-математик Деннис Медоуз. В таких моделях рассматриваются параметры порядка (наиболее существенные макропеременные, характеризующие мир как целое). В моделях Форрестера в качестве таковых рассматривались население планеты, основные фонды, доля фондов в сельском хозяйстве, уровень загрязнения, количество невозобновляемых природных ресурсов. Для скорости изменения этих ресурсов писались уравнения, их коэффициенты находились так, чтобы наилучшим образом описывать траекторию, пройденную человечеством с 1900 по 1970 год. Далее на этой основе делался прогноз. Результаты компьютерного анализа построенной модели Форрестера и последующих более подробных моделей мировой динамики вызвали шок. Оказалось, что при сохранении сложившихся в XX веке тенденций мировую экономику ждет коллапс примерно к 2050 году.

Несмотря на активное обсуждение концепции устойчивого развития и ряд принятых официальных решений, единство в определении и трактовке этого термина отсутствует. Уже в работе (Pezzey, 1989) приведены более 60 определений устойчивого развития, предложенных разными авторами [6]. Приведем некоторые из более поздних определений: «устойчивое развитие – это такое экономическое развитие, которое не подрывает природную базу для будущих по-

колений и возрастает на душу населения»; «устойчивое развитие – это экономическое развитие, обеспечивающее устойчивость окружающей среды и устойчивый, постоянный экономический рост»; «коэволюция человека и биосферы, т.е. такое взаимоотношение природы и общества, которое допускает их совместное развитие»; «путь максимизации долговременных выгод для человечества», «повышение качества жизни людей, проживающих в пределах поддерживающей емкости экосистем» и т.д. [7]. Развернутое синтетическое определение предлагает Г. Сдасюк: «Устойчивое развитие – это многоуровнево – иерархический управляемый процесс каэволюционного развития природы и общества (при массовом и осознанном участии населения), цель которого – обеспечить здоровую, производительную жизнь в гармонии с природой ныне живущим и будущим поколениям на основе охраны и обогащения культурного и природного наследия».

Следующим весомым достижением на пути утверждения общества являются принципы политики планирования устойчивого развития в Европе, принятые на 12-й сессии Европейской конференции министров, в 2000г. в Ганновере. Ряд ученых выделяют следующие принципы политики устойчивого развития: 1) целеустремленность; 2) научность; 3) иерархичность; 4) распределение прав, обязанностей и ответственности; 5) системность; 6) обеспеченность развития соответствующими ресурсами; 7) объединение отраслевого и территориального подходов к формированию политики устойчивого развития; 8) обратная связь.

Автором предложено определение основных принципов, вместе с тем не определены основные постулаты, по которым должно достигаться равновесие между основными составляющими устойчивого развития.

Б.М. Данилишин и Л.Б. Шостак выделяют следующие принципы:

1) целенаправленная поддержка функционально-компетентной структуры биосферы;

2) стабилизация массы производительных сил, рационализация структуры производства и спроса;

3) соответствие специализации и состава природопользования ландшафтно-зональной организации природы [8]. Авторы сделали акцент на поддержке и стабилизации производительных сил и природопользования. Однако не предложено, каких принципов необходимо придерживаться, чтобы не было диспаритета в социо-эколого-экономической (СЭЭ) системе и деятельность хозяйствующих субъектов проходила слаженно и целеустремленно.

Сложность проблемы устойчивого развития определяет необходимость ее рассмотрения на разных уровнях и в различных аспектах. Реализовать устойчивое развитие в полном объеме можно только на глобальном уровне, поскольку биосфера Земли едина и нарушение требований устойчивого развития в каком-то одном месте вполне способна вызвать глобальные последствия. Именно поэтому необходима координация усилий всех государств в мировом масштабе и принятие общих решений по обеспечению устойчивого развития, обязательных к исполнению всеми странами.

Среди аспектов устойчивого развития следует отметить:

– экологический. Важнейшей стороной понятия устойчивого развития выступает требование отказа от антропогенной нагрузки на природные экосистемы, превышающей их несущую способность (емкость среды). Требование непревышения допустимой нагрузки на окружающую природную среду удобно называть «экологическим

императивом» (Н.Н. Моисеев), нарушение которого способно привести к деградации природных комплексов и экологическим катастрофам;

– экономический. Фактически, понятие устойчивого развития подразумевает переход от постановки задачи охраны природы за счет экономического роста к постановке задачи одновременного обеспечения экономического развития и охраны среды.

Следует подчеркнуть, что условие экологического императива является необходимым, но недостаточным для обеспечения устойчивого развития. Например, В.И. Данилов-Данильян и К.С. Лосев предлагают понимать под устойчивым «такое развитие человечества, при котором не разрушается природная база этого развития, т.е. воспроизводится пригодная для существования человека окружающая среда, поддерживается достаточная ресурсная база, сохраняется геном человека». Но тогда очевидным решением проблемы является стратегия «нулевого роста» – полный отказ от экономического развития ради обеспечения сформулированного экологического императива. В связи этим экологический императив должен быть дополнен экономическим императивом, подразумевающим обеспечение определенного уровня удовлетворения материальных потребностей путем хозяйственной деятельности (производства товаров, оказания услуг, создания инфраструктуры).

Лауреат Нобелевской премии А.Сен обосновал концепцию «человеческого развития», согласно которой требования к условиям жизни должны включать не только уровень дохода, но и удовлетворение других жизненных ценностей: продолжительность жизни, уровня образования и т.п.;

– культурный аспект, играющий исключительно важную роль в распространении идеи устойчивого развития и переходе к ее

практической реализации. Здесь в первую очередь следует отметить многообразие культур населяющих Землю людей, которое обуславливает существенно различное отношение к идее устойчивого развития.;

– социальный аспект, отражающий проблему устойчивого развития с точки зрения различных социальных общностей, структур и институтов, а также охватывающий проблематику политического решения соответствующих вопросов;

– управленческий аспект. Гармонизация условий экономического и экологического развития не может быть достигнута автоматически и требует специальных управленческих усилий. Специалисты подчеркивают, что «адекватное функционирование рыночного механизма во всех сферах деятельности, в том числе и природоохранной, предполагает не только относительную свободу обмена товарами, услугами, ресурсами и т.п., но и включение достаточно жесткого механизма централизованного управления в сферу взаимоотношений человека, общества и биосферы» (Дрейер и Лось). Недостаточность сугубо рыночных мер и необходимость государственного регулирования эколого-экономических взаимодействий особенно настоятельно акцентировал академик Н.Н. Моисеев: «Необходима прежде всего некоторая новая система требований, ограничивающая ту или иную деятельность людей, т.е. ставящая под контроль тот самый рынок, об утверждении которого сегодня так много говорят. Таким образом, государство и в его лице все гражданское общество обязаны эффективно вмешиваться в производственную деятельность, в экономический процесс... И государственное вмешательство требуется еще более жесткое и всеохватывающее, чем экономическая политика Рузвельта во времена великого кризиса 1929-1933 годов. Оно должно стать

действительно всеохватывающим, поскольку разрушение окружающей среды, которое неизбежно произойдет при недостаточной активности государства и его властных начал, обернется бедствием для всех наций» (Моисеев).

Неоднозначность трактовки понятия устойчивого развития вызывает различия в подходах к его реализации (Olson, 1994). Наиболее распространенной остается идея так называемой «природоохранной экономики», в соответствии с которой устанавливаются определенные нормативы качества окружающей среды и квоты на добычу природных ресурсов, которые должны соблюдаться под угрозой экономических (а также административных) санкций. Подход Опекунова означает, что хозяйственное развитие сохраняет прежний экстенсивный характер, а его экологические издержки оплачиваются за счет экономического роста. Этот подход положен в основу формирования национальных стратегий устойчивого развития практически всех высокоразвитых в экономическом отношении стран, готовых платить за сохранение окружающей среды, но не готовых к качественным изменениям экономической деятельности и стандартов потребления во имя устойчивого развития. Опыт функционирования такой экономики показывает, что она вполне способна решать локальные задачи, но плохо справляется с решением экологических проблем на региональном и тем более глобальном уровне. Поэтому предлагаются модификации «природоохранной» экономики, усиливающие ее экологическую направленность (Данилов-Данильян и Лосев).

Другим подходом к решению проблемы устойчивого развития является технологическая трансформация, подразумевающая переход к энерго- и ресурсосбережению, малоотходным технологиям производства,

жесткому контролю над загрязнением. Свообразным манифестом этого направления стала книга «Фактора четыре. В два больше богатства из половины ресурсов», подготовленная как очередной доклад известному Римскому клубу [9].

Авторы этой книги полагают, что возможно обеспечить удвоение выпуска промышленной и сельскохозяйственной промышленности, при этом вдвое сократив затраты энергии и сырья. По-видимому, это направление надо признать наиболее перспективным для настоящего времени.

Современная интерпретация этого подхода – в ускорении смены технологических укладов. И иное содержание экономической эффективности, неотделимое от эколого-экономического равновесия и сбалансирования.

Существует и третий подход к решению проблемы устойчивого развития – переход от количественного роста к качественному развитию, что подразумевает существенную социокультурную трансформацию. Вот тут пару слов, что именно включает в себя эта трансформация, какие ее признаки и показатели, хотя бы в самом общем виде... Ведь мы можем как оптимизировать производство, так и сократить потребление, а социокультурная составляющая будет это «идеологически» «обосновывать».

Этот подход наиболее принципиален и позволяет решить проблему устойчивого развития полностью, но вряд ли может быть осуществлен в ближайшее время при наличии огромных экономических диспропорций между регионами Земли, политической и военной напряженности, односторонне понимаемой глобализации.

В целях достижения устойчивого развития «Государства принимают эффективные законодательные акты в области окружающей среды. При этом, экологические стан-

дарты, цели регламентации и приоритеты должны адекватно отражать состояние среды и условия развития стран, в которых они применяются...» Отсюда фокусируется положение вхождения в состояние устойчивого развития, которое можно определить как: всеобщее законопослушание, поскольку закон и только закон должен определять взаимоотношение между человеком и природой, человеком и обществом, человеком и государством.

Последний, наиболее краткий и, одновременно, емкий тезис, из Доклада Конференции, который необходимо обсудить, звучит так: «Мир, развитие и охрана окружающей среды взаимосвязаны и неразделимы».

Приходится иметь в виду, что переход к устойчивому развитию – весьма сложный, долговременный и многофакторный процесс достижения равновесного взаимодействия между обществом и окружающей природной средой, гармонизации их отношений на основе соблюдения законов функционирования биосферы.

Понятно, что этот процесс не может не затрагивать весь комплекс внутренних проблем развития государства. Он включает в себя вопросы изменения структуры производства и потребления, инвестиционную политику, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, экономической и экологической безопасности, социальной, научно-технической и региональной политики. И конечно же внешнеполитические аспекты, в которых экологические вопросы начинают играть все более заметную роль.

Решение задач в рамках устойчивого развития намечается осуществить с учетом необходимости вывода страны из нынешнего кризиса, при условии коренного улучшения состояния окружающей среды, экологизации хозяйственной деятельности, с учетом

динамично сбалансированных отношений природы, общества и хозяйства.

Устойчивое развитие (sustainable development) – это такое развитие, которое способствует удовлетворению потребности в настоящий момент времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

Устойчивость (sustainability) – это упорядочение (rearrangement) технических, научных, экологических, экономических и социальных ресурсов таким образом, что результирующая система способна поддерживать в состоянии равновесия во времени и пространстве (Хенс и др., 2007) [4].

Приведённое выше определение является основополагающим и наиболее авторитетным. Однако, существует множество других. Ниже приведены некоторые из них:

1. Формулировка Всемирного банка: Устойчивое развитие – это управление совокупным капиталом общества в интересах сохранения и приумножения человеческих возможностей.

2. Формулировка по законодательству РК: Устойчивое развитие – гармоничное развитие производства, социальной сферы, населения и окружающей природной среды.

Рациональное природопользование и устойчивое развитие.

Применение принципов экологии (принципы экологии – это принципы биологической науки о развитии экологических систем), лучше говорить о принципах экологической безопасности или устойчивого развития... в индустрии – строительной, металлургической, химической, лесной, транспортной, сельскохозяйственной – имеет своей целью грамотное, не истощающее, бережливое, не агрессивное обустройство искусственной среды обитания (ИСО) человека в окружении, во взаимодействии

с естественной средой обитания (ЕСО), и достижение экологического равновесия как между этими системами, так и между их составляющими. Решать конкретные вопросы рационального природо-пользования, определять допустимые нагрузки на окружающую среду, разрабатывать методы управления природными системами и способы экологической модернизации различных видов деятельности человека призвана Прикладная экология.

Применение принципов экологии (редакционно неудачно) и стратегии устойчивого развития во всех сферах жизни общества – это эволюция общественного сознания от инфантилизма, от слепоты концептуальной и методологической к разумности и совместной эволюции человека и природы.

Задачи, принципы и сферы действия: снижение всех типов выбросов; переработка и повторное использование материалов и ресурсов; контроль за качеством атмосферы городов и зданий; комплексные меры по снижению потребления энергии; повышение эффективности потребления воды; комплексное развитие территории; рациональное потребление; восстановление природного баланса флоры и фауны.

Показателями экологического баланса являются: чистый воздух, чистая вода, чистые города, естественное состояние климата, естественное состояние почвы и лесов, преобладание органики в массовом потреблении пищи, товаров и услуг.

Для понимания сути экологического баланса полезно рассмотреть глобальные интересы природы и общества, их «кредитные отношения», которые можно выразить в понятии «экологического долга» (ЭД) – задолженности общества перед природой.

Экологизация хозяйствования, согласно О.А. Веклич, достижима благодаря экологической перестройке экономических от-

ношений через внедрение эффективного экономического механизма экологического регулирования. Экономический механизм экологического регулирования О.А. Веклич рассматривает как систему стимулирующих инструментов (рычагов), которая управляет экономическим поведением субъектов хозяйствования, ориентируя их на осуществление ресурсосберегающих мер, в результате чего достигается эколого-экономическая сбалансированность общественного производства и повышается качество окружающей природной среды. В общем значении процесс экологизации включает следующие основные моменты: рационализацию природопользования на основе согласования экономических и экологических интересов хозяйствующих субъектов, разрешение возникающих эколого-экономических противоречий; создание экономического механизма экологизации производства во всех сферах экономики в соответствии с разработанной социально-экологической политикой; снижение влияния дестабилизирующих факторов на состояние окружающей среды путем проведения экологических мероприятий.

Природный капитал – это: ресурсы, которые человечество черпает из недр земли, вода, используемая в промышленности и в быту, почва, возделывая которую мы получаем с/х продукцию для пищи и прокорма скота, атмосфера, воздух, которым мы дышим, газы, необходимые для протекания химических реакций в промышленности, флора и фауна, живое вещество.

Возросшая интенсивность и масштаб человеческой деятельности приводит к нарушению экологического баланса, к увеличению ЭД. Понятие же «процентов по ЭД» – это, прежде всего, упущенный вследствие загрязнения и разрушения природной среды национальный доход, потраченный на лик-

видацию нанесенного ущерба, это финансовое покрытие ЭД последующим поколением.

За два десятилетия развития концепции Устойчивого развития был достигнут крайне незначительный прогресс с учётом происходящего дальнейшего обострения проблем нищеты и ухудшения экологической обстановки. Мировому сообществу требуются не новые философские и экономические споры или дебаты по вопросам политики и дележа, а принятие руководителями корпораций и государств, а также любых других лидеров на самом высоком уровне и повсеместно практических мер и достижение результатов во всех четырёх описанных выше областях.

Выводы. Устойчивое развитие есть непрременное условие и, одновременно, следствие внутренней политики и глобального партнерства государств в решении социальных, экономических и экологических проблем, удовлетворения потребностей людей и народов в материальном и духовном благополучии и благоприятном состоянии природы.

Устойчивое развитие предполагает повышение качества жизни всего населения планеты без увеличения масштабов использования природных ресурсов до степени, превышающей возможности Земли как экологической системы. Усилия по формированию устойчивого образа жизни предполагают комплексный подход к деятельности в трех ключевых областях или в трех измерениях: Экономический рост и справедливость – применение комплексного подхода к стимулированию долгосрочного экономического роста. Сохранение природных ресурсов и охрана окружающей среды – поиск экономически приемлемых решений проблемы сокращения потребления ресур-

сов, прекращения загрязнения окружающей среды и сохранения природной среды обитания. Социальное развитие – удовлетворение потребностей людей в рабочих местах, продовольствии, образовании, энергии, медицинской помощи, воде и санитарии; бе-

режное отношение к богатому культурному и социальному разнообразию и соблюдение прав граждан; обеспечение возможностей всех членов общества участвовать в принятии решений, влияющих на их дальнейшую судьбу.

Литература

1. Кондратьев К.Я., Романюк Л.П. Устойчивое развитие: концептуальные аспекты//Изв. Русского географ. Общества. – 1996. – Т 128. – В6. – с.1-12
2. McConell J., Servaes H. Additional Evidence on Equity Ownership and Corporate Value||Journal of Financial Economics.– 1990.– V17. – s.595-612
3. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М., 2000. Учебное пособие. – М.: Прогресс-Традиция. – 2000. – 416 с.
4. Мельник Л.Г., Хенс Л. Социально-экономический потенциал устойчивого развития- 2-е изд., стер.-Сумы. – «Университетская книга». – 2007.-1120 с
5. Угольницкий Г.А. Иерархическое управление устойчивым развитием. – Монография. – М.– 2010. –336 с.
6. Pezzey J. Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development. The World Bank, 1989. – 72 с.
7. Данилов-Данильян В. И., Лосев К.С., Рейф И. Перед главным вызовом цивилизации. Взгляд из России. – Книга. – М.:ИНФРА. –2005. – 224 с.
8. Данилишин Б.М., Шостак Л.Б. Устойчивое развитие в системе природно-ресурсных ограничений.- Киев.:СОПС Украины НАНУ– 1999. – 367 с.
9. Вайцзекер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. «Фактор Четыре: Затрат-половина, отдача-двойная. Новый доклад Римскому клубу», М:Академия. – 2000. – 239 с.

Referens

1. Kondrat'ev K.YA., Romanyuk L.P. Ustojchivoe razvitie: konceptual'nye aspekty//Izv. Russkogo geograf. Obshchestva. – 1996. – Т 128. – V6. – s.1-12
2. McConell J., Servaes H. Additional Evidence on Equity Ownership and Corporate Value||Journal of Financial Economics. – 1990. – V17. – s.595-612
3. Danilov-Danil'yan V.I., Losev K.S. Ekologicheskij vyzov i ustojchivoe razvitie. M., 2000- Uchebnoe posobie. – М.: Progress-Tradiciya. – 2000. – 416 s.
4. Mel'nik L.G., Hens L. Social'no-ekonomicheskij potencial ustojchivogo razvitiya- 2-e izd., ster.-Sumy.- «Universitetskaya kniga». – 2007.-1120 s.
5. Ugol'nickij G.A. Ierarhicheskoe upravlenie ustojchivym razvitiem. – Monografiya. – М. – 2010. – 336 s.
6. Pezzey J. Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development. The World Bank, 1989. – 72 с.

7. Danilov-Danil'yan V. I., Losev K.S. ,Rejf I. Pered glavnym vyzovom civilizacii. Vzglyad iz Rossii. – Kniga.-M.:INFRA. – 2005. – 224 s.
8. Danilishin B.M., SHostak L.B. Ustojchivoe razvitie v sisteme prirodno-resursnyh ogranicenij.- Kiev.:SOPS Ukrainy NANU– 1999. – 367 s.
9. Vajczekker E., Lovins E., Lovins L. «Faktor CHetyre: Zatrata-polovina, otдача-dvojnaya. Novyj doklad Rimskomu klubu», M:Akademiya. – 2000. – 239 s.

**Портрет интеллекта.
ПАМЯТИ АЛМЫ УРАЗАЛИНОВОЙ ПОСВЯЩАЕТСЯ**

Всемирный банк в Вашингтоне (США) увековечил имя казахстанки
Алмы Уразалиновой



*Прошло 6 лет с кончины любимой сестры Алмы,
Бывшего сотрудника Всемирного банка.
Мы стараемся не говорить о ней в прошедшем времени.
Ведь память о ней жива – в наших сердцах навсегда остались ее улыбка и доброта.
Яркая жизнь Алмы Уразалиновой-пример для молодежи.
Мы расскажем ее вдохновляющую историю...*

Алма – первая выпускница программы «Болашак» из Казахстана, которая была принята на работу в международную финансовую корпорацию Всемирного банка.

22 декабря 2015 года ее не стало... Алма слишком рано ушла из жизни.

Спустя менее чем через год – 29 сентября 2016 года – в честь Алмы Уразалиновой открыли конференц-зал в отделе казначейства и синдикации международной финансовой корпорации Всемирного банка. Церемонию открыл вице-президент Джиндонг Хуа. Во время своего выступления он особо отметил высокий профессионализм Алмы.

Это событие стало данью памяти и уважения со стороны Всемирного банка, оценкой ее блестящей работы. Открытие именного конференц-зала – это престиж для всего государства, показатель высокого профессионализма выпускницы Международной программы «Болашак», учрежденной Первым Президентом Казахстана.

За время своей работы она показала себя профессиональным и эффективным сотрудником. Ее знания и неординарные качества позволили компании значительно увеличить свою прибыль.

История нашей Алмажан

Алма родилась в 1966 году в Тюменской области Российской Федерации. Алмажан, так ее нежно называли родители, росла в большой, дружной и заботливой семье в окружении пяти сестер. Именно семья стала настоящей школой жизни. Дома научили главному – нужно быть настоящим человеком, прожить честную жизнь. Мы все хорошо усвоили этот главный урок и продолжаем следовать ему, следовала и наша Алмажан.

Ее уникальные и незаурядные качества начали проявляться еще в раннем детстве. Она росла любознательным ребенком, очень рано научилась читать сама по газетам – «Правда», «Известия».

Однажды во время прогулки по городу она удивила отца чтением вывесок. Алмажан буквально засыпала и просыпалась в обнимку с книгой. Настоящей страстью стали математика и шахматы.

Алмажан получила блестящее образование.

1982-1987 гг. – учеба в Московском институте управления по специальности «Автоматизированные системы управления». Получила диплом с отличием, ей была присвоена квалификация инженера – экономиста по АСУ.

1987-1989 гг. после окончания института была направлена на работу в Петропавловск, на машиностроительный завод им. В.И. Ленина в качестве инженера-менеджера.

1989-1993 гг. – учеба в очной аспирантуре Московского Государственного университета им. М.В. Ломоносова, экономический факультет. Будучи аспиранткой, она выступала с докладами на международных конференциях. После окончания аспирантуры, защитила докторскую диссертацию, Алме была присвоена степень доктора философии – Ph.D по специальности – экономист.

1994-1996 гг. – учеба в Массачусетском технологическом институте, школа бизнеса «СЛОАН» по программе «Болашак». Получила диплом с отличием в области экономики и бизнеса.

В период обучения по программе Эдмунда Маски открывается

международная стипендия «Болашак». Алма успешно проходит конкурс и заслуженно получает стипендию. Вскоре начальник управления международного сотрудничества Министерства образования А. Алмасов назовет ее восходящей звездой на экономическом небосклоне Казахстана.

«Прекрасно складывается творческая, научная биография, например, Алмы Уразалиновой. Наша «северянка» получила диплом с отличием Московского института управления. Сейчас она обучается в Массачусетском технологическом институте, по специальности «Финансы и международный менеджмент», – сказал Алмасов.

Алмажан стала первой студенткой Казахстана и всего СНГ, которую приняли в школу бизнеса «СЛОАН», Массачусетского технологического института. В дальнейшем директор школы Давид Вебер напишет письмо в Министерство образования с восторженными эпитетами в адрес Алмы.

После завершения учебы ее, как отличника из топового университета, на интервью и тестирование пригласил Всемирный Банк. Отбор был жестким. Первоначально выбрали 100 претендентов, из 100 – 50, из 50 – 10, из них прошли 5 человек. В конечном результате из 5-ти выбрана была именно Алма Уразалинова. Она опередила лучших из лучших.

1996-2015гг. – работа в международной финансовой корпорации Всемирного банка.

Алма стала первой казашкой, которая буквально покорила главный международный финансовый центр. Она стала незаменимым сотрудником Всемирного банка. Ей поручали самые ответственные проекты, потому что были уверены в успешной реализации задачи любой сложности.

Коллеги высоко ценят заслуги казахстанки Алмы Уразалиновой и отмечают, что она блистала прекрасными знаниями и эрудицией.

«В общении всегда была проста, вы никогда бы не догадались о ее статусе, о количестве ее ученых степеней, о тех вершинах, которые она покорила. Ей были свойственны человечность и подлинная доброта. Она могла бы работать на Уолл-Стрит и вообще, где угодно, но она выбрала путь борьбы с бедностью и нищетой», – сказала ее коллега Джейн Клемент.

«Я проработала с Алмой более 12 лет. Она по-прежнему является большой частью нашей большой семьи. Она была превосходным профессионалом и большим другом каждого из нас. Нам очень ее не хватает», – добавила Олимпия Аджино.

«Она вообще была в своей области незаменима. У нее был такой талант к цифрам, финансам. Она даже уже на смертном одре, можно сказать, после операции, когда была в тяжелом состоянии, просила формулы математические решать. Ей приносили формулы математические, и она сидела и решала. Для нее это было расслабление. Она отвлеклась этим. Алма была уникальным чело-

веком, удивительным специалистом в своем деле», – отметила Зауре Швейд.

Коллеги называют Алму первооткрывателем. Она первой решалась выстраивать взаимоотношения с банками, реализовывать сложные проекты в развивающихся странах. Сегодня в конференц-зале имени Алмы Уразалиновой принимаются важные решения по поддержке развивающихся стран, а это означает, что миссия нашей Алмажан, выпускницы программы «Болашак» – продолжается.

Мы также благодарны **министерству экономики**, бывшему министру Тимуру Сулейменову, который во время официального визита в Вашингтон в апреле 2018 г посетил Конференц-зал в честь Алмы Уразалиновой и подарил картину казахстанского художника.

Мы с благодарностью и щемящей в сердце тоской, вспоминаем ее поступки, дела и мудрые советы, с которыми она делилась. Нам так не хватает Алмажан. Не верится, что ее нет с нами. Ее естественный, интеллигентный и скромный образ, особенно пронизательный взгляд останутся в нашей памяти навсегда.

**Автор: Рабига Баимбетова,
сестра Алмы Уразалиновой,
кандидат философских наук,
профессор.**

**Обладатель международной
стипендии «Болашак»,
Почетный работник образования РК**

Редактор: Р. А. Жанбаев
Верстка на компьютере: А. Алмасқызы
Подписано в печать 29.06.2021 г.
Издание АО «КазУТБ»

010000, Нур-Султан, Казахстан,
ул. КайымаМухамедханова, 37 А,
телефон рабочий + (7172) 279233 (134)
E-mail: journal.vestnik.kazutb@mail.r

