



ISSN 1728-7901

Индекс 74231

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық  
университеті

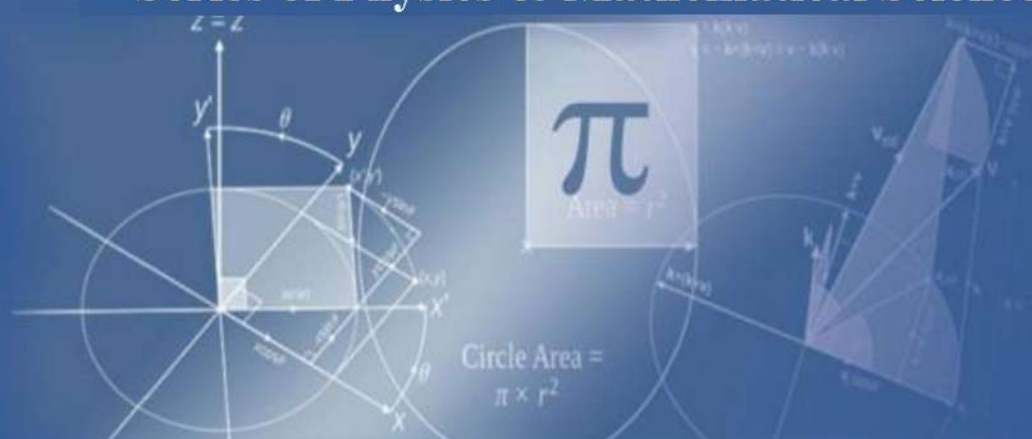
Казахский национальный педагогический  
университет имени Абая

# ЖАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

«Физика-математика ғылымдары» сериясы

серия «Физико-математические науки»

Series of Physics & Mathematical Sciences



№ 1 (73)

2021

$$E=mc^2$$

ISSN 1728-7901

Индекс 74231

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті  
Казахский национальный педагогический университет имени Абая  
Abai Kazakh National Pedagogical University

# ХАБАРШЫ

«Физика-математика ғылымдары» сериясы  
Серия «Физико-математические науки»  
Series of Physics & Mathematical Sciences  
№1(73)

Алматы, 2021

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

**ХАБАРШЫ**  
«Физика-математика ғылымдары»  
сериясы №1(73), 2021 ж.

**Бас редактор:**  
ф.-м.ғ.д. М.А. Бектемесов

**Редакция алқасы:**

**Бас ред.орынбасары:**  
т.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі Г.Уалиев,  
п.ғ.д., Е.Ы. Бидайбеков,  
ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі В.Н. Косов,  
ф.-м.ғ.д. М.Ж. Бекпатшаев

**Жауапты хатшылар:**  
п.ғ.к. Ш.Т. Шекербекова,  
п.ғ.к. Г.А. Абдулкаримова

**Редакциялық алқа мүшелері:**  
Dr.Sci. К.Алихан (Japan),  
Phd.d. А.Сабата (Spain),  
Phd.d. Е.Ковачева (Bulgaria),  
Phd.d. М.Ружанский (England),  
п.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі  
А.Е. Абылкасымова,  
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі Е.Амиргалиев,  
ф.-м.ғ.д. А.С. Бердышев,  
т.ғ.д. С.Г. Григорьев (Ресей),  
п.ғ.д. В.В. Гриншкун (Ресей),  
ф.-м.ғ.д. С.И. Кабанихин (Ресей),  
ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі  
М.Н. Калимолдаев,  
ф.-м.ғ.д. Ф.Ф. Комаров  
(Республика Беларусь),  
т.ғ.д. М.К. Кулбек,  
п.ғ.д. М.П. Лапчик (Ресей),  
ф.-м.ғ.д. В.М. Лисицин (Ресей),  
п.ғ.д. Э.М. Мамбетакунов  
(Қырғыз Республикасы),  
ф.-м.ғ.д. С.Т. Мухамбетжанов  
п.ғ.д. Н.И. Пак (Ресей),  
ф.-м.ғ.д. С.Қ. Сахиев,  
п.ғ.д. Б.Д. Сыдықов,  
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі А.К. Тулешов,  
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі З.Г. Уалиев,  
т.ғ.к. Ш.И. Хамраев

© Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2021

Қазақстан Республикасының Ақпарат министрлігінде тіркелген  
№ 4824 – Ж - 15.03.2004  
(Журнал бір жылда 4 рет шығады)  
2000 жылдан бастап шығады

Басуға 29.03.2021 қол қойылды  
Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 26,75 е.б.т.  
Таралымы 300 дана. Тапсырыс 90.

050010, Алматы қаласы,  
Достық даңғылы, 13  
Абай атындағы ҚазҰПУ-ің "Ұлағат" баспасы

**М а з м ұ н ы**  
**С о д е р ж а н и е**  
**С o n t e n t**

**МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ**  
**ӘДІСТЕМЕСІ**  
**МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ**  
**МАТЕМАТИКИ**  
**MATHEMATICS. METHODS OF TEACHING**  
**MATHEMATICS**

<b>Assanova A.T., Shynarbek Ye., Iskandarov S.</b> The parameter identification problem for system of differential equations .....	7
<b>Исахов А., Искендір Қ.</b> Математическое моделирование переноса нефти и нефтепродуктов на водной поверхности....	14
<b>Искакова Н.Б., Алиханова Г.С., Дүйсен А.Қ.</b> Параметрі бар интеграл-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықтық шеттік есепті шешудің бір әдісі туралы.....	23
<b>Махмудова Ш.Д., Уразғалиева А.Н.</b> Главная функция Гамильтона и необходимые условия существования ситуации равновесия в форме уравнений Гамильтона-Якоби .....	32
<b>Мынжасарова М.Ж., Ақпаева А.Б., Лебедева Л.А.</b> Жаңартылған білім беру мазмұны бойынша бастауыш сынып математика курсындағы "Жиын. Логика элементтері" бөлімін оқып үйренудің ерекшеліктері .....	42
<b>Нурбаева Д.М., Нурмухамедова Ж.М., Ерженбек Б., Насирова Д.М.</b> О методике обучения решению текстовых задач в курсе алгебры .....	50
<b>Рабинович Б.В., Туяков Е.А., Микаилова К.Д.</b> Метод ошибок при организации изучения темы «Сечения многогранников» .....	56
<b>Сартабанов Ж.А., Шәукенбаева А.Қ., Жұмағазиев Ә.Х., Дуясова А.А.</b> Мектепте дифференциалдық теңдеулерді оқытудың әдістемесін бейімдеу мәселесі .....	62
<b>Темешева С.М., Абдимананова П.Б., Борисов Д.И.</b> Об одном методе решения семейства нелинейных краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений .....	70
<b>Әлімбаева Г.Б., Тұрғанова М.М.</b> Жоғары оқу орындарында физика курсының оқытуда студенттердің зерттеушілік мәдениетін қалыптастыру .....	76
<b>Vaimolda D., Cechak T., Shyngysova Sh.</b> Determination of ash content in coal by X-ray fluorescence analysis .....	82

Казахский национальный педагогический университет имени Абая

ВЕСТНИК  
Серия «Физико-математические науки»  
№ 1 (73), 2021 г.

Главный редактор:  
д.ф.-м.н. Бектемесов М.А.

Редакционная коллегия:

Зам.главного редактора:  
д.ф.-м.н., академик НАН РК Уалиев Г.,  
д.п.н. Бидайбеков Е.Ы.,  
д.ф.-м.н., член-корр. НАН РК Косов В.Н.,  
к.ф.-м.н. Бекпатшаев М.Ж.

Ответ. секретари:  
к.п.н. Шекербекова Ш.Т.,  
к.п.н. Абдулкаримова Г.А.

Члены редколлегия:  
Dr.Sci. Alimhan K. (Japan),  
Phd.d. Sabada A. (Spain),  
Phd.d Kovatcheva E. (Bulgaria),  
Phd.d. Ruzhansky M. (England),  
д.п.н., академик НАН РК Абылкасымова А.Е.,  
д.т.н., член-корр. НАН РК Амиргалиев Е.,  
д.ф.-м.н. Бердышев А.С.,  
д.т.н. Григорьев С.Г. (Россия),  
д.п.н. Гриншкун В.В. (Россия),  
д.ф.-м.н. Кабанихин С.И. (Россия),  
д.ф.-м.н., академик НАН РК  
Калимолдаев М.Н.,  
д.ф.-м.н. Комаров Ф.Ф.  
(Республика Беларусь),  
д.т.н. Кулбек М.К.,  
д.п.н. Лапчик М.П. (Россия),  
д.ф.-м.н. Лисицин В.М. (Россия),  
д.п.н. Мамбетакунов Э.М.  
(Киргизская Республика),  
д.ф.-м.н. Мухамбетжанов С.Т.,  
д.п.н. Пак Н.И. (Россия),  
д.ф.-м.н. Сахiev С.Қ.,  
д.п.н. Сыдықов Б.Д.,  
д.т.н., член-корр. НАН РК Тулешов А.К.,  
д.т.н., член-корр. НАН РК Уалиев З.Г.,  
к.т.н. Хамраев Ш.И.

© Казахский национальный педагогический университет им. Абая, 2021

Зарегистрирован в Министерстве информации  
Республики Казахстан,  
№ 4824 - Ж - 15.03.2004  
(периодичность – 4 номера в год)  
Выходит с 2000 года

Подписано в печать 29.03.2021.  
Формат 60x84 1/8. Об. 26,75 уч.-изд.л.  
Тираж 300 экз. Заказ 90.

050010, г. Алматы, пр. Достык, 13,  
Издательство «Ұлағат» КазНПУ им. Абая

Kaliyeva A.A. The analysis of research results of student evaluations when considering the section "Electromagnetism" in universities ..... 85

Қасенова Л.Ғ., Еңсебаева Г.С., Шүйтенов Г.Ж. Гравитациялық өрістің физика-математикалық моделін құру .. 91

Kinzhebayeva D.A., Kinzhebayeva A.S. Research of the operation principle of of the multiplexer and demultiplexer using modern pedagogical training technologies ..... 96

Косов В.Н., Мукамеденкызы В., Юлдашева З.З., Хасеинова А. Үшкомпонентті газ қоспаларындағы конвективті ағыстарды сандық модельдеу әдісімен зерттеу ... 103

Құлбек М., Джаксигельдинова Э. Пішіндері күрделі кеуек үлгілердің көлемі мен тығыздығын анықтап зерттеу..... 110

Уалиев З.Г., Уалиев Г. Синтез механизмов высоких классов переменной структуры на основе динамического анализа..... 114

Шоканов А.К., Евниев Б.Е., Оспанбеков Е.А., Алғазы Ұ.П., Жұмақын С. «Мессбауэр эффектсі» физикалық құбылысы..... 120

ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚИТУ  
ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ  
ИНФОРМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ  
ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
COMPUTER SCIENCE. METHODS OF TEACHING  
COMPUTER SCIENCE. INFORMATIZATION OF  
EDUCATION

Ахметов Б.С., Исайкин Д.В., Береке М.Б. Методы машинного обучения для повышения качества изображений с камер видеонаблюдения на железнодорожном транспорте ... 126

Байдалина А.Р., Боранбаев С.А. Python тілінде деректер құрылымдарының алгоритмдерін программалау ..... 134

Бактыбаев Ж.Ш., Тұрысбекова М.С. Болашақ педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығын қалыптастырудың әдістемелік негіздері ..... 142

Балакаева Г.Т., Базарбек Ж.П. Кәсіпорынды басқару ақпараттық жүйесі үшін қолданбалы модульдерді әзірлеу ..... 152

Бидайбеков Е.Ы., Босова Л.Л., Ошанова Н.Т. Обучение школьной информатике в условиях цифровизации образования ..... 161

Bogdanchikov A.V., Baimuratov O.A., Ayazbayev D.A. Stemming of kazakh language ..... 169

Zakirova A.B., Koshanova D.K., Akhayeveva Zh.B. Identifying competencies in designing the educational program «Smart City».. 174

**Abai Kazakh National  
Pedagogical University**

**BULLETIN**  
**Ser. Physics & Mathematical Sciences**

**№ 1 (73), 2021.**

**Editor-in-Chief**  
*Dr. Sci.* **Bektemesov M.A.**

**Deputy Editor-in-Chief:**  
*Dr. Sci., Academician of NAS RK* **Ualiyev G.**,  
*Dr. Sci. (Ped.)*, **Bidaibekov Ye.Y.**,  
*Dr. Sci., Corresponding member*  
*of the NAS of RK* **Kosov V.N.**,  
*Cand.Sci.* **Bekpatshayev M.Zh.**

**Responsible editorial secretary:**  
*Cand. Sci. (Ped.)* **Shekerbekova Sh.**  
*Cand. Sci. (Ped.)* **Abdulkarimova G.A.**

**Editorial board:**

*Dr.Sci.* **Alimhan K.** (Japan),  
*Phd.d.* **Cabada A.** (Spain),  
*Phd.d* **Kovatcheva E.** (Bulgaria),  
*Phd.d.* **Ruzhansky M.** (England),  
*Dr. Sci. (Ped.), Academician NAS of RK*  
**Abylkasymova A.Ye.**,  
*Dr.Sci.(Engineering), Corresponding member*  
*of the NAS of RK* **Amirgaliyev Ye.**,  
*Dr. Sci.* **Berdyshev A.S.**  
*Dr.Sci.* **Grigoriev S.G.** (Russia),  
*Dr.Sci.* **Grinshkun V.V.** (Russia),  
*Dr.Sc.* **Kabanikhin S.I.** (Russia),  
*Dr. Sci., Academician of the NAS of RK*  
**Kalimoldayev M.N.**,  
*Dr. Sci.* **Komarov F.F.**, (Republic of Belarus),  
*Dr.Sci.(Engineering)* **Kulbek M.K.**,  
*Dr. Sci. (Ped.)* **Lapchik MP** (Russia),  
*Dr. Sci.* **Lisicin V.M.** (Russia),  
*Dr. Sci. (Ped.)* **Mambetkunov E.M.**  
(Kyrgyz Republic),  
*Dr. Sci.* **Mukhambetzhanov S.T.**,  
*Dr. Sci. (Ped.)* **Pak N.I.** (Russia),  
*Dr.Sc.* **Sakhiev S.K.**,  
*Dr. Sci. (Ped.)* **Sydykov B.D.**,  
*Dr.Sci.(Engineering), Corresponding member*  
*of the NAS of RK* **Tuleshov A.K.**,  
*Dr. Sci., Corresponding member*  
*of the NAS of RK* **Ualiyev Z.G.**,  
*Cand. Sci.* **Khamraev Sh.I.**

© **Abai Kazakh National Pedagogical  
University, 2021**

Registered in the Ministry of Information of the  
Republic of Kazakhstan,  
№ 4824 - Ж - 15.03.2004  
(Periodicity: 4 issues per year)  
Published since 2000

Signed to print 29/03/2021  
Format 60x84 1/8. Vol. 26,75 p.  
Printing 300 copies. Order 90.

Publishing and Editorial:  
050010, 13 Dostyk av., Almaty, Kazakhstan  
Publisher "Ulagat" Abai KazNPU

**Кенжегулова С.Б., Сейдалиева Г.О., Абдулкаримова Г.А.,  
Гусманова Ф.Р.** Қашықтан оқыту жағдайында жоғары оқу  
орындарында студенттердің өзіндік жұмыстарын  
ұйымдастыру және басқару ..... 178

**Неверова Е.Г.** Проблема девальвации профессионального IT-  
образования и возможные пути решения ..... 185

**Сарсимбаева С.М., Мукашева М.У., Корнилов Ю.В.,  
Омирзакова А.А.** О внедрении технологий виртуальной и  
дополненной реальности в школу ..... 190

**Турганбаева А.Р., Шахан А.Е.** Жоғарғы оқу орындарын  
цифрландыру процессінде туындайтын тәуекелдерге шолу ..... 198

**Тұрдыбек А.А., Абдилдаева А.А.** Информатика пәнінде  
виртуальды интерактивті органы қолдану ..... 203

# МАТЕМАТИКА. МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МАТЕМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ MATHEMATICS. METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

МРНТИ 27.29.19, 27.37.17  
УДК 517.927, 517.977.1/5

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.01>

## THE PARAMETER IDENTIFICATION PROBLEM FOR SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

Assanova A.T.<sup>1\*</sup>, Shynarbek Ye.<sup>1,2</sup>, Iskandarov S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Mathematics and Mathematical Modeling  
of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>3</sup>*Institute of Mathematics of National Academy of Science of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic*

\*e-mail: [anartasan@gmail.com](mailto:anartasan@gmail.com)

### Abstract

In this paper, the parameter identification problem for system of ordinary differential equations is considered. The parameter identification problem for system of ordinary differential equations is investigated by the Dzhumabaev's parametrization method. At first, conditions for a unique solvability of the parameter identification problem for system of ordinary differential equations are obtained in the term of fundamental matrix of system's differential part. Further, we establish conditions for a unique solvability of the parameter identification problem for system of ordinary differential equations in the terms of initial data. Algorithm for finding of approximate solution to a unique solvability of the parameter identification problem for system of ordinary differential equations is proposed and the conditions for its convergence are setted. Results this paper can be use for investigating of various problems with parameter and control problems for system of ordinary differential equations. The approach in this paper can be apply to the parameter identification problems for partial differential equations.

**Keywords:** parameter identification problem, system of ordinary differential equations, Dzhumabaev's parametrization method, algorithm, parameter, unique solvability.

### Аңдатпа

А.Т. Асанова<sup>1</sup>, Е. Шынарбек<sup>1,2</sup>, С. Искандаров<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі Математика және математикалық модельдеу институты, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup> ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup> Қырғыз Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының Математика институты, Бішкек қ.,  
Қырғыз Республикасы

## ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН ПАРАМЕТРДІ ИДЕНТИФИКАТТАУ ЕСЕБІ

Бұл жұмыста жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін параметрді идентификаттау есебі қарастырылады. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін параметрді идентификаттау есебі Джумабаевтың параметрлеу әдісімен зерттеледі. Алдымен, жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін параметрді идентификаттау есебінің бірімәнді шешілімділік шарттары жүйенің дифференциалдық бөлігінің фундаменталдық матрицасы терминінде алынады. Одан кейін біз жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін параметрді идентификаттау есебінің бірімәнді шешілімділік шарттарын бастапқы берілімдер терминінде тағайындаймыз. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін параметрді идентификаттау есебінің жуық шешімін табу алгоритмі ұсынылады және оның жинақтылығы шарттары орнатылады. Осы мақаланың нәтижелері жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көптеген параметрі бар есептерді және басқару есептерін зерттеуге пайдалануға болады. Бұл мақалада ұсынылған әдіс дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер үшін параметрді идентификаттау есептерінде қолданыс табуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** параметрді идентификаттау есебі, жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі, Джумабаевтың параметрлеу әдісі, алгоритм, параметр, бірімәнді шешілімділік.

Аннотация

А.Т. Асанова<sup>1</sup>, Е. Шынарбек<sup>1,2</sup>, С. Искандаров<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт математики и математического моделирования Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Институт Математики НАН Кыргызской Республики г. Бишкек, Кыргызская Республика

## ЗАДАЧА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРА ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В данной работе рассматривается задача идентификации параметра для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача идентификации параметра для системы обыкновенных дифференциальных уравнений исследуется методом параметризации Джумабаева. Сначала, условия однозначной разрешимости задачи идентификации параметра для системы обыкновенных дифференциальных уравнений получены в терминах фундаментальной матрицы дифференциальной части системы. Затем мы устанавливаем условия однозначной разрешимости задачи идентификации параметра для системы обыкновенных дифференциальных уравнений в терминах исходных данных. Предлагается алгоритм нахождения приближенных решений задачи идентификации параметра для системы обыкновенных дифференциальных уравнений и устанавливаются условия его сходимости. Результаты этой работы могут быть использованы для исследования различных задач с параметром и задач управления для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Предлагаемый в данной работе метод может быть применен к исследованию задач идентификации параметра для дифференциальных уравнений в частных производных.

**Ключевые слова:** задача идентификации параметра, система обыкновенных дифференциальных уравнений, метод параметризации Джумабаева, алгоритм, параметр, однозначная разрешимость.

### Introduction.

As well-known, the parameter identification problem arises in the various processes of economics and econometrics, when the value of one or more parameters in an economic model cannot be determined from observable variables. It is closely related to non-identifiability in statistics and econometrics, which occurs when a statistical model has more than one set of parameters that generate the same distribution of observations, meaning that multiple parameterizations are observationally equivalent.

The parameter identification problems of various type are studied by many authors (in [1-8] can be seen bibliography and overview). For solving these problems are used different methods and approaches.

Conditions of solvability, unique solvability and continuous dependence from the initial data are established in the different terms. Despite this, finding effective conditions for the solvability of the parameter identification problem for systems of differential equations remains open and relevant.

In the present paper we propose a new approach for the study and solving of the parameter identification problem for the system of differential equations based on the Dzhumabaev's parameterization method [9-20].

The method was originally offered in [9, 10] for solving two-point boundary value problems for a linear differential equation. The method consists in partition of the interval apart, the introduction of additional parameters and reducing the original problem to the equivalent multi-point boundary value problem with parameters. The algorithms for finding a solution to the equivalent boundary value problem are constructed. The conditions for convergence of the algorithms that ensure the unique solvability of two-point boundary value problem with parameter are obtained. Coefficient criteria for unique solvability of considered problem are established in the terms of some matrix composed by the initial data.

### Statement of problem.

On the interval  $[0, T]$  we consider identification parameter problem for system of differential equations of first order in the following form

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t)\mu + f(t), \quad t \in [0, T], \quad x \in R^n, \quad \mu \in R^n, \quad (1)$$

$$x(0) = x_0, \quad (2)$$

$$x(T) = x_1, \quad (3)$$

where  $x(t) = colon(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$  is unknown vector function,  $\mu$  is unknown vector, the  $(n \times n)$  matrices  $A(t)$ ,  $B(t)$ , and  $n$  vector function  $f(t)$  are continuous on  $[0, T]$ ,  $x_0$ ,  $x_1$  are constant vectors.

A pair  $(x^*(t), \mu^*)$  is called a solution to problem (1)–(3), if:

i) the function  $x^*(t)$  is continuous and continuously differentiable on  $[0, T]$ ,  $\mu^* \in R^n$ ;

ii) it satisfies of the following system

$$\frac{dx^*}{dt} = A(t)x^* + B(t)\mu^* + f(t);$$

iii) the following equalities are fulfilled:  $x^*(0) = x_0$ ,  $x^*(T) = x_1$ .

For solve problem (1)–(3) we use a fundamental matrix of system

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x. \quad (4)$$

Let  $\Phi(t)$  be the fundamental matrix of system (4) satisfying of condition  $\Phi(0) = I$ , where  $I$  is unit matrix on dimension  $n$ .

Using initial condition (2) we can write a solution of system (1) in the following form

$$x(t) = \Phi(t)x_0 + \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau\mu + \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau. \quad (5)$$

Further, finding value of function  $x(t)$  for  $t = T$  and substituting it into condition (3), we obtain

$$x(T) = \Phi(T)x_0 + \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau\mu + \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau = x_1. \quad (6)$$

From here we have equality for determining a parameter  $\mu$ :

$$\Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \cdot \mu = x_1 - \Phi(T)x_0 - \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau. \quad (7)$$

Suppose that the matrix  $\Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau$  is invertible, i.e.  $\det \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \right] \neq 0$ .

Then, from equation (7) we uniquely determine the parameter  $\mu$ :

$$\mu = \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \right]^{-1} \{x_1 - \Phi(T)x_0\} - \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \right]^{-1} \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau. \quad (8)$$

Substituting the found parameter from (8) instead of  $\mu$  into representation (6), we get

$$x(t) = \Phi(t)x_0 + \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \cdot \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \right]^{-1} \{x_1 - \Phi(T)x_0\} - \\ - \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \cdot \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \right]^{-1} \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau + \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau.$$

Therefore, we find the pair  $(x^*(t), \mu^*)$  in the next form:

$$x^*(t) = \Phi(t)x_0 + \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \cdot \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \right]^{-1} \{x_1 - \Phi(T)x_0\} - \\ - \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \cdot \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau \right]^{-1} \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau + \Phi(t) \int_0^t \Phi^{-1}(\tau)f(\tau)d\tau, \quad (9)$$



$$\mu^* = \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau) B(\tau) d\tau \right]^{-1} \{x_1 - \Phi(T)x_0\} - \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau) B(\tau) d\tau \right]^{-1} \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad (10)$$

This is the unique solution to problem (1)-(3).

The following assertion is true.

**Theorem 1.** *Let*

a) *the*  $(n \times n)$  *matrices*  $A(t)$ ,  $B(t)$ , *and*  $n$  *vector function*  $f(t)$  *be continuous on*  $[0, T]$ ,  $x_0$ ,  $x_1$  *be constant vectors;*

b)  $\det \left[ \Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau) B(\tau) d\tau \right] \neq 0$ , *i.e. the matrix*  $\Phi(T) \int_0^T \Phi^{-1}(\tau) B(\tau) d\tau$  *be invertible, where*

$\Phi(t)$  *be the fundamental matrix of system*  $\frac{dx}{dt} = A(t)x$  *and*  $\Phi(0) = I$ .

*Then problem (1)-(3) has a unique solution*  $(x^*(t), \mu^*)$ , *where the function*  $x^*(t)$  *and parameter*  $\mu^*$  *have the representations (9) and (10), respectively.*

It is well known that the construction of the fundamental matrix is rather difficult. Then, verification of condition b) becomes hard. Therefore, finding conditions in the terms of the initial data is of great interest. The goal this work is finding coefficient condition for unique solvability to problem (1)–(3).

For this, we use the Dzhumabaev’s parametrization method.

Using initial condition (2) we integrate system (1) by  $t$ :

$$x(t) = x_0 + \int_0^t A(\tau)x(\tau)d\tau + \int_0^t B(\tau)d\tau \cdot \mu + \int_0^t f(\tau)d\tau, \quad t \in [0, T]. \quad (11)$$

That is Volterra integral equation second kind with respect to function  $x(t)$ . Substituting right-hand side of (11) for  $t = \tau$  instead of  $x(\tau)$ , and repeating this process  $m$  times, we obtain

$$x(t) = D_{0,m}(t)x_0 + D_m(t)\mu + G_m(t, x) + F_m(t), \quad t \in [0, T], \quad (12)$$

where

$$D_{0,m}(t) = I + \int_0^t A(\tau)d\tau + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} A(\tau_2)d\tau_2 d\tau_1 + \dots + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} A(\tau_2) \dots \int_0^{\tau_{m-1}} A(\tau_m)d\tau_m \dots d\tau_2 d\tau_1,$$

$$D_m(t) = \int_0^t B(\tau)d\tau + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} B(\tau_2)d\tau_2 d\tau_1 + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} A(\tau_2) \int_0^{\tau_2} B(\tau_3)d\tau_3 d\tau_2 d\tau_1 +$$

$$+ \dots + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} A(\tau_2) \dots \int_0^{\tau_{m-2}} A(\tau_{m-1}) \int_0^{\tau_{m-1}} B(\tau_m)d\tau_m d\tau_{m-1} \dots d\tau_2 d\tau_1,$$

$$F_m(t) = \int_0^t f(\tau)d\tau + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} f(\tau_2)d\tau_2 d\tau_1 + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} A(\tau_2) \int_0^{\tau_2} f(\tau_3)d\tau_3 d\tau_2 d\tau_1 +$$

$$+ \dots + \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} A(\tau_2) \dots \int_0^{\tau_{m-2}} A(\tau_{m-1}) \int_0^{\tau_{m-1}} f(\tau_m)d\tau_m d\tau_{m-1} \dots d\tau_2 d\tau_1,$$

$$G_m(t, x) = \int_0^t A(\tau_1) \int_0^{\tau_1} A(\tau_2) \dots \int_0^{\tau_{m-2}} A(\tau_{m-1}) \int_0^{\tau_{m-1}} A(\tau_m)x(\tau_m)d\tau_m d\tau_{m-1} \dots d\tau_2 d\tau_1, \quad m = 1, 2, \dots$$

We find the value of function  $x(t)$  for  $t = T$  and substitute it instead of  $x(T)$  into relation (3). Then we have

$$D_{0,m}(T)x_0 + D_m(T)\mu + G_m(T, x) + F_m(T) = x_1. \quad (13)$$

From here we obtain the following system of algebraic equations with respect to  $\mu$  :

$$D_m(T)\mu = x_1 - D_{0,m}(T)x_0 - G_m(T, x) - F_m(T), \quad \mu \in R^n. \quad (14)$$

Let for some  $m$  ( $m = 1, 2, \dots$ ) the matrix  $D_m(T)$  be invertible.

Then from system (14) we can define  $\mu$  :

$$\mu = [D_m(T)]^{-1} \{x_1 - D_{0,m}(T)x_0\} - [D_m(T)]^{-1} G_m(T, x) - [D_m(T)]^{-1} F_m(T).$$

If the parameter  $\mu$  is known, from Volterra integral equation (11) we get the function  $x(t)$  for all  $t \in [0, T]$ . Then, we find the pair  $(x(t), \mu)$  is the solution of problem (1)--(3).

If a function  $x(t)$  is known, from the system of algebraic equations (14) we define the parameter. Then, we get the solution of problem (1)--(3).

Since, function  $x(t)$  and parameter  $\mu$  are unknown, we use an iterative process for finding solution of problem (1)--(3).

The sequential approximations of the pairs  $(x^{(k)}(t), \mu^{(k)})$  are defined from the following algorithm.

Step 0. 1) Using initial condition (2) and solving the system of algebraic equations (14) for  $x(t) = x_0$ , we get an initial approximation  $\mu^{(0)}$ ; 2) Solving the integral equation (11) for  $\mu = \mu^{(0)}$ , we find  $x^{(0)}(t)$  for all  $t \in [0, T]$ .

Step 1. 1) Solving the system of algebraic equations (14) for  $x(t) = x^{(0)}(t)$ , we get a first approximation  $\mu^{(1)}$ . 2) Solving the integral equation (11) for  $\mu = \mu^{(1)}$ , we find  $x^{(1)}(t)$  for all  $t \in [0, T]$ .

And so on.

Step  $k$ . 1) Solving the system of algebraic equations (14) for  $x(t) = x^{(k-1)}(t)$ , we get  $k$ th approximation  $\mu^{(k)}$ . 2) Solving the integral equation (11) for  $\mu = \mu^{(k)}$ , we find  $x^{(k)}(t)$  for all  $t \in [0, T]$ .

$k = 1, 2, \dots$ .

The condition for realizability of the algorithm is invertibility of matrix  $D_m(T)$  for some  $m$  ( $m \in N$ ).

Now, it is important to find out the conditions of convergence of the proposed algorithm, which ensure uniform convergence sequence of pairs  $(x^{(k)}(t), \mu^{(k)})$  to pair  $(x^*(t), \mu^*)$  is a solution of problem (1)--(3) as  $k \rightarrow \infty$  for all  $t \in [0, T]$ .

We introduce the notations

$$\alpha = \max_{t \in [0, T]} \|A(t)\|, \quad \beta = \max_{t \in [0, T]} \|B(t)\|.$$

**Theorem 2.** Let

c) the  $(n \times n)$  matrices  $A(t)$ ,  $B(t)$ , and  $n$  vector function  $f(t)$  be continuous on  $[0, T]$ ,  $x_0$ ,  $x_1$  be constant vectors;

d) for some  $m$  ( $m = 1, 2, \dots$ ) the matrix  $D_m(T)$  be invertible and  $\|[D_m(T)]^{-1}\| \leq \gamma_m(T)$ , where  $\gamma_m(T)$  is positive constant;

$$e) q_m(T) = \gamma_m(T) \cdot \beta \cdot \alpha \cdot T \left[ e^{\alpha T} - 1 - \alpha T - \frac{[\alpha T]^2}{2!} - \dots - \frac{[\alpha T]^m}{m!} \right] < 1.$$

Then the sequential approximations  $x^{(k)}(t)$  and  $\mu^{(k)}$ , determined by the algorithm, converge uniformly to  $x^*(t)$  and  $\mu^*$ , respectively, as  $k \rightarrow \infty$  for all  $t \in [0, T]$ . Moreover, the pair  $(x^*(t), \mu^*)$  is a unique solution to problem (1)--(3).

Proof of Theorem 2 is carried out according to the above algorithm.

For  $m=1$  the matrix  $D_1(T)$  has the form  $D_1(T) = \int_0^T B(\tau)d\tau$ .

*This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP08855726).*

#### References

- 1 Scitovski R., Jukic D. A method for solving the parameter identification problem for ordinary differential equations of the second order // *Appl. Math. Comput.*, 1996, Vol. 74, No.2-3, p. 273 - 291.
- 2 Ronto M., Samoilenko A.M. Numerical-analytic methods in the theory of boundary-value problems, World Scientific, River Edge, NJ, 2000.
- 3 Kugler P. "Online parameter identification in time-dependent differential equations as a non-linear inverse problem", *European J. Appl. Math.* 19, (2008): 479-506.
- 4 Loreti P., Sforza D. "Control problems for weakly coupled systems with memory". *J. Diff. Equat.*, 257 (2014): 1879-1938.
- 5 Джумабаев Д.С. Сведение краевых задач к задачам с параметром и обоснование метода стрельбы // *Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем.*, 1978, № 5, с. 34 - 40.
- 6 Джумабаев Д.С. Необходимые и достаточные условия существования решений краевых задач с параметром // *Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем.*, 1979, № 3, с. 5 - 12.
- 7 Джумабаев Д.С. Об одном методе исследования обыкновенных дифференциальных уравнений // *Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем.*, 1982, № 3, с. 1 - 5.
- 8 Жаутыков О.А., Джумабаев Д.С. Об одном подходе к обоснованию метода стрельбы и выбору начального приближения // *Изв. АН КазССР. Сер. физ.-матем.*, 1988, № 1, с. 18 - 23.
- 9 Джумабаев Д.С. Метод параметризации решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений // *Вестник АН КазССР*, 1988, № 1, с.48 - 52.
- 10 Dzhumabaev D.S. Criteria for the unique solvability of a linear boundary-value problem for an ordinary differential equation // *U.S.S.R. Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 1989, Vol. 29. No 1, p. 34 - 46. [https://doi.org/10.1016/0041-5553\(89\)90038-4](https://doi.org/10.1016/0041-5553(89)90038-4)
- 11 Minglibaeva B.B. "The coefficients conditions of unique solvability of linear two-point boundary value problems with parameter", *Mathem. J.*, 3, 2 (2003): 55-62. (in Russ.)
- 12 Dzhumabaev D.S., Minglibaeva B.B. The well-posed solvability of linear two-point boundary value problem with parameter // *Mathem.J.*, 2004, Vol.4, № 1, с. 41 - 51. (in Russ.)
- 13 Джумабаев Д.С., Болганисов Е. Разрешимость линейной краевой задачи с параметром для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма с импульсным воздействием // *Изв. НАН РК. Сер. физ.-матем.*, 2013. № 5 (291), с. 166 - 170.
- 14 Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M. An algorithm for solving a control problem for differential equation with a parameter // *News of the NAS RK. Physico-Mathematical series*, 2018, Vol. 5, No. 321, p. 25 - 32. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1726.4>
- 15 Dzhumabaev D.S., Abilassanov B.A., Zhubatkan A.A., Asetbekov A.B. A numerical algorithm of solving a quasilinear boundary value problem with parameter for the Duffing equation // *Kazakh Mathematical Journal*, 2019, Vol.19, No. 4, p. 46 - 54.
- 16 Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A., Mynbayeva S.T. A method of solving a nonlinear boundary value problem with a parameter for a loaded differential equation // *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 2020, Vol. 43, No. 2, p. 1788 - 1802. <https://doi.org/10.1002/mma.6003>
- 17 Dzhumabaev D.S., La Ye.S., Pussurmanova A.A., Kisash Zh.Zh. An algorithm for solving a nonlinear boundary value problem with parameter for the Mathieu equation // *Kazakh Mathematical Journal*, 2020, Vol. 20, No. 1, p. 95 - 102.
- 18 Assanova A.T., Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M. Numerical solution of a control problem for ordinary differential equations with multipoint integral condition // *International Journal of Mathematics and Physics*, 2019, Vol. 10, No. 2, p. 4 - 10.
- 19 Assanova A.T., Bakirova E.A., Kadirbayeva Z.M. Numerical solution to a control problem for integro-differential equations // *Comput. Math. and Math. Phys.*, 2020, Vol. 60, No. 2, p. 203 – 221.
- 20 Miglibayeva B. B., Assanova A. T. An Existence of an Isolated Solution to Nonlinear Two-Point Boundary Value Problem with Parameter // *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 2021, Vol. 42, No. 3, p. 587 – 597.

#### References

- 1 Scitovski R., Jukic D. A method for solving the parameter identification problem for ordinary differential equations of the second order // *Appl. Math. Comput.*, 1996, Vol. 74, No.2-3, p. 273 - 291.

2 Ronto M., Samoilenko A.M. *Numerical-analytic methods in the theory of boundary-value problems*, World Scientific, River Edge, NJ, 2000.

3 Kugler P. "Online parameter identification in time-dependent differential equations as a non-linear inverse problem", *European J. Appl. Math.* 19, (2008): 479-506.

4 Loreti P., Sforza D. "Control problems for weakly coupled systems with memory". *J. Diff. Equat.*, 257 (2014): 1879-1938.

5 Dzhumabaev D.S. (1978) *Svedenie kraevykh zadach k zadacham s parametrom i obosnovanie metoda strel'by* [Reduction of boundary value problems to problems with a parameter and substantiation of the shooting method]. *Izv. AN KazSSR. Ser. fiz.-matem.*, № 5, s. 34 - 40. (In Russian)

6 Dzhumabaev D.S. (1979) *Neobhodimye i dostatochnye usloviya sushchestvovaniya reshenij kraevykh zadach s parametrom* [Necessary and sufficient conditions for the existence of solutions to boundary value problems with the parameter]. *Izv. AN KazSSR. Ser. fiz.-matem.*, № 3, 5 - 12. (In Russian)

7 Dzhumabaev D.S. (1982) *Ob odnom metode issledovaniya obyknovennykh differentsial'nykh uravnenij* [On a Method for Studying Ordinary Differential Equations]. *Izv. AN KazSSR. Ser. fiz.-matem.*, № 3, 1 - 5. (In Russian)

8 Zhaitykov O.A., Dzhumabaev D.S. (1988) *Ob odnom podhode k obosnovaniyu metoda strel'by i vyboru nachal'nogo priblizheniya* [On one approach to the substantiation of the shooting method and the choice of the initial approximation]. *Izv. AN KazSSR. Ser. fiz.-matem.*, № 1, 18 - 23. (In Russian)

9 Dzhumabaev D.S. (1988) *Metod parametrizatsii resheniya kraevykh zadach dlya obyknovennykh differentsial'nykh uravnenij* [Parametrization method for solving boundary value problems for ordinary differential equations]. *Vestnik AN KazSSR*, № 1, 48 - 52. (In Russian)

10 Dzhumabayev D.S. *Criteria for the unique solvability of a linear boundary-value problem for an ordinary differential equation* // *U.S.S.R. Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 1989, Vol. 29. No 1, p. 34 - 46. [https://doi.org/10.1016/0041-5553\(89\)90038-4](https://doi.org/10.1016/0041-5553(89)90038-4)

11 Minglibaeva B.B. "The coefficients conditions of unique solvability of linear two-point boundary value problems with parameter", *Mathem. J.*, 3, 2 (2003): 55-62. (in Russ.)

12 Dzhumabaev D.S., Minglibaeva B.B. *The well-posed solvability of linear two-point boundary value problem with parameter* // *Mathem. J.*, 2004, Vol.4, № 1, c. 41 - 51. (in Russ.)

13 Dzhumabaev D.S., Bolganisov E. (2013) *Razreshimost' linejnoy kraevoy zadachi s parametrom dlya integro-differentsial'nogo uravneniya Fredgol'ma s impul'snym vozdejstviem* [Solvability of a linear boundary value problem with a parameter for an impulsive Fredholm integro-differential equation]. *Izv. NAN RK. Ser. fiz.-matem.*, № 5 (291), 166 - 170. (in Russ.)

14 Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M. *An algorithm for solving a control problem for differential equation with a parameter* // *News of the NAS RK. Physico-Mathematical series*, 2018, Vol. 5, No. 321, p. 25 - 32. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1726.4>

15 Dzhumabaev D.S., Abilassanov B.A., Zhubatkan A.A., Asetbekov A.B. *A numerical algorithm of solving a quasilinear boundary value problem with parameter for the Duffing equation* // *Kazakh Mathematical Journal*, 2019, Vol.19, No. 4, p. 46 - 54.

16 Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A., Mynbayeva S.T. *A method of solving a nonlinear boundary value problem with a parameter for a loaded differential equation* // *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 2020, Vol. 43, No. 2, p. 1788 - 1802. <https://doi.org/10.1002/mma.6003>

17 Dzhumabaev D.S., La Ye.S., Pussurmanova A.A., Kisash Zh.Zh. *An algorithm for solving a nonlinear boundary value problem with parameter for the Mathieu equation* // *Kazakh Mathematical Journal*, 2020, Vol. 20, No. 1, p. 95 - 102.

18 Assanova A.T., Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M. *Numerical solution of a control problem for ordinary differential equations with multipoint integral condition* // *International Journal of Mathematics and Physics*, 2019, Vol. 10, No. 2, p. 4 - 10.

19 Assanova A.T., Bakirova E.A., Kadirbayeva Z.M. *Numerical solution to a control problem for integro-differential equations* // *Comput. Math. and Math. Phys.*, 2020, Vol. 60, No. 2, p. 203 - 221.

20 Miglibayeva B. B., Assanova A. T. *An Existence of an Isolated Solution to Nonlinear Two-Point Boundary Value Problem with Parameter* // *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 2021, Vol. 42, No. 3, p. 587 - 597.

МРНТИ 50.07.05; 27.35.14  
УДК 533.9.01; 519.63; 519.684

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.02>

*А. Исахов<sup>1</sup>, Қ. Искендір<sup>1\*</sup>*

*<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
\*e-mail: iskendirzkh@gmail.com*

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

*Аннотация*

Нефтяное загрязнение на поверхности воды - одна из самых опасных и трудно-устраняемых чрезвычайных ситуаций. В данной статье показаны результаты численного моделирования переноса нефти на поверхности Каспийского моря с учетом ветра и реки Волги. Численный метод основан на уравнениях Навье-Стокса, описывающий поток несжимаемой вязкой жидкости. Численный метод был проверен с помощью тестовой задачи и результаты расчетов были сопоставлены с расчетными данными других авторов. Целью исследования является оценка возможности и эффективности использования метода численного моделирования для изучения особенностей формирования состава морской воды после ее смешивания с нефтью и его последующего распространения. Показано поведение нефтяного пятна при разных скоростях течения реки и разлива нефти, также было протестировано с учетом и без учета ветра в данных случаях. Полученные расчетные значения могут позволить в дальнейшем прогнозировать максимально верные данные распространения нефтяного загрязнения для предотвращения экологической угрозы.

**Ключевые слова:** разлив нефти на море, распространение пятна, загрязнение, уравнение Навье-Стокса.

*Аңдатпа*

*А. Исахов<sup>1</sup>, Қ. Искендір<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*  
**МҰНАЙ МЕН МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН СУ БЕТІНЕ ТАСЫМАЛДАУДЫҢ  
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ**

Су бетіндегі мұнайдың ластануы - ең қауіпті және жойылуы қиын төтенше жағдайлардың бірі. Бұл мақалада жел мен Еділ өзенін ескере отырып, Каспий теңізі бетіндегі мұнай тасымалын сандық модельдеу нәтижелері көрсетілген. Сандық әдіс Навье-Стокс теңдеулеріне негізделген, ол сығылмайтын тұтқыр сұйықтық ағынын сипаттайды. Сандық әдіс тест тапсырмасының көмегімен тексерілді және есептеу нәтижелері басқа авторлардың есептелген деректерімен салыстырылды. Зерттеудің мақсаты - теңіз суының мұнаймен араластырылғаннан кейінгі құрамының қалыптасу ерекшеліктерін және кейіннен таралуын зерттеу үшін сандық модельдеу әдісін қолдану мүмкіндігі мен тиімділігін бағалау. Өзен ағынының және мұнайдың төгілуінің әр түрлі жылдамдығындағы мұнай сырғуының әрекеті көрсетілген, сонымен қатар бұл жағдайларда желмен және желсіз қалыптары сыналды. Алынған есептік көрсеткіштер болашақта экологиялық қауіптің алдын алу мақсатында мұнайдың ластануының таралуы туралы ең нақты деректерді болжауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** теңіздегі мұнайдың төгілуі, мұнай дағының таралуы, ластану, Навье-Стокс теңдеуі.

*Abstract*

## MATHEMATICAL MODELING OF THE TRANSPORT OF OIL AND OIL PRODUCTS ON THE WATER SURFACE

*Issakhov A.<sup>1</sup>, Iskendir K.<sup>1</sup>*

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

Oil pollution on the water surface is one of the most dangerous and difficult-to-eliminate emergencies. This article shows the results of numerical modeling of oil transport on the surface of the Caspian Sea, taking into account the wind and the Volga River. The numerical method is based on the Navier Stokes equations, which describes the flow of an incompressible viscous fluid. The numerical method was verified using a test problem and the calculation results were compared with the calculated data of other authors. The aim of the study is to assess the possibility and efficiency of using the numerical simulation method to study the features of the formation of the composition of seawater after its mixing with oil and its subsequent distribution. The behavior of an oil slick at different speeds of river flow and oil spill is shown; it was also tested with and without wind in these cases. The calculated values obtained can make it possible to predict in the future the most accurate data on the spread of oil pollution in order to prevent an environmental threat.

**Keywords:** oil spill at sea, slick spread, pollution, Navier-Stokes equation.

## **Введение**

В сегодняшнее время нефть является одним из продуктов, оказывающих наибольшее влияние на мировую экономику и, соответственно, уровень жизни граждан зависит от цены «черного золота», поэтому поиск нефти не прекращается в разных частях света. При добыче нефти практически сразу возникают экологические проблемы. Вероятность загрязнения природы очень высока: при ее добыче, при транспортировке, сбросе, различных авариях, также при стекании с загрязненных ею почв.

Актуальность наблюдений за загрязнением Каспийского моря связана с проектными работами по добыче нефти. В последнее время с помощью разработки современных компьютерных программ можно легко моделировать и прогнозировать движение жидкости, результаты различных химических реакций и теплопередачи.

Поперечная струя привлекла большое внимание исследовательских организаций, так как позволяет тестировать турбулентные модельные течения. Эта конфигурация подходит для самолетов, разбавления дымовых газов в газовых турбинах и т.д. По этой причине течения в Т-образных соединениях были предметом исследований в течение многих лет. В работе [1] показано влияние различных температурных соотношений между поперечным потоком и струей и показано, что сильная тепловая стратификация подавляет турбулентные флуктуации. Эксперименты Де Тилли и Соузы [2] на Т-образных переходах с прямоугольными поперечными сечениями. Камидити др. [3] провели эксперименты в Т-образных переходах с круговыми поперечными сечениями и подтвердили соотношение между импульсными потоками поперечного потока и набегающей струей. Хиротаэти др. [4] также проводили эксперименты с прямоугольными Т-образными переходами и изучали влияние сдвигового слоя, который образуется между поперечным потоком и набегающей струей. Они сообщили, что колебательное движение этого слоя играет значительную роль на ранних стадиях процесса перемешивания. Дополнительные экспериментальные результаты, касающиеся процесса смешивания в Т-образных переходах при термической стратификации, также были опубликованы Naik-Nimbalkareti др. [5] и Linet и др. [6]. В связи с его важностью для практического применения турбулентное перемешивание в Т-переходах также является предметом многочисленных вычислительных исследований. Однако в силу высокой вычислительной стоимости прямого моделирования большинство вычислительных усилий было основано на крупномасштабном моделировании (LES) [7]. Совсем недавно Sakowitzetal [8] выполнил LES течений как в круглых, так и в прямоугольных Т-образных переходах и изучил поле вихрей таких течений. Они сообщили, что в обеих геометриях сдвиговый слой, образующийся между струей и поперечным потоком, колеблется с числом Струхала порядка одного. Кроме того, основываясь на результатах своих исследований LES, Говард и Серр [9] пришли к выводу, что перемешивание усиливается подковообразными и встречно вращающимися вихрями, которые образуются вблизи центра набегающей струи.

Когда речь заходит об огромных природных ресурсах, то здесь также было проведено немало исследований. Работы, которые пытаются улучшить моделирование траектории разлива нефти на море Воды Западной Грузии [10], в китайском Бохайском море [11] в Балтийском море, в Черном море, и др. Но все они используют разные методы разработки моделей. Например, численная модель для Черного моря [12] позволяет прогнозировать начальные стадии растекания нефти. В качестве базовой была выбрана методика Фэя, которая предусматривает фазовые изменения физических процессов при распространении разлива нефти. Метод Эйлера-Лагранжа применяется для отслеживания местоположения разлива и положения частиц на краю нефтяных пятен, чтобы легко вычислить площадь пятна. На основе метода Монте-Карло была создана математическая модель морских нефтяных разливов для района Луанжиакоу [13], недалеко от порта Яньтай. Моделирование разлива нефти в море, которое с учетом распространения, диффузии, дрейфа и ослабления нефтяного пятна зависит от факторов испарения и эмульгирования, с использованием метода Монте-Карло имитирует движение нефтяного пятна, применяется для расчета и прогнозирования диапазона загрязнения от разлива нефти на нефтяном причале и нефтеналивном судне в заливе Дайя [14]. Чтобы значительно сократить время и деньги, лучший способ предотвратить большие убытки - использовать моделирование распределение пятен. Информация о работе различных организаций не дает полного анализа акватории Каспийского моря и отсутствуют данные об уровне загрязнения пятнами. Чтобы избежать подобных проблем в будущем, нужно использовать новейшее оборудование и технологии для добычи нефти и газа, найти применение попутному газу. Это поможет решить экологические проблемы как в нашей стране, так и во всем мире.

**Математическая модель**

Для математического моделирования распределения концентрации в Каспийском море использовались уравнения Навье-Стокса, усредненные по Рейнольдсу и уравнения переноса концентрации.

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_i u_j}{\partial x_j} = \frac{\partial (-\overline{\rho u'_j u'_i})}{\partial x_j} - \frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right) + f \tag{2}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial u_j C}{\partial x_j} = \frac{\partial (-\overline{u'_j C'})}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \gamma \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) \tag{3}$$

где  $u_i$  - компоненты скорости;  $P$  - давление жидкости;  $\rho$  - плотность жидкости.  $C$  - концентрация жидкости,  $\gamma$  - коэффициент молекулярной диффузии,  $f$  - средняя внешняя прочность тела,  $\mu$  - динамическая вязкость,  $\overline{u'_j u'_i}$  и  $-\overline{u'_j C'}$  - средние по Рейнольдсу скоростные напряжения и турбулентное концентрация потока. Коэффициент диффузионной концентрации задавался, как  $\gamma = \frac{\nu}{Sc}$  и  $\gamma_S = \frac{\nu}{Sc_S}$ , где  $Sc$  и  $Sc_S$ , соответственно, число Шмидта и турбулентное число Шмидта. Тело считается гравитационным, поэтому  $f = \rho g$ , где  $g$  - ускорение свободного падения.

Для закрытия усредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (1)-(3) использовались различные модели турбулентности.

1. Для модели турбулентности k-epsilon

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_j k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \rho \epsilon + P_{kb} \tag{4}$$

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_j \epsilon) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{\epsilon}{k} (C_{\epsilon 1} P_k - C_{\epsilon 2} \rho \epsilon + C_{\epsilon 1} P_{\epsilon b}) \tag{5}$$

здесь  $k$  - турбулентная кинетическая энергия,  $\epsilon$  - турбулентная диссипация,  $P_k$  - образование турбулентности за счет сил вязкости:

$$P_k = \mu_t \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \left( 3\mu_t \frac{\partial u_k}{\partial x_k} + \rho k \right)$$

где  $P_{kb} = -\frac{\mu_t}{\sigma_\rho} \beta g_i \frac{\partial T}{\partial x_i}$  и  $P_{\epsilon b} = C_3 \max(0, P_{kb})$  - представляют силы плавучести. Здесь  $\beta$  - коэффициент теплового расширения,  $\sigma_\rho = 0,9$ ,  $C_\mu = 0,09$ ,  $C_{\epsilon 1}, C_{\epsilon 2}, \sigma_k, \sigma_\epsilon$  - постоянные (Исахов и др., 2018). Константы имеют следующие значения:  $C_{1\epsilon} = 1.44$ ,  $C_{2\epsilon} = 1.9$ ,  $\sigma_k = 1, \sigma_\epsilon = 1.2, C_3 = 1$

2. Для модели турбулентности k-omega (Исахов и др., 2018, 2019 а).

$$\frac{\partial (\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho k u_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \beta^* \rho k \omega + P_{kb} \tag{6}$$

$$\frac{\partial (\rho \omega)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho \omega u_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \alpha \frac{\omega}{k} P_k - \beta \rho k \omega^2 + P_{\omega b} \tag{7}$$

где  $k$  - турбулентная кинетическая энергия,  $\epsilon$  - удельная скорость диссипации и

$$\mu_t = \frac{k}{\omega}$$

$$P_k = \mu_t \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \left( 3\mu_t \frac{\partial u_k}{\partial x_k} + \rho k \right)$$

$$P_{\omega b} = \frac{\omega}{k} \left( (\alpha + 1) C_3 \max(P_{kb}, 0) - P_{kb} \right)$$

$$P_{kb} = -\frac{\mu_t}{\sigma_p} \beta g_i \frac{\partial T}{\partial x_i},$$

где  $\beta$  - коэффициент теплового расширения, а  $\sigma_p = 0,9$ .

Константы имеют следующие значения:  $\sigma_k = 2$ ,  $\sigma_\omega = 2$ ,  $\beta = 0,075$ ,  $\beta^* = 0,09$ ,  $\alpha = 5/9$ .

3. Идея метода моделирования крупных вихрей состоит в том, что компоненты скорости разделены на разрешенную и подсеточную части. Разрешенная скорость моделируется «большими» вихрями, а подсеточная часть скорости моделируется «мелкими масштабами». Это моделирование выполняется за счет модели подсеточного масштаба (Смагоринский 1963; Дирдорф 1970; Исахов и др. 2018; Исахов 2016).

4. Идея модели DES (Spalart 1997) состоит в объединении лучших свойств методов RANS и LES в один метод. Этот метод пытается смоделировать пристенные области с помощью метода RANS и смоделировать остальную часть потока с помощью метода LES. (Исахов и др., 2018; Исахов, 2014; Исахов, Иманбердиева, 2019; Исахов, Жандаулет, 2019 а, б)

Все вышеупомянутые законы, имеющие вид дифференциальных уравнений в частных производных, решаются методом SIMPLE. Для выполнения моделирования жидкости я использую прикладной пакет ANSYS, дающий возможность реализовать метод конечных элементов (МКЭ) в рамках модуля Flotran, отражающего технологию моделирования CFD (Computerized Fluid Dynamics). Использование пакетов CFD общего назначения позволяет учесть большинство особенностей движения жидкости: турбулентность потока, кавитации, неравномерность температуры, теплообмен со стенками с минимальным набором допущений.

### Тестовая задача

Численное моделирование проводилось по прямому открытому каналу с боковым выпуском для проверки выбранной математической модели и численного расчета. Размеры канала: длина -505 мм, ширина - 120 мм. Разгрузочная часть имеет длину 120 мм и ширину  $D=0,005$  м, По основному тракту проходит жидкость со скоростью  $V_a = 2.005$  м/с, а температура устанавливается равной  $25.0^\circ\text{C}$  (298K). Кроме того, по второй части или, скорее, по отводящему каналу передают нагретую воду с температурой  $81^\circ\text{C}$  (354K) и скоростью  $V_0 = 11.969$  м/с в основной поток (Рис. 1а).

С учетом входных условий полученные результаты для профилей скорости и температуры были нормированы в соответствии со следующими уравнениями

$$Q = \frac{T - T_a}{T_j - T_a} \quad (8)$$

$$U = \frac{\text{Velocity}U - V_a}{\text{Velocity}U_{max} - V_a} \quad (9)$$

где  $T_a$  температура окружающей среды,  $T_j$  температура воды из выпускного канала, Скорость  $U$  составляющая скорости вдоль оси X и скорость  $U_{max}$  максимальное значение составляющей скорости вдоль оси X. Вышеупомянутые даты были получены таким же образом, как и в работе (Chang&Chen, 1995) для сравнения полученных результатов с измеренными значениями и численными значениями Chen и Hwang (1991).

В этой задаче статистика показывает 4667 элементов, на стороне расчет выпуска осуществляется на более тонкой сетке (размер элемента: 0,1 см), чем на другой части (размер элемента: 0,4 см) Кроме того, модель содержит 2 входа, нижнюю стенку, верхнюю стенку и выход.

На рис. 1б показано поведение контуров распределения температуры. По контуру видно, что путь распространения горячей воды начинается от разгрузочной части к исследуемой области.



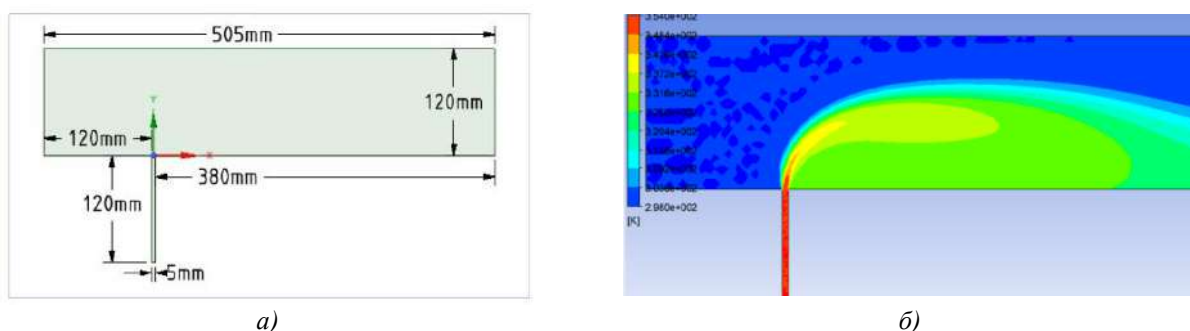


Рисунок 1. Параметры расчетной площади (а). Распределение температуры в канале (б)

### Сравнение численных результатов

Чтобы завершить тестирование численного алгоритма с помощью тестовой задачи, я сравнила численные результаты с данными эксперимента (Chen & Hwang, 1991) и данными моделирования других авторов (Chang & Chen, 1995) для различных профилей поперечного сечения ( $X/D=2, 4, 6, 8, 10$ ). На рис. 2 (а, б, в, г, д) показаны безразмерные температурные профили вдоль вертикальных линий для различных поперечных сечений ( $X/D=2, 4, 6, 8, 10$ ). Полученные численные значения моделирования удовлетворительны и почти совпадают с данными эксперимента (Chen & Hwang, 1991) и численными результатами авторов (Chang & Chen, 1995). Кроме того, в основном часть домена была аналогичной.

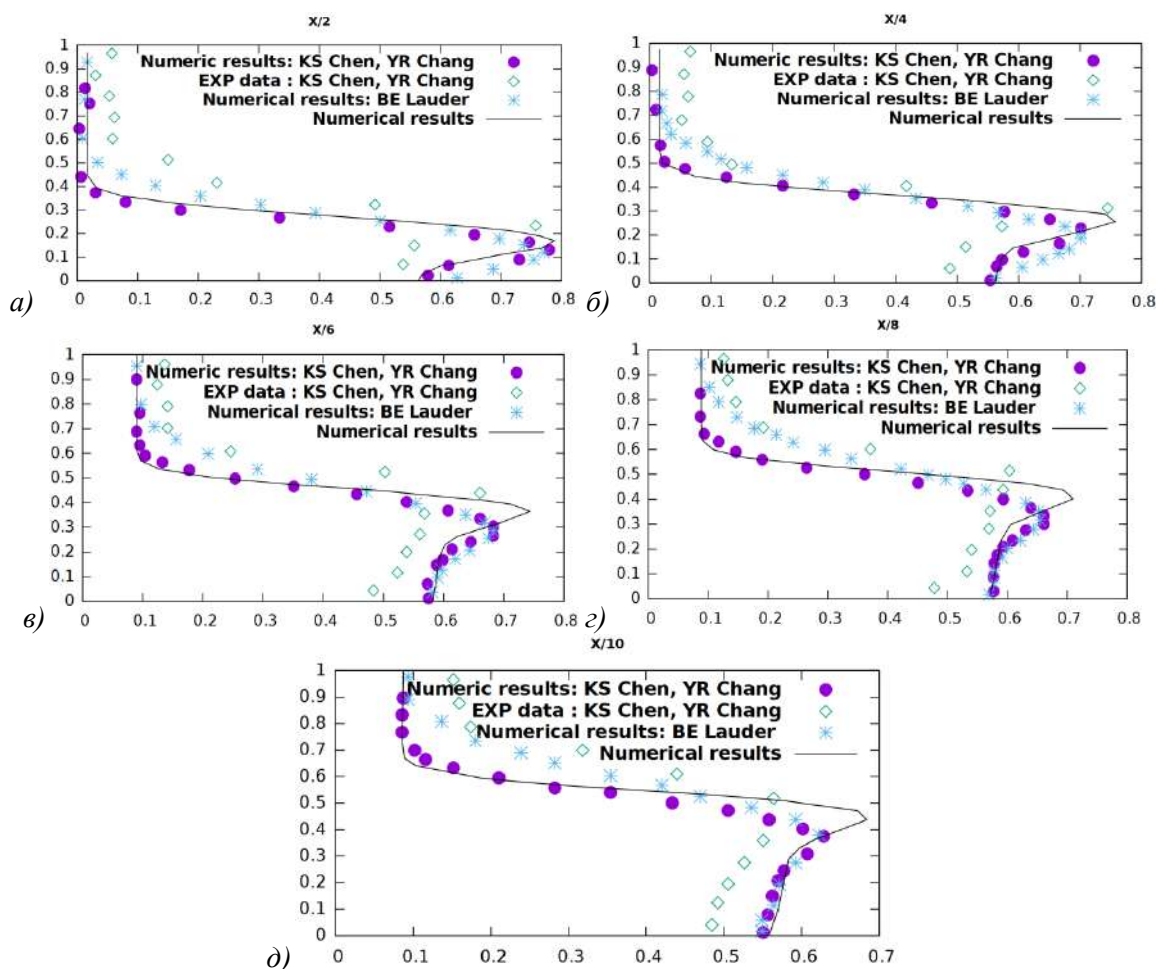


Рисунок 2 (а, б, в, г, д). Температурные профили для различных поперечных сечений

### Численное моделирование загрязнения Каспийского моря

Основной целью исследования является распространение нефти с учетом ветра из северо-западной части Каспийского моря. Следовательно, рассмотрим только северо-западный участок, который находится на территории Казахстана. Площадь исследования составляет  $100\ 140\ \text{км}^2$  (общая площадь поверхности –  $371\ 000\ \text{км}^2$ ) (рис. 3а).

Регион был разделен на 3 части, для более точного исследования и оцифрован с помощью программы ВВ, а также смоделирован на основе приложения AutoCAD. Отдельно расположенные острова были изъяты из региона для того, чтобы построить границы, близкие к реальным (рис. 3б).

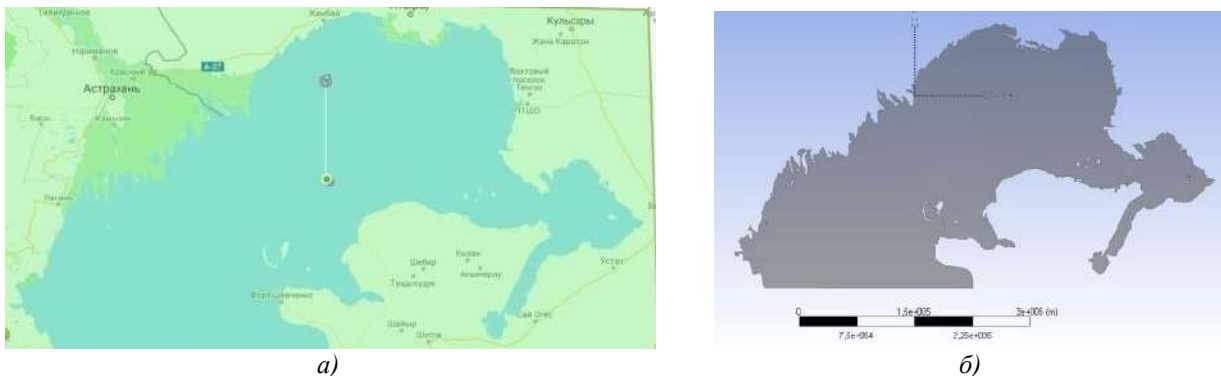


Рисунок 3. Часть Каспийского моря на территории Казахстана и со спутник (а).  
Геометрия Каспийского моря для исследования (б)

На рис. 4 показано комбинированная двумерная модель в AutoCad.

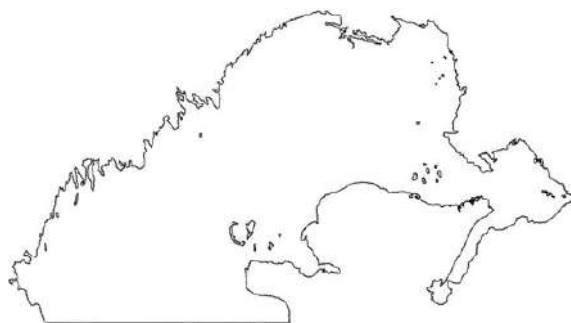


Рисунок 4. Комбинированная двумерная модель в AutoCad.

Чтобы точно определить турбулентное движение, сетка должна быть достаточно тонкой. По всей расчетной области введена прямоугольная сетка размером 1000 м (рис. 5а). Более того, в области речного стока и разливов нефти вычислительная сетка должна быть более тонкой, (рис. 5б) по сравнению с другой частью площади. В конечном итоге, сетка состоит из 136946 элементов

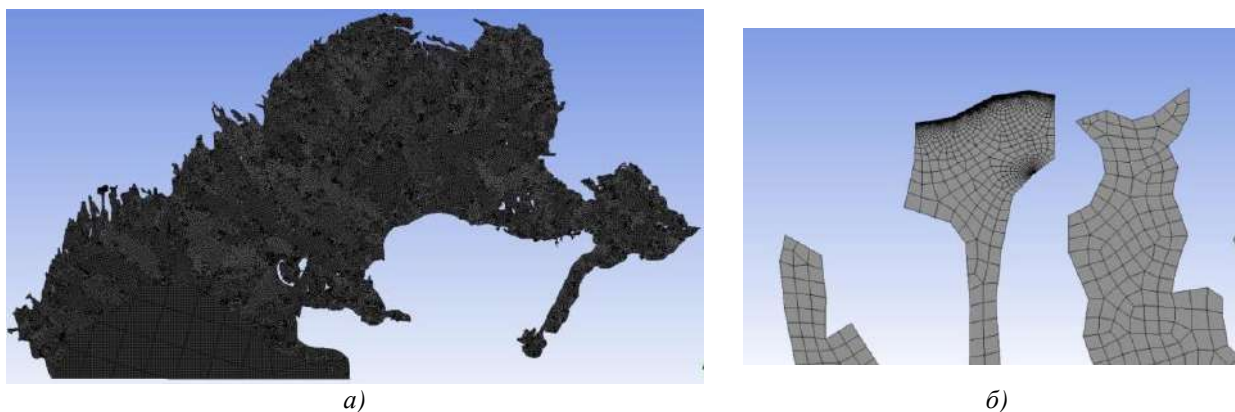


Рисунок 5. Вычислительная сетка (а). Зона исследования с более мелкой сеткой (б)

В этой модели имеется три типа входа. Во-первых, моделируется река, текущая с северо-запада входа (рис. 6а). Во-вторых, нефть входа (рис. 6б) выходит с береговой линии реки и смешивается с водой. И в некоторых сценариях вход ветра (рис. 6с). Южная часть выделенной области выбирается как симметричный выход, поскольку фактически она продолжается в нижней части. Все остальные границы, включая границы островов, считались стеной. Каждый тип границы включает набор граничных условий для каждой независимой переменной данной математической модели.

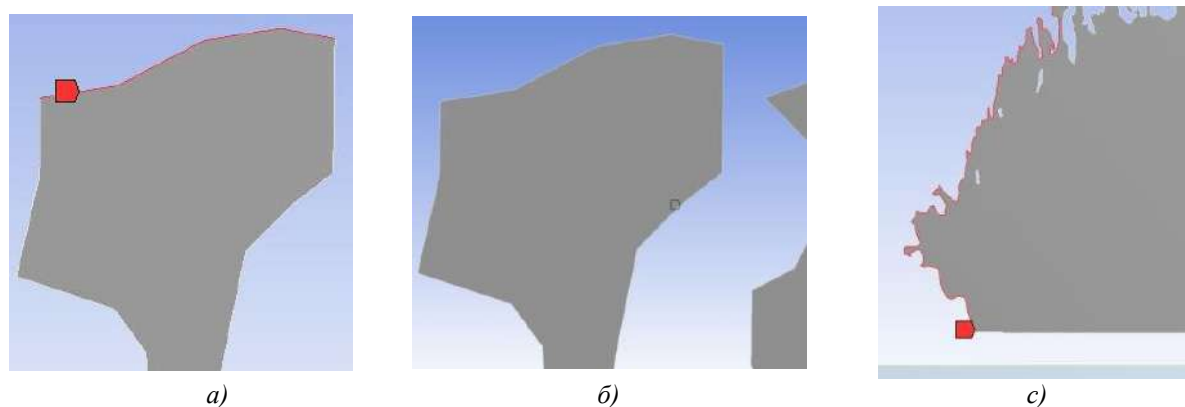


Рисунок 6. Вход реки (а), вход нефти (б), вход ветра (с)

Таблица 2. Различные параметры моделирования

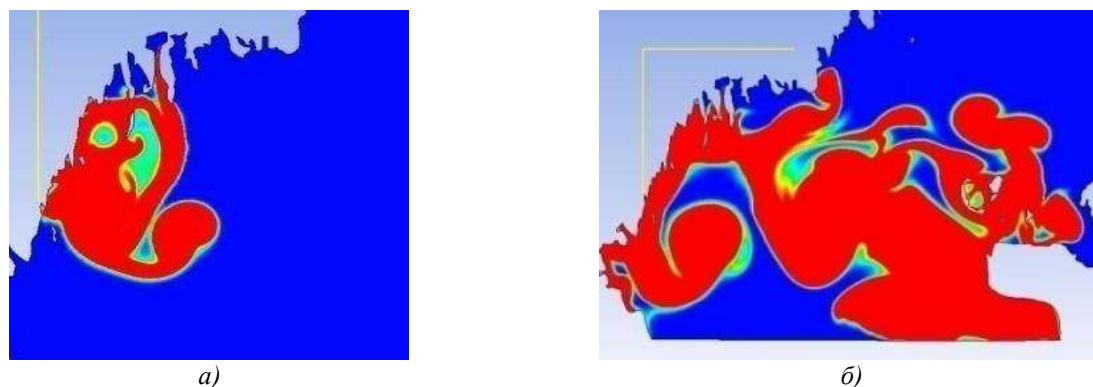
Сценарий №	Скорость нефти (м/с)	Скорость реки (м/с)	Скорость ветра (м/с)	Длительность (день)
1	1	1	-	10
2	1	2	4	10
3	1	2	-	10
4	1	2	2	10

*Сценарий 1.* В первом случае скорость реки составляет 1 м/с, нефти – 1 м/с. На рисунке проиллюстрирована модель в течение 10 дней. Площадь концентрации нефти ( $C_{19}H_{30}$ ) составила 7652,7 км<sup>2</sup> (рис. 7а).

*Сценарий 2.* Во втором случае добавляется ветер с запада со скоростью 4 м/с, а остальные параметры такие же, как и в сценарии 1, 42 365.1 км<sup>2</sup> (рис. 7б).

*Сценарий 3.* В третьем случае скорость реки -2 м/с, скорость нефти – 1 м/с. Площадь концентрации нефти ( $C_{19}H_{30}$ ) составила 18 238 км<sup>2</sup> (почти 10% от моделируемого региона) (рис. 7в).

*Сценарий 4.* Последний случай аналогичен сценарию 3, за исключением скорости ветра, которая составляет 2 м/с, 74430 км<sup>2</sup> (рис. 7г).



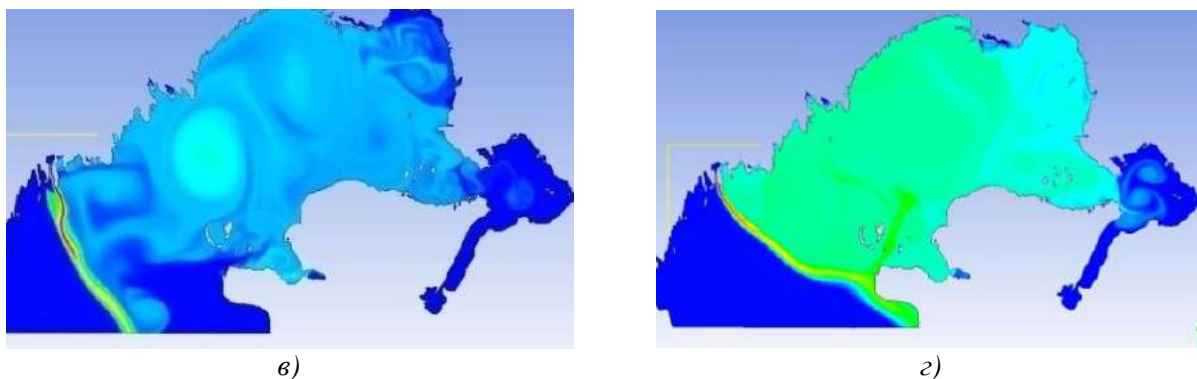


Рисунок 7. Изменение концентрации в зависимости от скоростей.  
 (а)  $v_r = 1 \text{ m/s}$ ,  $v_o = 1 \text{ m/s}$  (б).  $v_r = 2 \text{ m/s}$ ,  $v_o = 1 \text{ m/s}$ .  
 (в)  $v_r = 2 \text{ m/s}$ ,  $v_o = 1 \text{ m/s}$ ,  $v_w = 4 \text{ m/s}$ . (г)  $v_r = 2 \text{ m/s}$ ,  $v_o = 1 \text{ m/s}$ ,  $v_w = 6 \text{ m/s}$ .

На рисунке 8 показано результаты загрязнения области ( $\text{km}^2$ ) рассчитанные по вышеуказанным сценариям. Итоги демонстрируют, что плотность загрязнения отличается в зависимости от количества разлитой нефти и скорости ветра. Область передвижения нефтяного пятна возрастает с увеличением скорости течения и скорости ветра. С иной стороны, высочайшая скорость утечки или же резвые течения и ветры приводят к наибольшему спектру поверхностной диффузии. Кроме того в случае разливов нефти со средними экологическими критериями есть риск загрязнения населенных пунктов, находящих на берегу моря.

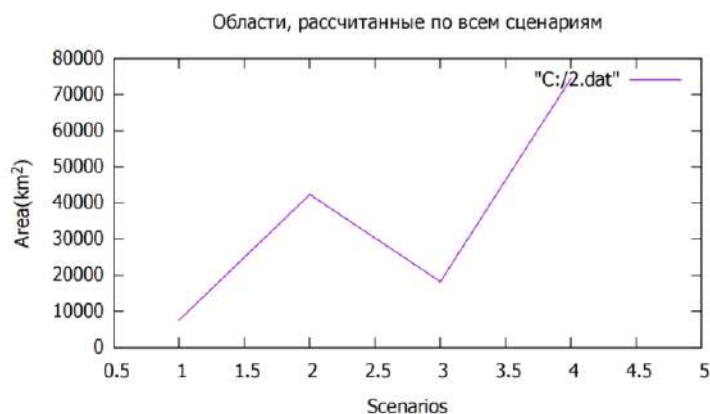


Рисунок 8. Области, рассчитанные по всем сценариям

### Заключение

В этой работе исследовано, как происходит распространение выброса нефти по Каспийскому морю и какие размеры он получит при условии дрейфа из северо-западной части моря. Для решения проблемы используется SIMPLE метод. 2D транспортная модель была разработана для прогнозирования нефтяного загрязнения в результате речных сбросов в CFD. Транспортный модуль модели вычисляет двумерные усредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса (RANS) с использованием модели k- epsilon turbulence model.

Спрос на добычу нефти в ближайшее время не прекратится, нефтяные вышки тоже будут строиться и скважины будут строиться, так как нефть и газ – это жизненно важный ресурс. В связи с этим загрязнение окружающей среды происходит быстро и часто. Это приводит к серьезным экологическим проблемам в мире. Поэтому актуальность моделирования загрязнения моря всегда будет стоять на первом плане. В результате была построена полная модель, описывающая движение разлива нефти под воздействием ветра.

References

- 1 N. Fukushima, K. Fukagata, N. Kasagi, H. Noguchi, K. Tanimoto. Numerical and experimental study on turbulent thermal mixing in a T-junction flow // in: *The 6<sup>th</sup> ASME-JSME Thermal engineering Joint Conference, 2003*, pp. 16–20
- 2 A. De Tilly, J. Sousa, An experimental study of heat transfer in a two-dimensional T-junction operating at a low momentum flux ratio // *Int. J. Heat Mass Transf.* 51 (3) 2008 pp.941–947.
- 3 H. Kamide, M. Igarashi, S. Kawashima, N. Kimura, K. Hayashi, Study on mixing behavior in a tee piping and numerical analyses for evaluation of thermal striping, // *Nucl.eng. Des.*239 (1) 2009 pp.58–67.
- 4 M. Hirota, e. Mohri, H. Asano, H. Goto , experimental study on turbulent mixing process in cross-flow type T-junction // *Int. J. Heat Fluid Flow* 31 (5) 2010 pp.776–784.
- 5 V. Naik-Nimbalkar, A. Patwardhan, I. Banerjee, G. Padmakumar, G. Vaidyanathan, Thermal mixing in T-junctions, // *Chem.eng. Sci.*65 (22) 2010pp.5901–5911.
- 6 C. Lin, M. Chen, Y. Ferng, Investigating thermal mixing and reverse flow characteristics in a T-junction by way of experiments, // *Appl. Therm. eng.* 99 2016pp.1171–1182.
- 7 J.I. Lee, L.-w. Hu, P. Saha, M.S. Kazimi, Numerical analysis of thermal striping induced high cycle thermal fatigue in a mixing tee, // *Nucl.eng. Des.*239 (5) 2009 pp.833–839.
- 8 A. Sakowitz, M. Mihaescu, L. Fuchs, effects of velocity ratio and in flow pulsations on the flow in a T-junction by large eddy simulation, // *Comput. Fluids* 88 2013pp.374–385.
- 9 R.J. Howard, e. Serre, Large-eddy simulation in a mixing tee junction: high order turbulent statistics analysis, // *Int. J. Heat Fluid Flow* 51 2015 pp. 65–77.
- 10 N.A. Begalishvili, T. Tsintsadze, N.N. Begalishvili, N. Tsintsadze “Mathematical Modeling of Oil Pollution Dissemination in River and Sea Waters of the Western Georgia” // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12 . 2012: pp. 493-496
- 11 Fangjie Yu, Chen Ge, SongyanXue, Yang Zhao (2018), Risk assessment of oil spills in the Chinese Bohai Sea for prevention and readiness // *Marine Pollution Bulletin* Volume 135, October 2018, pp 915-922
- 12 Dr. eng. Tsetskhladze R., Assoc.Prof. Chogovadze J., Assoc.Prof. Lomidze A., Assoc.Prof. Mardaleishvili N. Akaki Tsereteli, “Determination of Oil Spill Parameters In The Process Of Oil And Oil Products Spreading On The Water Surface”, // *International Scientific Journal "Machines. Technologies. Materials."*, 2015, year IX, ISSUE/ 9, pp. 3-5
- 13 Daming Li , Xingchen Tang , Yanqing Li, Xiao Wang, and Hongqiang Zhang, “Mathematical Modeling of Marine Oil Spills in the Luanjiakou District, near the Port of Yantai” // *Hindwi Discrete Dynamics in Nature and Society* Volume 2018, Article ID 2736102, pp 22
- 14 Chen Hai-zhou, LI Da-ming, LI Xiao, “Mathematical Modeling of oil Spill on The Sea And Application Of The Modeling In Daya Bay” // *Science Direct Journal of Hydrodynamics, Ser.B*, 2007,19(3):pp.282-291
- 15 Y. R. Chang, K. S. Chen. Prediction of opposing turbulent line jets discharged later ally into a confined cross flow. // *Elsevier Science Ltd*, vol 38, No 9, 1995, pp 1693-1703



МРНТИ 27.29.17; 27.29.25; 27.33.19  
УДК 517.968.78; 519.622

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.03>

Н.Б. Искакова<sup>1\*</sup>, Г.С. Алиханова<sup>1</sup>, А.Қ. Дүйсен<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: [narkesh@mail.ru](mailto:narkesh@mail.ru)

## ПАРАМЕТРЫ БАР ИНТЕГРАЛ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН СЫЗЫҚТЫҚ ШЕТТІК ЕСЕПТІ ШЕШУДІҢ БІР ӘДІСІ ТУРАЛЫ

*Аңдатпа*

Бұл жұмыста шектеулі кесіндіде параметрі бар интеграл-дифференциалдық теңдеулер жүйесі қарастырылады. Интегралдық мүшенің өзегі азынған деп саналады және берілген интеграл-дифференциалдық теңдеудің шешімін және параметрдің мәндерін табуға мүмкіндік беретін қосымша шарттар ретінде берілген кесіндінің алғашқы және соңғы нүктелеріндегі шешім мәндері беріледі. Қарастырылып отырған шеттік есеп Д.С. Джумабаевтың параметрлеу әдісімен зерттеледі. Параметрлеу әдісіне сүйене отырып, қосымша параметрлер енгізіледі. Изделінді параметрдің бекітілген мәні бойынша азынған өзегі бар интеграл-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін Коши арнайы есебінің шешілімділігі тағайындалады. Интеграл-дифференциалдық теңдеудің дифференциалдық бөлігінің іргелі матрицасын қолдана отырып және Коши арнайы есебінің шешілімділігін ескере отырып, бастапқы шеттік есеп енгізілген қосымша параметрлерге қатысты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесіне келтіріледі. Бұл жүйенің шешімінің болуы зерттелінді есептің шешілімділігін қамтамасыз етеді. Сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесін құру және шешуге негізделген, бастапқы есептің шешімін табудың алгоритмі ұсынылған.

**Түйін сөздер:** шеттік есеп, интеграл-дифференциалдық теңдеу, параметр, параметрлеу әдісі, алгоритм.

*Аннотация*

Н.Б. Искакова<sup>1</sup>, Г.С. Алиханова<sup>1</sup>, А.Қ. Дүйсен<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

## ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ ПАРАМЕТР

В настоящей работе на ограниченном отрезке рассматривается система интегро-дифференциальных уравнений, содержащих параметр. Ядро интегрального члена предполагается вырожденным и в качестве дополнительных условий, позволяющих найти значения параметра и решение заданного интегро-дифференциального уравнения даны значения решения в начальной и конечной точках заданного отрезка. Рассматриваемая краевая задача исследуется методом параметризации Д.С. Джумабаева. На основе метода параметризации вводятся дополнительные параметры. При фиксированном значении искомого параметра устанавливается разрешимость специальной задачи Коши для системы интегро-дифференциальных уравнений с вырожденным ядром. Используя фундаментальную матрицу дифференциальной части интегро-дифференциального уравнения и предполагая разрешимость специальной задачи Коши, исходная краевая задача сводится к системе линейных алгебраических уравнений относительно введенных дополнительных параметров. Существование решения этой системы обеспечивает разрешимость исследуемой задачи. Предложен алгоритм нахождения решения исходной задачи, основанный на построении и решении системы линейных алгебраических уравнений.

**Ключевые слова:** краевая задача, интегро-дифференциальное уравнение, параметр, метод параметризации, алгоритм.

*Abstract*

## ON A METHOD FOR SOLVING A LINEAR BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR A SYSTEM OF INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS CONTAINING THE PARAMETER

Iskakova N.B.<sup>1</sup>, Alihanova G.S.<sup>1</sup>, Duisen A.K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

In the present work for a limited period, we consider the system of integro-differential equations of containing the parameter. The kernel of the integral term is assumed to be degenerate, and as additional conditions for finding the

values of the parameter and the solution of the given integro-differential equation, the values of the solution at the initial and final points of the given segment are given. The boundary value problem under consideration is investigated by D.S. Dzhumabaev's parametrization method. Based on the parameterization method, additional parameters are introduced. For a fixed value of the desired parameter, the solvability of the special Cauchy problem for a system of integro-differential equations with a degenerate kernel is established. Using the fundamental matrix of the differential part of the integro-differential equation and assuming the solvability of the special Cauchy problem, the original boundary value problem is reduced to a system of linear algebraic equations with respect to the introduced additional parameters. The existence of a solution to this system ensures the solvability of the problem under study. An algorithm for finding the solution of the initial problem based on the construction and solutions of a system of linear algebraic equations is proposed.

**Keywords:** boundary value problem, integro-differential equation, parameter, parameterization method, algorithm.

### Кіріспе. Есептің қойылуы.

$[0, T)$ -да азынған өзегі бар интеграл-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t)\mu + \varphi(t) \int_0^T \psi(s)x(s)ds + f(t), \quad x \in R^2, \mu \in R^3, \quad (1)$$

параметрі бар, келесі шартты қанағаттандыратын

$$C_0\mu + C_1x(0) + C_2x(T) = d, \quad d \in R^5, \quad (2)$$

екі нүктелі сызықтық шеттік есеп қарастырылады, мұнда  $A(t), \varphi(t), \psi(t)$  матрицалары  $(2 \times 2)$  өлшемді,  $B(t)$  матрицасы  $(2 \times 3)$  өлшемді және  $f(t)$  вектор-функциясы  $[0, T]$ -да үзіліссіз,  $C_1, C_2$  – матрицалары  $(5 \times 2)$  өлшемді,  $C_0$  – матрицасы  $(5 \times 3)$  өлшемді тұрақты матрицалар,  $d$  – тұрақты вектор,  $\|x\| = \max_i |x_i|$ .

(1), (2) есебінің шешімі деп, ондағы  $x^*(t)$   $[0, T]$ -да үзіліссіз,  $(0, T)$ -да үзіліссіз дифференциалданатын функция болып табылатын, және  $\mu = \mu^*$  болғанда (1) интеграл-дифференциалдық теңдеулер жүйесін, (2) шеттік шартты қанағаттандыратын  $(x^*(t), \mu^*)$  жұбын айтамыз.

Параметрі бар интеграл-дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер, механика, физика, химия, техника, биология, экономика және басқада түрлі үдерістердің математикалық моделі бола отырып, қолданбалы математиканың көптеген бөлімдерінде кездеседі. Интеграл-дифференциалдық теңдеулер үшін және параметрі бар интеграл-дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептердің шешілімділік, жәнede олардың шешімін табу әдістерін құру мәселелері [1-10] жұмыстарда зерттелді.

Аталмыш мақала, іргелі матрицаны және Д.С. Джумабаевтың [11] параметрлеу әдісін қолдануға негізделген (1), (2) есебінің шешімін табу алгоритмін құруға арналған.

**Зерттеу әдісі.**  $[0, T)$  аралығын келесі қадаммен  $h > 0: Nh = T$  ( $N \in \mathbb{N}$ ):  $[0, T) = \bigcup_{r=1}^N [(r-1)h, rh)$

бөліктерге бөлеміз.

(1), (2) есебі келесі эквивалентті көпнүктелік шеттік есепке келтіріледі

$$\frac{dx_r}{dt} = A(t)x_r + B(t)\mu + \varphi(t) \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s)x_j(s)ds + f(t), \quad t \in [(r-1)h, rh), \quad r=1:N, \quad (3)$$

$$C_0\mu + C_1x_1(0) + C_2 \lim_{t \rightarrow T-0} x_N(t) = d, \quad (4)$$

$$\lim_{t \rightarrow ph-0} x_p(t) = x_{p+1}(ph), \quad p=1:N-1, \quad (5)$$

мұнда  $x(t)$  функциясының  $r$ -ші интервалға тарылуы  $x_r(t)$ , яғни  $x(t) = x_r(t)$ ,  $r=1:N$ , (5)  $-[0, T)$  бөліктеуінің ішкі нүктелеріндегі шешімді қабыстыру шарттары.

Қосымша параметрлер еңгіземіз  $\lambda_0 = \mu$ ,  $\lambda_r = x_r((r-1)h)$ ,  $r=1:N$ , және әрбір  $[(r-1)h, rh)$  интервалда  $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r$  функциясына алмастыру жасаймыз. Сонда (3)-(5) шеттік есебі параметрлі шеттік есепке келтіріледі

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)(u_r + \lambda_r) + B(t)\lambda_0 + \varphi(t) \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s)(u_j(s) + \lambda_j) ds + f(t), \quad t \in [(r-1)h, rh), \quad (6)$$

$$u_r((r-1)h) = 0, \quad r = 1:N, \quad (7)$$

$$C_0\lambda_0 + C_1\lambda_1 + C_2(\lambda_N + \lim_{t \rightarrow T-0} u_N(t)) = d, \quad (8)$$

$$\lambda_p + \lim_{t \rightarrow ph-0} u_p(t) = \lambda_{p+1}, \quad p = 1:N-1, \quad (9)$$

(6), (7) – параметрі бар интеграл-дифференциалдық теңдеу үшін арнайы Коши есебі.

(3)-(5) және (6)-(9) есептері эквивалентті.

Егер  $(x^*[t], \mu^*)$ , мұнда  $x^*[t] = (x_1^*(t), x_2^*(t), \dots, x_N^*(t))$ , – (3)-(5) есебінің шешімі болса, онда  $\lambda^* = (\lambda_0^*, \lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_N^*)$ ,  $\lambda_0^* = \mu^*$ ,  $\lambda_r^* = x_r^*((r-1)h)$ ,  $r = 1:N$ ,  $u^*[t] = (u_1^*(t), u_2^*(t), \dots, u_N^*(t))$ ,  $u_r^*(t) = x_r^*(t) - \lambda_r^*((r-1)h)$ ,  $t \in [(r-1)h, rh)$ ,  $r = 1:N$ , элементтерімен  $(\lambda^*, u^*[t])$  (6)-(9) есебінің шешімі болады. Және, керісінше, егер  $(\tilde{\lambda}, \tilde{u}[t])$ , мұнда  $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_0, \tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, \dots, \tilde{\lambda}_N)$ ,  $\tilde{u}[t] = (\tilde{u}_1(t), \tilde{u}_2(t), \dots, \tilde{u}_N(t))$  – (6)-(9) есебінің шешімі болса, онда  $(\tilde{x}[t], \tilde{\mu})$ , мұндағы  $\tilde{x}[t] = (\tilde{x}_1(t), \tilde{x}_2(t), \dots, \tilde{x}_N(t))$ , келесі теңдіктермен анықталады  $\tilde{x}_r(t) = \tilde{\lambda}_r + \tilde{u}_r(t)$ ,  $t \in [(r-1)h, rh)$ ,  $r = 1:N$ ,  $\tilde{\mu} = \tilde{\lambda}_0$ , (3)-(5) есебін қанағаттандырады.

$\frac{dy}{dt} = A(t)y$ ,  $t \in [0, T]$  жәй дифференциалдық теңдеуінің фундаменталдық матрицасы  $X(t)$  болсын.  $X(t)$  матрицасын қолдану (6), (7) есепті параметрлердің бекітіліп алынған мәндерінде интегралдық теңдеулердің эквивалентті жүйесіне келтіруді қамтамасыз етеді

$$u_r(t) = X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau) \left[ A(\tau)\lambda_r + B(\tau)\lambda_0 + \varphi(\tau) \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s)(u_j(s) + \lambda_j) ds + f(\tau) \right] d\tau, \quad t \in [(r-1)h, rh), \quad r = 1:N. \quad (10)$$

Белгілеу еңгіземіз  $\hat{\alpha} = \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s)u_j(s) ds$ . Онда (10) мына түрде жазылады

$$u_r(t) = X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) d\tau \cdot \hat{\alpha} + X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau) \left\{ A(\tau) \cdot \lambda_r + B(\tau) \cdot \lambda_0 + \varphi(\tau) \cdot \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s) ds \cdot \lambda_j + f(\tau) \right\} d\tau, \quad t \in [(r-1)h, rh), \quad r = 1:N. \quad (11)$$

(11)-де,  $t = \tau$  деп алып, екі жағында  $\psi(\tau)$ -ға көбейтіп,  $\tau$  бойынша  $[(r-1)h, rh)$ -да интегралдап, және, сол және оң жақтарын  $r$  бойынша қосып,  $\hat{\alpha}$ -ға қатысты сызықтық теңдеулер жүйесін аламыз:

$$[I - G(h)] \cdot \hat{\alpha} = \sum_{r=0}^N V_r(h) \cdot \lambda_r + \Phi(h), \quad (12)$$



мұнда

$$G(h) = \sum_{r=1}^N \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau)X(\tau) \int_{(r-1)h}^{\tau} X^{-1}(\tau_1)\varphi(\tau_1)d\tau_1d\tau, V_0(h) = \sum_{r=1}^N \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau)X(\tau) \int_{(r-1)h}^{\tau} X^{-1}(\tau_1)B(\tau_1)d\tau_1d\tau, \quad (13)$$

$$V_r(h) = \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau)X(\tau) \int_{(r-1)h}^{\tau} X^{-1}(\tau_1)A(\tau_1)d\tau_1d\tau + \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(\tau)X(\tau) \int_{(j-1)h}^{\tau} X^{-1}(\tau_1)\varphi(\tau_1)d\tau_1d\tau \cdot \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(s)ds, \quad r = 1:N, \quad (14)$$

$$\Phi(h) = \sum_{r=1}^N \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau)X(\tau) \int_{(r-1)h}^{\tau} X^{-1}(\tau_1)f(\tau_1)d\tau_1d\tau, \quad (15)$$

сонымен бірге  $G(h), V_r(h), r = 1:N$ , – матрицалар, өлшемі  $(2 \times 2)$ ,  $V_0(h)$  – матрица, өлшемі  $(2 \times 3)$ ,  $\Phi(h)$  – вектор-функция, өлшемі  $(2 \times 1)$ ,  $I$  – бірлік матрица.

$I - G(h)$  матрицасы қайтарымды болғанда, (12)-ден мынаны анықтаймыз

$$\hat{\alpha} = [I - G(h)]^{-1} \left\{ \sum_{r=0}^N V_r(h)\lambda_r + \Phi(h) \right\}, \quad (16)$$

(16) –ны (11)-дің оң жағына қойып,  $u_r(t)$ ,  $r = 1:N$ , –ны  $\lambda_r$ ,  $r = 0:N$ , параметрлері арқылы және  $f(t)$  вектор-функциясын табамыз:

$$\begin{aligned} u_r(t) = & X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau) \{B(\tau) + \varphi(\tau)[I - G(h)]^{-1}V_0(h)\}d\tau \cdot \lambda_0 + X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau)A(\tau)d\tau \cdot \lambda_r + \\ & + X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau)\varphi(\tau)d\tau \cdot \sum_{j=1}^N \left\{ [I - G(h)]^{-1}V_j(h) + \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s)ds \right\} \cdot \lambda_j + \\ & X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau) \{f(\tau) + \varphi(\tau)[I - G(h)]^{-1}\Phi(h)\}d\tau, \quad r = 1:N. \end{aligned} \quad (17)$$

(17)-ден,  $\lim_{t \rightarrow rh-0} u_r(t)$ ,  $r = 1:N$ , шекті анықтай отырып және оны (8) және (9) –ға қоя отырып,  $\lambda_r$ ,  $r = 0:N$  белгісіз параметрлеріне қатысты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\begin{aligned} & \left[ C_0 + C_2 X(T) \int_{(N-1)h}^T X^{-1}(\tau) \{B(\tau) + \varphi(\tau)[I - G(h)]^{-1}V_0(h)\}d\tau \right] \cdot \lambda_0 + \\ & + \left[ C_1 + C_2 X(T) \int_{(N-1)h}^T X^{-1}(\tau)\varphi(\tau)d\tau \left\{ [I - G(h)]^{-1}V_1(h) + \int_0^h \psi(s)ds \right\} \right] \cdot \lambda_1 + \\ & + C_2 X(T) \int_{(N-1)h}^T X^{-1}(\tau)\varphi(\tau)d\tau \sum_{j=2}^{N-1} \left\{ [I - G(h)]^{-1}V_j(h) + \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s)ds \right\} \lambda_j + \\ & + C_2 \left[ I + X(T) \int_{(N-1)h}^T X^{-1}(\tau) \left\{ A(\tau) + \varphi(\tau) \left( [I - G(h)]^{-1}V_N(h) + \int_{(N-1)h}^T \psi(s)ds \right) \right\} \right] \cdot \lambda_N = \\ & = d - X(T) \int_{(N-1)h}^T X^{-1}(\tau) \{f(\tau) + \varphi(\tau)[I - G(h)]^{-1}\Phi(h)\}d\tau, \quad (18) \\ & X(ph) \int_{(p-1)h}^{ph} X^{-1}(\tau) \{B(\tau) + \varphi(\tau)[I - G(h)]^{-1}V_0(h)\}d\tau \cdot \lambda_0 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + X(ph) \int_{(p-1)h}^{ph} X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) d\tau \sum_{j=1}^{p-1} \left\{ [I - G(h)]^{-1} V_j(h) + \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s) ds \right\} \lambda_j + \\
 & + \left[ I + X(ph) \int_{(p-1)h}^{ph} X^{-1}(\tau) \left\{ A(\tau) + \varphi(\tau) \left( [I - G(h)]^{-1} V_p(h) + \int_{(p-1)h}^{ph} \psi(s) ds \right) \right\} d\tau \right] \cdot \lambda_p + \\
 & + \left[ -I + X(ph) \int_{(p-1)h}^{ph} X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) \left( [I - G(h)]^{-1} V_{p+1}(h) + \int_{ph}^{(p+1)h} \psi(s) ds \right) d\tau \right] \cdot \lambda_{p+1} + \\
 & + X(ph) \int_{(p-1)h}^{ph} X^{-1}(\tau) \varphi(\tau) d\tau \sum_{j=p+1}^N \left\{ [I - G(h)]^{-1} V_j(h) + \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s) ds \right\} \lambda_j = \\
 & = -X(ph) \int_{(p-1)h}^{ph} X^{-1}(\tau) \left\{ f(\tau) + \varphi(\tau) [I - G(h)]^{-1} \Phi(h) \right\} d\tau, \quad p = 1 : N - 1. \quad (19)
 \end{aligned}$$

Алынған (18), (19) жүйені мына түрде жазамыз

$$Q(h) \cdot \lambda = -F(h), \quad \lambda \in R^{2N+3}. \quad (20)$$

**Лемма.**  $Nh = T$ ,  $h > 0$  болатындай,  $N \in \mathbb{N}$  саны табылатын болсын. Сонда орынды:

а)  $\lambda_r^*$ ,  $r = 1 : N$  компоненттері (1), (2) есебінің бөліктеу нүктелеріндегі  $x^*(t)$  шешімінің мәндерінен құрастырылған  $\lambda^* = (\lambda_0^*, \lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_N^*) \in R^{2N+3}$  векторы  $\lambda_r^* = x^*((r-1)h)$ ,  $r = 1 : N$ , (20) – ны қанағаттандырады;

б) егер  $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_0, \tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, \dots, \tilde{\lambda}_N) \in R^{2N+3}$  (20) жүйенің шешімі, ал  $\tilde{u}[t] = (\tilde{u}_1(t), \tilde{u}_2(t), \dots, \tilde{u}_N(t))$  функциялар жүйесі (6), (7) Коши есебінің шешімі болатын болса, онда  $(\tilde{x}(t), \tilde{\mu})$  жұбы, мұнда  $\tilde{x}(t)$  функциясы, келесі теңдіктермен анықталады  $\tilde{x}(t) = \tilde{\lambda}_r + \tilde{u}_r(t)$ ,  $t \in [(r-1)h, rh)$ ,  $r = 1 : N$ ,  $\tilde{x}(T) = \tilde{\lambda}_N + \lim_{t \rightarrow T-0} \tilde{u}_N(t)$ , параметр  $\tilde{\mu} = \tilde{\lambda}_0$ , (1), (2) есебінің шешімі болып табылады.

Лемманы қолдана отырып,  $I - G(h)$  матрицасы қайтарымды болғанда (1), (2) есебінің шешілімділігінің қажетті және жеткілікті шарты, (20) жүйенің шешімі болуы, ал бір мәнді шешілімділіктің нышаны -  $Q(h)$  матрицасының қайтарымдылығы болып табылатынын аңғару қиын емес.

**Шешу алгоритмі.** Аталмыш алгоритмнің негізгі құрастырушысы болып, жәй дифференциалдық теңдеулер үшін Коши есебі болып табылады

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + P(t), \quad x(t_{r-1}) = 0, \quad t \in [(r-1)h, rh), \quad r = 1 : N, \quad (20)$$

бұл арада  $P(t)$  - не матрица, не вектор-функция.

Ал  $a_r(P, t) = X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau) P(\tau) d\tau$ ,  $r = 1 : N$ , арқылы (20) – ның шешімін белгілейміз.

**I.**  $[0, T)$  интервалының бөліктеуі жүргізілген болсын. Коши есебін шеше отырып

$$\frac{dy}{dt} = A(t)y + \varphi(y), \quad y(t_{r-1}) = 0, \quad t \in [(r-1)h, rh), \quad r = 1 : N, \quad (20)$$

$$\frac{dy}{dt} = A(t)y + A(y), \quad y(t_{r-1}) = 0, \quad t \in [(r-1)h, rh), \quad r = 1 : N, \quad (21)$$

$$\frac{dy}{dt} = A(t)y + B(y), \quad y(t_{r-1}) = 0, \quad t \in [(r-1)h, rh], \quad r = 1:N, \quad (22)$$

$$\frac{dy}{dt} = A(t)y + f(y), \quad y(t_{r-1}) = 0, \quad t \in [(r-1)h, rh], \quad r = 1:N, \quad (23)$$

$t \in [(r-1)h, rh]$  -да  $a_r(\varphi, t)$ ,  $a_r(A, t)$ ,  $a_r(B, t)$  матрицалық функцияларын және  $a_r(f, t)$ ,  $r = 1:N$  векторларын табамыз.

**II.** Интегралды есептейміз

$$\begin{aligned} \hat{\psi}_r &= \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau) d\tau, \quad \hat{\psi}_r(\varphi) = \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau) a_r(\varphi, \tau) d\tau, \quad \hat{\psi}_r(A) = \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau) a_r(A, \tau) d\tau, \\ \hat{\psi}_r(B) &= \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau) a_r(B, \tau) d\tau, \quad \hat{\psi}_r(f) = \int_{(r-1)h}^{rh} \psi(\tau) a_r(f, \tau) d\tau, \quad r = 1:N. \end{aligned} \quad (24)$$

(13)-(15) –ті ескере отырып, мынаны аламыз

$$\hat{G} = \sum_{r=1}^N \hat{\psi}_r(\varphi), \quad \hat{V}_0 = \sum_{r=1}^N \hat{\psi}_r(B), \quad \hat{V}_r = \hat{\psi}_r(A) + \sum_{j=1}^N \hat{\psi}_j(\varphi) \cdot \hat{\psi}_r, \quad r = 1:N, \quad \hat{\Phi} = \sum_{r=1}^N \hat{\psi}_r(f).$$

**III.**  $I - \hat{G}$  матрицасының қайтарымдылығын болжамдай отырып,  $\lambda_r$ ,  $r = 0:N$  белгісіздеріне қатысты сызықтық теңдеулер жүйесін құрамыз. Осы жүйені шеше отырып, параметрлерді табамыз  $\lambda_r^*$ ,  $r = 0:N$ .

**IV.**  $\hat{\alpha}^* = [I - \hat{G}]^{-1} \left\{ \sum_{r=0}^N \hat{V}_r \lambda_r^* + \hat{\Phi} \right\}$ -ны табамыз, және (1), (2) шеттік есебінің шешімін мына

теңдіктермен анықтаймыз

$$x^*(t) = X(t)X^{-1}((r-1)h)\lambda_r^* + X(t) \int_{(r-1)h}^t X^{-1}(\tau) \left\{ B(\tau) \cdot \lambda_0^* + \varphi(\tau) \cdot \left\{ \hat{\alpha}^* + \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s) ds \cdot \lambda_j^* \right\} + f(\tau) \right\} d\tau, \quad (25)$$

$$t \in [(r-1)h, rh], \quad r = 1:N,$$

$$x^*(T) = X(T)X^{-1}((N-1)h)\lambda_N^* + X(T) \int_{(N-1)h}^T X^{-1}(\tau) \left\{ B(\tau) \cdot \lambda_0^* + \varphi(\tau) \cdot \left\{ \hat{\alpha}^* + \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s) ds \cdot \lambda_j^* \right\} + f(\tau) \right\} d\tau. \quad (26)$$

(25), (26) көрсетілім (1), (2) есептің шешімінің аналитикалық формасын береді.

Белгілі болғандай, фундаменталдық матрицаны әруақытта тұрғызу мүмкін емес, сондықтан (1), (2) есептің шешімін табу алгоритмін сандық жүзеге асыру ұсынылады.  $A(t)$ ,  $B(t)$ ,  $\varphi(t)$ ,  $\psi(t)$  матрицалары және  $f(t)$  вектор-функциясы  $[0, T]$ -де үшінші ретке дейін үзіліссіз дифференциалданады деп болжамдаймыз. Сонда шеттік есептің шешімінің төртінші ретке дейін үзіліссіз туындысы болады. (20)–(23) Коши есебін төртінші ретті Рунге–Кутт әдісімен шешеміз. Бұл үшін әрбір  $[(r-1)h, rh]$ ,  $r = 1:N$ , интервалды  $\tilde{h} = h / \tilde{N}$  қадамымен  $\tilde{N}$  жұп бөлікке бөлеміз. Әрі қарай, Симпсон формуласының көмегімен (24) интегралды есептей отырып, мыналарды аламыз  $\hat{G}^{\tilde{h}}$ ,  $\hat{V}_r^{\tilde{h}}$ ,  $r = 1:N$ ,  $\hat{\Phi}^{\tilde{h}}$ .  $I - \hat{G}^{\tilde{h}}$  матрицасының қайтарымды болуын болжамдай отырып, белгісіз параметрлерге қатысты сызықтық теңдеулер жүйесін құрамыз

$$Q^{\tilde{h}}(\tilde{h}) \cdot \lambda = -F^{\tilde{h}}(\tilde{h}), \quad \lambda \in R^{2N+3},$$

$\lambda^{\tilde{h}} = (\lambda_0^{\tilde{h}}, \lambda_1^{\tilde{h}}, \lambda_2^{\tilde{h}}, \dots, \lambda_N^{\tilde{h}})$ -ны табамыз.

Сонымен табатынымыз:

а) параметр  $\mu^{\tilde{h}} = \lambda_0^{\tilde{h}}$ ;

б) сан  $\hat{\alpha}^{\tilde{h}} = [I - \hat{G}^{\tilde{h}}]^{-1} \left\{ \sum_{r=0}^N \hat{V}_r^{\tilde{h}} \lambda_r^{\tilde{h}} + \hat{\Phi}^{\tilde{h}} \right\}$ ;

в)  $x_r^*(t)$  сандық шешімінің интервалшалардың алғашқы нүктелеріндегі мәндері, яғни  $x_r^{\tilde{h}}((r-1)h) = \lambda_r^{\tilde{h}}$ ,  $r = 1: N$ .

Интервалшалардың басқа нүктелеріндегі сандық шешімнің мәндерін, төртінші ретті Рунге–Кутт әдісін мына түрдегі есепке қайтара қолданып табамыз

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + B(t)\lambda_0^{\tilde{h}} + \varphi(t) \cdot \left\{ \hat{\alpha}^* + \sum_{j=1}^N \int_{(j-1)h}^{jh} \psi(s) ds \cdot \lambda_j^{\tilde{h}} \right\} + f(t), \quad t \in [(r-1)h, rh),$$

$$z((r-1)h) = \lambda_r^{\tilde{h}}, \quad r = 1: N.$$

Параметрлеу әдісі негізінде (1), (2) есептің сандық шешімін табудың ұсынылған тәсілін көрнекілеу үшін келесі тестік есепті қарастырамыз

$$\frac{dx}{dt} = \begin{pmatrix} t^2 & 1 \\ e^t & t \end{pmatrix} \cdot x + \begin{pmatrix} 2 \cdot t & 0 & 1 \\ -5 & 4-t & 2 \end{pmatrix} \cdot \mu + \begin{pmatrix} t & 1 \\ 0 & t^2 \end{pmatrix} \cdot \int_0^t \begin{pmatrix} 1 & s-1 \\ 2s & 0 \end{pmatrix} \cdot x(s) ds +$$

$$+ \begin{pmatrix} -t^4 - t^2 - \frac{43 \cdot t}{6} - \frac{9}{2} \\ \frac{t^2}{2} - e^t - t^2 \cdot e^t - 2 \cdot t + 23 \end{pmatrix}, \quad t \in [0, 1), \quad x \in R^2, \mu \in R^3,$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & -3 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 1/2 \end{pmatrix} \cdot \mu + \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 3 \\ 0 & 1 \\ -2 & 1 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} \cdot x(0) + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \\ 1 & 1 \\ -2 & 3 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \cdot x(T) = \begin{pmatrix} 8 \\ 10 \\ -3 \\ -6 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Қарастырылып отырған есептің шешімі келесі жұп болып табылады  $(x^*(t), \mu^*)$ , мұнда

$$x^*(t) = \begin{pmatrix} t^2 + 1 \\ 1 - 2t \end{pmatrix}, \quad \mu = \begin{pmatrix} 5 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

$N = 2$ ,  $M = 20$ ,  $\tilde{h} = 0.0025$  деп алып, және (20)-(23) Коши есебін төртінші ретті Рунге–Кутт әдісімен шеше отырып, Симпсон формуласының көмегімен (24) интегралды есептей отырып, белгісіз параметрлерге қатысты сызықтық теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$Q^{\tilde{h}}(h) \cdot \lambda = -F^{\tilde{h}}(h), \quad \lambda \in R^7,$$

мұнда

$$Q^{\tilde{h}}(h) =$$

$$= \begin{pmatrix} 1.6359054705 & 0.6714793228 & 0.7522302301 & 1.7473429406 & 1.9023274555 & 3.5264541561 & 1.1728396341 \\ 4.5506912345 & 0.5891160657 & -2.4560268974 & -1.618167934 & 3.0308396661 & -3.2345407634 & -2.2657647055 \\ -0.9147857639 & 7.0823632571 & 1.2082571275 & 1.3655108774 & 0.8714877894 & 6.7609949195 & 3.4386043396 \\ -8.9238846445 & 5.8896931574 & 4.863620232 & -1.6401820792 & 1.1028260909 & 2.6507139782 & 4.4516148483 \\ -1.6359054705 & 0.3285206772 & -1.2522302301 & 3.2526570594 & 3.0976725445 & -3.5264541561 & -1.1728396341 \\ -0.1861407485 & 0.6523185498 & 1.3052133857 & 1.6204069658 & 0.5606933148 & 0.1204656977 & 0.2701650267 \\ -2.7359068367 & 2.2319946618 & 1.5508837766 & 0.9125137303 & 1.3355997668 & 0.4583507314 & -0.8863546504 \end{pmatrix}$$

Бұдан табатынымыз

$$\mu^{\tilde{h}} = \lambda_0^{\tilde{h}} = \begin{pmatrix} 5.0000000011 \\ -0.999999984 \\ 2.0000000044 \end{pmatrix}, \lambda_1^{\tilde{h}} = \begin{pmatrix} 1.0000000012 \\ 0.999999989 \end{pmatrix}, \lambda_2^{\tilde{h}} = \begin{pmatrix} 1.2500000063 \\ 0.0000000049 \end{pmatrix}$$

[0, 1] кесіндісінің бөліктеу нүктелеріндегі шеттік есептің сандық мәндері, келесі кестеде берілген.

Кесте. Шеттік есептің сандық және дәл шешімдерін есептеу нәтижелері

$t$	$\tilde{x}_1(t)$ (сандық шешім)	$x_1^*(t)$ (дәл шешім)	$\tilde{x}_2(t)$ (сандық шешім)	$x_2^*(t)$ (дәл шешім)
0	1.0000000012	1.0000000000	0.9999999989	1.0000000000
0.025	1.0006250014	1.0006250000	0.9499999992	0.9500000000
0.05	1.0025000017	1.0025000000	0.8999999995	0.9000000000
0.075	1.0056250019	1.0056250000	0.8499999998	0.8500000000
0.1	1.0100000022	1.0100000000	0.8000000001	0.8000000000
0.125	1.0156250024	1.0156250000	0.7500000003	0.7500000000
0.15	1.0225000027	1.0225000000	0.7000000006	0.7000000000
0.175	1.0306250030	1.0306250000	0.6500000009	0.6500000000
0.2	1.0400000032	1.0400000000	0.6000000012	0.6000000000
0.225	1.0506250035	1.0506250000	0.5500000015	0.5500000000
0.25	1.0625000038	1.0625000000	0.5000000018	0.5000000000
0.275	1.0756250040	1.0756250000	0.4500000021	0.4500000000
0.3	1.0900000043	1.0900000000	0.4000000024	0.4000000000
0.325	1.1056250046	1.1056250000	0.3500000027	0.3500000000
0.35	1.1225000048	1.1225000000	0.3000000030	0.3000000000
0.375	1.1406250051	1.1406250000	0.2500000033	0.2500000000
0.4	1.1600000053	1.1600000000	0.2000000037	0.2000000000
0.425	1.1806250056	1.1806250000	0.1500000040	0.1500000000
0.45	1.2025000058	1.2025000000	0.1000000043	0.1000000000
0.475	1.2256250060	1.2256250000	0.0500000046	0.0500000000
0.5	1.2500000063	1.2500000000	0.0000000049	0.0000000000
0.525	1.2756250065	1.2756250000	-0.0499999948	-0.0500000000
0.55	1.3025000067	1.3025000000	-0.0999999945	-0.1000000000
0.575	1.3306250069	1.3306250000	-0.1499999942	-0.1500000000
0.6	1.3600000070	1.3600000000	-0.1999999939	-0.2000000000
0.625	1.3906250072	1.3906250000	-0.2499999937	-0.2500000000
0.65	1.4225000073	1.4225000000	-0.2999999934	-0.3000000000
0.675	1.4556250074	1.4556250000	-0.3499999932	-0.3500000000
0.7	1.4900000075	1.4900000000	-0.3999999931	-0.4000000000
0.725	1.5256250076	1.5256250000	-0.4499999929	-0.4500000000
0.75	1.5625000076	1.5625000000	-0.4999999929	-0.5000000000
0.775	1.6006250076	1.6006250000	-0.5499999928	-0.5500000000
0.8	1.6400000075	1.6400000000	-0.5999999929	-0.6000000000
0.825	1.6806250074	1.6806250000	-0.6499999930	-0.6500000000
0.85	1.7225000072	1.7225000000	-0.6999999932	-0.7000000000

0.875	1.7656250070	1.7656250000	-0.7499999935	-0.7500000000
0.9	1.8100000067	1.8100000000	-0.7999999940	-0.8000000000
0.925	1.8556250062	1.8556250000	-0.8499999946	-0.8500000000
0.95	1.9025000057	1.9025000000	-0.8999999953	-0.9000000000
0.975	1.9506250051	1.9506250000	-0.9499999963	-0.9500000000
1	2.0000000043	2.0000000000	-0.9999999974	-1.0000000000

Кестеде көрсетілгендей, дәл және сандық шешімдердің арасындағы айырма  $\varepsilon = 0.8 \times 10^{-8}$  -нен аспайды.

#### References

- 1 Nesterenko O.B. Iteration method for the solution of integro-differential equations with constraints // *Nonlinear Oscillations*. - 2007. - Vol. 10, № 3. - P. 339-350.
- 2 Luchka A. Yu., Nesterenko O.B. Projection method for the solution of integro-differential equations with restrictions and control // *Nonlinear Oscillations*. - 2008. - Vol. 11, № 2. - P. 219-228.
- 3 Luchka A. Yu., Nesterenko O.B. Construction of solution of integro-differential equations with restrictions and control by projection-iterative method // *Nonlinear Oscillations*. - 2009. - Vol. 12, № 1. - P. 85-93.
- 4 Nesterenko O.B. Modified projection-iterative method for weakly nonlinear integro differential equations with parameters // *Journal of Mathematical Sciences*. - 2014. - Vol. 198, № 3. - P. 328-335.
- 5 Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A. Criteria for the well-posedness of a linear two-point boundary value problem for systems of integro-differential equations // *Differential equations*. – 2010. - Vol. 46, No 4. - P. 553-567.
- 6 Dzhumabaev D.S. A method for solving the linear boundary value problem for an integro-differential equation // *Computational Mathematics and Mathematical Physics*. – 2010. - Vol. 50, № 7. - P. 1150-1161.
- 7 Dzhumabaev D.S. An algorithm for solving a linear two-point boundary value problem for an integrodifferential equation // *Computational Mathematics and Mathematical Physics*. – 2013. - Vol. 53, № 6. – P. 736-758.
- 8 Dzhumabaev D.S., Bakirova E.A. Criteria for the unique solvability of a linear two-point boundary value problem for systems of integro-differential equations // *Differential Equations*. – 2013. - Vol. 49, № 9. - P 1087-1102.
- 9 Dzhumabaev D.S. Necessary and sufficient conditions for the solvability of linear boundary-value problems for the Fredholm integrodifferential equations // *Ukrainian Mathematical Journal*. - 2015. – Vol. 66, № 8. – P. 1200-1219.
- 10 Bakirova E.A., Iskakova N.B., Uaisov B. (2017) Ob odnom algoritme resheniya linejnoj kraevoj zadachi dlya integro-differencial'nogo uravneniya Fredgol'ma s parametrom [On an algorithm for solving a linear boundary value problem for a Fredholm integro-differential equation with a parameter]. *Bulletin of the NAS RK. Physics and mathematics series*. No. 3. from. 173-180. (on Russ)
- 11 Dzhumabayev D.S. Criteria for the unique solvability of a linear boundary-value problem for an ordinary differential equation // *Computational Mathematics and Mathematical Physics*. – 1989. - Vol. 29, № 1. - P. 34-46.

Ш.Д. Махмудова<sup>1</sup>, А.Н. Уразгалиева<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,  
г. Уральск, Казахстан

\*e-mail: [urazgalieva.akmaral@mail.ru](mailto:urazgalieva.akmaral@mail.ru)

## ГЛАВНАЯ ФУНКЦИЯ ГАМИЛЬТОНА И НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ СИТУАЦИИ РАВНОВЕСИЯ В ФОРМЕ УРАВНЕНИЙ ГАМИЛЬТОНА-ЯКОБИ

### Аннотация

В процессе изучения математики важно показать применение ее результатов в других дисциплинах. При изучении ряда технических дисциплин, а также решения прикладных задач, возможно применение отдельных аспектов теории оптимального управления – что является примером междисциплинарной связи. В частности, в аналитической механике, возможно применение отдельных положений теории дифференциальных игр, а именно условий существования равновесных ситуаций в бескоалиционных дифференциальных играх нескольких лиц. В данной статье приведены исследования необходимых условий существования ситуации равновесия, с использованием некоторых понятий и принципов аналитической механики. Так, определяя действие по Гамильтону, получены необходимые условия в форме уравнений Гамильтона-Якоби. Такая форма необходимых условий в дифференциальных играх  $N$  лиц представляет интерес для студентов естественно-технических направлений.

Основная цель статьи – продемонстрировать межпредметную связь, важную составляющую процесса подготовки будущих инженеров для различных отраслей экономики. Она необходима для комплексного освоения материала, чтобы ею могли воспользоваться студенты технических специальностей различных направлений. Предлагаемая работа может быть использована в качестве руководства к изучению данного направления аналитической механики как студентами ВУЗов, так и молодыми учеными.

**Ключевые слова:** дифференциальная игра; динамические системы; ситуация равновесия; равновесная траектория; функция Гамильтона-Якоби.

### Аңдатпа

Ш.Д.Махмудова<sup>1</sup>, А.Н.Уразгалиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

## ГАМИЛЬТОННЫҢ НЕГІЗГІ ФУНКЦИЯСЫ ЖӘНЕ ТЕПЕ-ТЕНДІК ЖАҒДАЙДЫҢ БАР БОЛУЫНЫҢ ГАМИЛЬТОН-ЯКОБИ ТЕНДЕУЛЕРІ ТҮРІНДЕГІ ҚАЖЕТТІ ШАРТТАРЫ

Математиканы оқу процесінде оның нәтижелерінің басқа пәндерде қолданылуын көрсету маңызды. Бірқатар техникалық пәндерді оқып-үйрену кезінде, сонымен қатар қолданбалы есептерді шешуде оңтайлы басқару теориясының белгілі бір аспектілерін қолдануға болады – бұл пәнаралық байланыстың мысалы. Әр түрлі қолданылуларда, атап айтқанда, аналитикалық механикада дифференциалды ойындар теориясының кейбір ережелерін, нақты айтқанда, бірнеше ойыншылардың коалициялық емес дифференциалды ойындарындағы тепе-теңдік жағдайларының болу шарттарын қолдануға болады. Бұл мақалада аналитикалық механиканың кейбір тұжырымдамалары мен принциптерін қолдана отырып, тепе-теңдік жағдайының болуы үшін қажетті шарттарды зерттеу қарастырылған. Осылайша, Гамильтон бойынша әрекетті анықтай отырып, Гамильтон-Якоби тендеулері түрінде қажетті шарттар алынды.  $N$  тұлғалардың дифференциалды ойындарындағы қажетті жағдайлардың бұл формасы жаратылыстану және техникалық мамандықтарының студенттерін қызықтырады.

Мақаланың негізгі мақсаты – экономиканың әртүрлі салалары үшін болашақ инженерлерді даярлау процесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылатын пәнаралық байланысты көрсету. Бұл әр түрлі саладағы техникалық мамандықтардың студенттері қолдана алатындай етіп, материалды кешенді түрде меңгеру үшін қажет. Ұсынылып отырған жұмысты университет студенттері де, жас ғалымдар да аналитикалық механиканың осы саласын зерттеуге нұсқау ретінде пайдалануларына болады.

**Түйін сөздер:** дифференциалды ойын; динамикалық жүйелер; тепе-теңдік жағдайы; тепе-теңдік траекториясы; Гамильтон-Якоби функциясы.

Abstract

## THE MAIN HAMILTON FUNCTION AND THE NECESSARY CONDITIONS FOR THE EXISTENCE OF A SITUATION IN THE FORM OF THE HAMILTON-JACOBI EQUATIONS

Makhmudova Sh.D.<sup>1</sup>, Urazgalieva A.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk city, Kazakhstan

Interdisciplinary application of learning outcomes is essential to the field of mathematics, attainable at intersection of math with other subjects – which includes applied tasks. When studying a number of technical disciplines, as well as solving applied problems, it is possible to use certain aspects of the theory of optimal control - which is an example of interdisciplinary link. Analytical mechanics, among other disciplines, enables leverage of certain aspects of the theory of differential games, namely, equilibrium conditions in non-coitional differential games of several players. This article provides studies of the necessary and sufficient conditions for the existence of equilibrium situations, using some concepts of analytical mechanics. In line with Hamilton's definition, necessary conditions were obtained in the form of Hamilton-Jacobi equations. This form of necessary conditions in differential games of N persons is of interest to students of natural and technical fields.

The main goal of the article is to demonstrate interdisciplinary link, an important component of the process of training future engineers for various sectors of the economy. It is necessary for the holistic understanding of the material, so that students of technical specialties of various fields can use it. Proposed work can aid in study of this area of analytical mechanics by university students and young scientists alike.

**Keywords:** differential play; dynamic systems; equilibrium situation; equilibrium trajectory; Hamilton-Jacobi function.

### Введение

Удобными математическими моделями динамических систем, управляемых в условиях конфликта или неопределенности, являются дифференциальные игры нескольких лиц, пока еще далекой от своего окончательного завершения. Изучение вопросов моделирования и исследования конфликтных ситуаций является актуальным.

Получить достаточно общие теоремы существования ситуаций равновесия в программных стратегиях невозможно, а частые классы, имеющие равновесие, практически необозримы. Поэтому большую помощь в решении вопроса о существовании равновесия в конкретной игре, могут оказать необходимые условия существования решения для как можно более общих по постановке задач. Отметим, что необходимые условия более развиты и выполняют двойную роль: или критерия отсутствия решения, или средства для его нахождения [1].

В данной статье приведены некоторые принципы получения необходимых условий существования ситуаций равновесия в дифференциальных играх на основе понятий, аналогичных фундаментальным понятиям аналитической механики.

Рассмотрим дифференциальную игру  $N$  лиц, состояние которой характеризуется в каждый момент времени  $t$  фазовым вектором  $x(t) = (x^{(1)}(t), \dots, x^{(n)}(t))$  пространства  $R^n$  ( $R^n$  -  $n$ -мерное евклидово пространство с нормой  $\|x\|_{R^n} = (\sum_{j=1}^n x_j^2)^{\frac{1}{2}}$ ), изменяющимся в соответствии с дифференциальным уравнением (связями) в векторной форме:

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t)), t \in [t_0, t_f] \quad (1)$$

При заданных начальных условиях

$$x(t_0) = x_0 \quad (2)$$

Программная стратегия  $u_i(t)$ ,  $t \in [t_0, t_f]$   $i$ -го участника называется допустимой, если  $u_i(t)$  - кусочно-непрерывная функция, а значения стратегии  $u_i(t)$  в каждый момент времени  $t$  принадлежит некоторому заданному компактному множеству  $U_i(t)$  в евклидовом пространстве  $R^{r_i}$  (удовлетворяет «геометрическому» ограничению):

$$u_i(t) \in U_i(t), t \in [t_0, t_f], i = \overline{1, N}. \quad (3)$$

Определим множество

$$D = \{u_i(\cdot) / u_i(t) \in U_i(t), i = \overline{1, N}, t \in T, u(\cdot) \mapsto x(\cdot)\}, \quad (4)$$

На множестве  $D$  зададим функционал



$$I_i(u(\cdot)) = g_i(x(t_f)) + \int_{t_0}^{t_f} h_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t)) dt, \quad (5)$$

который примем за функцию выигрыша  $i$  – го игрока.

Определим множество

$$D_i(u^p(\cdot)/u_i(\cdot)) = \{u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot) \in D\}, i = \overline{1, N}.$$

Ситуация  $u^p(\cdot)$  определяет ситуацию равновесия на множестве  $D$  в игре (1) – (5), если справедливо отношение

$$J_i(u^p(\cdot)) = \max_{u_i(\cdot) \in D_i(u^p(\cdot)/u_i(\cdot))} J_i(u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)), i = \overline{1, N}. \quad (6)$$

Условие (6) означает, что ни один из игроков не заинтересован в отклонении от ситуации равновесия  $u^p(\cdot)$ , если остальные игроки ее придерживаются. (Другими словами, выбирая стратегию, отличную от равновесной, ни один из игроков не может увеличить свой выигрыш при условии, что остальные игроки придерживаются своих равновесных стратегий).

### Материалы и методы исследования

Для каждого игрока определим функцию Гамильтона  $H_i(t)$ :

$$\begin{aligned} H_i(t) &= \max_{u_i(t) \in U_i(t)} \prod_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t), \psi_i(t)) = \\ &= \psi_i(t) f(t, x(t), u(t) \parallel u_i^p(t)) + h_i(t, x(t), u(t) \parallel u_i^p(t)), i = \overline{1, N}. \end{aligned} \quad (7)$$

Впервые определение функции Гамильтона в форме (1) приведено в работах [2;3;4] для задач оптимального управления.

Отметим, что функция Гамильтона  $i$  – го игрока не зависит от программной стратегии  $u_i(t)$  этого игрока и является непрерывной функцией времени. Действительно, во всех точках  $t$  отрезка  $[t_0, t_f]$ , где непрерывны  $u_i(t)$  функции Понтрягина  $i$  - ого игрока (функция Гамильтона) непрерывна в силу непрерывности функции  $f(\cdot)$ ,  $h_i(\cdot)$ ,  $\psi_i(t)$ .

Из условия (7), очевидно, что

$$\prod_i(t, x(t), u(t) \parallel u_i(t), \psi_i(t)) \leq \prod_i(t, x(t), u(t) \parallel u_i^p(t), \psi_i(t)) = H_i(t), \quad (8)$$

где

$$u_i(t) \in U_i(t), t \in [t_0, t_f], i = \overline{1, N}.$$

По постановке задачи (1) – (6) функция  $u_i(t)$  имеет конечное число точек разрыва. Пусть  $\tau$  - одна из них.

В неравенстве (8) перейдем к пределам:

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \tau-0} \prod_i(t, x(t), u(t) \parallel u_i(t), \psi_i(t)) &\leq \lim_{t \rightarrow \tau-0} \prod_i(t, x(t), u(t) \parallel u_i^p(t), \psi_i(t)) = \\ &= \lim_{t \rightarrow \tau-0} H_i(t), i = \overline{1, N}. \end{aligned}$$

Откуда получим

$$\prod_i(\tau, x(\tau), u(\tau) \parallel u_i(\tau - 0), \psi_i(\tau)) \leq H_i(\tau - 0), i = \overline{1, N}.$$

Из условия (7) и последнего неравенства имеем:

$$H_i(\tau) = \max_{u_i(\tau-0) \in U_i(\tau)} \prod_i(\tau, x(\tau), u(\tau) \parallel u_i^p(\tau - 0), \psi_i(\tau)) \leq H_i(\tau - 0).$$

С другой стороны, используя условие (8), имеем:

$$\begin{aligned} H_i(\tau - 0) &= \lim_{t \rightarrow \tau - 0} \prod_i (t, x(t), u(t) \parallel u_i^p(t), \psi_i(t)) = \\ &= \prod_i (\tau, x(\tau), u(\tau) \parallel u_i^p(\tau - 0), \psi_i(\tau)) = \\ &= \lim_{u_i \rightarrow u_i(\tau - 0)} \prod_i (\tau, x(\tau), u(\tau) \parallel u_i(\tau - 0), \psi_i(\tau)) \leq \\ &\leq \prod_i (\tau, x(\tau), u(\tau) \parallel u_i^p(\tau), \psi_i(\tau)) = H_i(\tau), \quad i = \overline{1, N}. \end{aligned}$$

Таким образом, мы получаем следующие неравенства:

$$H_i(\tau - 0) \leq H_i(\tau) \text{ и } H_i(\tau - 0) \geq H_i(\tau), \quad i = \overline{1, N},$$

из которых получим, что

$$H_i(\tau - 0) = H_i(\tau), \quad i = \overline{1, N},$$

т.е. функция  $H_i(\tau)$  - непрерывна слева в точке  $\tau$ .

Если повторить все рассуждения, начиная с неравенства (8), но при условии, что  $t \rightarrow \tau + 0$ , то получим непрерывность функции Гамильтона  $H_i(\tau)$  в точке  $\tau$  справа.

Итак, мы получим, что если  $t \in [t_0, t_f]$  - некоторая точка разрыва стратегии  $u_i(t)$   $i$ -ого игрока (при условии, что стратегии остальных игроков фиксированы), то функция  $H_i(t)$  непрерывна в этой точке как слева, так и справа, т.е.  $H_i(t)$  непрерывна во всех точках отрезка  $[t_0, t_f]$ .

Дальнейшие рассуждения будем проводить в предположении гладкости функции Гамильтона  $H_i(t)$ ,  $i = \overline{1, N}$ .

Условия непрерывности функций  $\psi_i(t)$  и  $H_i(t)$  в точках разрыва программных стратегий игроков, т.е. в точках излома  $\dot{x}$  носят название условий Вейерштрасса-Эрдмана [5] и имеют вид:

$$H_i(\tau + 0) = H_i(\tau - 0), \quad i = \overline{1, N},$$

$$\psi_i(\tau + 0) = \psi_i(\tau - 0), \quad i = \overline{1, N}.$$

Вывод этих условий можно провести по схеме аналогичной [5].

Теперь для каждого игрока, имея функцию Гамильтона (7), рассмотрим функционал вида

$$S_i(x(\cdot), u(\cdot)/u_i(\cdot), \psi_i(\cdot)) = g_i(x(t_f)) + \int_{t_0}^{t_f} [H_i(t, x(t), u(t)/u_i(t), \psi_i(t)) - \psi_i(t)x'(t)] dt, \quad i = \overline{1, N} \quad (9)$$

Последний отличается от функционала  $S_i^{u_i(\cdot)}(*)$  из

$$\begin{aligned} S_i^{u_i(\cdot)}(x(\cdot), u_1(\cdot), \dots, u_N(\cdot), \psi_i(\cdot)) &= g_i(x(t_f)) + \\ &+ \int_{t_0}^{t_f} [\psi_i(t)(f(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t)) - x'(t)) + h_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t))] dt, \quad i = \overline{1, N} \end{aligned} \quad (10)$$

тем, что в определении (9) выполнена операция максимизации по допустимому управлению  $u_i(t)$   $i$ -го игрока подынтегральной функции. Функционал  $S_i(*)$  из (9) будем называть действием по Гамильтону [3]  $i$ -го игрока.

$$\begin{aligned} \text{Из условий } \Pi_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t), \psi_i(t)) &= h_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t)) + \\ &+ \psi_i(t)f(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t)), \quad i = \overline{1, N}; \end{aligned} \quad (11)$$

$$\prod_i (t, x^p(t), u^p(t), \psi_i(t)) = \max_{u_i(t) \in U_i(t)} \prod_i (t, x^p(t), u^p(t) \parallel u_i(t), \psi_i(t))$$

и (7) следует, что на ситуации равновесия  $u^p(\cdot)$  и соответствующей равновесной траектории  $x^p(\cdot)$  существуют такие функции  $\psi_i(\cdot)$ ,  $i = \overline{1, N}$  для которых имеет место соотношение

$$S_i^{u_i(\cdot)}\left(u^P(\cdot), x^P(\cdot), \psi_i(\cdot)\right) = S_i\left(x^P(\cdot), u^P(\cdot) / u_i(\cdot), \psi_i(\cdot)\right), i = \overline{1, N}.$$

С учетом последнего равенства вариация действия  $S_i(\ast)$  из (9) в ситуации равновесия по фазовой переменной  $x(t)$  и вариация по сопряженным переменным  $\psi_i(t)$ ,  $i = \overline{1, N}$  приводят к системе уравнений Гамильтона

$$\begin{cases} \dot{\psi}_i(t) = -\frac{\partial H_i(t, x^P(t), u^P(t) \| u_i(t), \psi_i(t))}{\partial x}, i = \overline{1, N} \\ \dot{x}(t) = -\frac{\partial H_i(t, x^P(t), u^P(t) \| u_i(t), \psi_i(t))}{\partial \psi_i}, i = \overline{1, N} \end{cases} \quad (12)$$

Здесь  $\frac{\partial H_i(\ast)}{\partial x} = \frac{\partial H_i}{\partial x^{(1)}}, \dots, \frac{\partial H_i}{\partial x^{(n)}}, \frac{\partial H_i(\ast)}{\partial \psi} = \frac{\partial H_i}{\partial \psi^{(1)}}, \dots, \frac{\partial H_i}{\partial \psi^{(n)}}.$

Система уравнений (12) не содержит управления  $i$ -го игрока  $u_i(t)$  и является аналогом Гамильтоновых систем в механике [6;7].

Введем обозначение

$$L_i\left(t, x(t), \dot{x}(t), u(t) / u_i(t), \psi_i(t)\right) = H_i\left(t, x(t), u(t) / u_i(t), \psi_i(t)\right) - \psi_i(t) \dot{x}(t), i = \overline{1, N}. \quad (13)$$

Здесь функция  $L_i(\ast)$  – аналог функции Лагранжа (лагранжиан)  $i$ -го игрока, которая фигурирует в известных принципах аналитической механики [6;7]. Из определения (13) функции Лагранжа, определим функцию Гамильтона в виде:

$$H_i(\ast) = L_i(\ast) + \psi_i(t) \dot{x}(t), i = \overline{1, N},$$

которую в аналитической механике называют внутренней энергией [6;7;8]  $i$ -ой подсистемы ( $i$ -го игрока).

Если подинтегральное выражение в (10) обозначить через

$$L_i^{u_i(\cdot)}\left(t, x(t), \dot{x}(t), u(t), \psi_i(t)\right) = H_i\left(t, x(t), u(t)\right) + \psi_i(t)\left(f(x(t), u(t), t) - \dot{x}(t)\right), i = \overline{1, N},$$

то из (11) и (7) следует, что функции  $L_i(\ast)$  из (13) можно представить в виде:

$$L_i(\ast) = \max_{u_i(t) \in U_i(t)} L_i^{u_i(\cdot)}(\ast), i = \overline{1, N}.$$

Иногда, например, при выводе уравнений Эйлера-Лагранжа, в выражениях для  $L_i(\ast)$ ,  $L_i^{u_i(\cdot)}(\ast)$  функция  $\psi_i(t)$  фиксирована и в этом случае, как и в механике [6;7;8], будем считать функции  $L_i(\ast)$ ,  $L_i^{u_i(\cdot)}(\ast)$  зависящими только от  $(t, x(t), \dot{x}(t), u(t) / u_i(t))$  и  $(t, x(t), \dot{x}(t), u(t))$  соответственно.

Из определения  $L_i(\ast)$  (13) имеем, что

$$\begin{aligned} \frac{\partial L_i(\ast)}{\partial x} &= \frac{\partial H_i}{\partial x}, \quad \frac{\partial L_i(\ast)}{\partial x} = -\psi_i(t), i = \overline{1, N}, \\ \frac{\partial L_i(\ast)}{\partial \dot{x}} &= \left(\frac{\partial L_i}{\partial \dot{x}^{(1)}}, \dots, \frac{\partial L_i}{\partial \dot{x}^{(n)}}\right), \quad \frac{\partial L_i(\ast)}{\partial \dot{x}} = \frac{\partial L_i}{\partial \dot{x}^{(1)}}, \dots, \frac{\partial L_i}{\partial \dot{x}^{(n)}}. \end{aligned}$$

Откуда из (12) следует, что для ситуации равновесия и соответствующей равновесной траектории имеет место система управлений:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L_i(t, x^P(t), \dot{x}^P(t), u^P(t) / u_i(t))}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L_i(t, x^P(t), \dot{x}^P(t), u^P(t) / u_i(t))}{\partial x} = 0, i = \overline{1, N} \quad (14)$$

т.е. на ситуации равновесия и соответствующей равновесной траектории для каждого игрока справедливы уравнения Эйлера-Лагранжа (в точках разрыва управлений (излома  $\frac{\partial L_i(\ast)}{\partial \dot{x}}$ ) понимаются производные справа, производные слева также существуют).

В точках  $\tau$ ,  $k = \overline{1, s}$  излома экстремалей функции  $L_i(*)$  удовлетворяют условиям Вейерштрасса-Эрдмана[5], которые принимают вид:

$$\left. \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \right|_{t=\tau_k-0} - \left. \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \right|_{t=\tau_k+0} = 0, k = \overline{1, s}, \quad (15)$$

$$\left( L_i(*) - \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \dot{x} \right) \Big|_{t=\tau_k-0} - \left( L_i(*) - \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \dot{x} \right) \Big|_{t=\tau_k+0} = 0, k = \overline{1, s} \quad (16)$$

и которым можно дать геометрическую интерпретацию следующим образом. Если фиксировать переменные  $t$  и  $x$  и откладывать на одной из координатных осей  $\dot{x}$ , а на другой – значение функции  $L_i(*)$ , то мы получим некоторую кривую, изображающую  $L_i(*)$  как функцию от  $\dot{x}$ . Тогда условие (15) означает, что касательные к этой кривой в точках  $\dot{x}(\tau_k - 0)$  и  $\dot{x}(\tau_k + 0)$ ,  $k = \overline{1, s}$  параллельны между собой. Условие (16) перепишем в виде:

$$L_i(*)|_{\tau_k-0} - L_i(*)|_{\tau_k+0} = \left. \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \right|_{\tau_k+0}^{\tau_k-0}, k = \overline{1, s},$$

которое показывает, что эти касательные в точках  $\dot{x}(\tau_k - 0)$  и  $\dot{x}(\tau_k + 0)$ ,  $k = \overline{1, s}$  не только параллельны, но даже совпадают.

Для канонических переменных [8;9]

$$\psi_i(t) = -\frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}}, \quad H_i(*) = L_i(*) - \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \dot{x}, \quad i = \overline{1, N}.$$

Условия Вейерштрасса-Эрдмана просто означают, что канонические переменные непрерывны в точках излома экстремалей.

Определим на ситуации равновесия  $(u_1(\cdot), \dots, u_i(\cdot), \dots, u_N(\cdot))$  вдоль соответствующей равновесной траектории  $x(\cdot)$  функцию действия  $S_i(t, x)$ ,  $(i = \overline{1, N})$ , зависящую от текущего значения фазовой переменной  $x = x(t)$ , выбранного в качестве начального состояния системы, соответствующего некоторому моменту времени  $t$  [10;11]:

$$S_i(t, x) = g_i(x(t_f)) + \int_t^{t_f} \max_{u_i(\tau) \in \mathcal{D}_{i(\tau)}} \left[ h_i(\tau, x(\tau), u(\tau)) + \psi_i(\tau) (f(\tau, x(\tau), u(\tau)) - \dot{x}(\tau)) \right] d\tau, \quad i = \overline{1, N} \quad (17)$$

Запишем выражение (17) через лагранжиан  $L_i(*)$  (13).

$$S_i(t, x) = g_i(x(t_f)) + \int_t^{t_f} L_i(\tau, x(\tau), \dot{x}(\tau), u(\tau)/u_i(\tau)) d\tau, \quad i = \overline{1, N}. \quad (18)$$

Отметим, что в аналитической механике функции (8) характеризуют движение системы по действительным траекториям [6], а в нашей задаче – по равновесным траекториям. Для наглядности будем проводить дальнейшие рассуждения, считая  $S_i(t, x)$  из (18) гладкой функцией. Заметим, что использование в точках её излома условий Вейерштрасса – Эрдмана [5, 13] позволяет распространить их на общий случай.

Покажем, что функция  $S_i(t, x)$  из (18) является главной функцией Гамильтона [10;11]  $i$ -го участника,  $(i = \overline{1, N})$ , т.е. удовлетворяет уравнению Гамильтона-Якоби в частных производных. Действительно, вариация функции (18) по фазовой переменной в момент времени  $t$  имеет вид:

$$\delta_x S_i(t, x) = \frac{\partial g_i(x(t_f))}{\partial x} \delta x(t_f) - \int_t^{t_f} \left( \frac{\partial L_i(*)}{\partial x} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \right) \delta x d\tau - \frac{\partial L_i(*)}{\partial x} \delta x(t) + \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}} \delta \dot{x}(t_f). \quad (19)$$

Здесь символ  $(*)$  обозначает аргумент функции (функционала, теоретико-множественного отображения). Аналогично [2, 12], введем обозначение:

$$\psi_i(t) = \frac{\partial L_i(*)}{\partial \dot{x}}, \quad t \in [t_0, t_f], \quad i = \overline{1, N}. \quad (20)$$

Функции  $S_i(t, x)$  из (18) определены на ситуациях равновесия вдоль равновесных траекторий, поэтому для каждого участника справедливы уравнения Эйлера-Лагранжа:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L_i(t, x^p(t), \dot{x}^p(t), u^p(t)/u_i(t))}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L_i(t, x^p(t), \dot{x}^p(t), u^p(t)/u_i(t))}{\partial x} = 0, \quad i = \overline{1, N}$$

и в (19) интегральный член обращается в нуль. С учетом обозначения (20) соотношение (19) перейдет в следующее:

$$\delta_x S_i(t, x) = \left[ \frac{\partial g_i(x(t_f))}{\partial x} - \psi_i(t_f) \right] \delta x(t_f) + \psi_i(t) \delta x(t), \quad i = \overline{1, N}. \quad (21)$$

Выбирая сопряженные переменные  $\psi_i(t)$ ,  $i = \overline{1, N}$  таким образом, чтобы любые малые вариации равновесных значений, освобожденных от связей  $x$  «не улучшали» бы функционала

$$S_i^{u_i(\cdot)}(*) = g_i(x(t_f)) - \psi_i(t)x(t) \Big|_{t_0}^{t_f} + \int_{t_0}^{t_f} [\dot{\psi}_i(t)x(t) + h_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t)) + \psi_i(t)f(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t))] dt, \quad i = \overline{1, N},$$

граничные условия для сопряженной переменной  $\psi_i(t)$   $i$ -го игрока получаются:

$$\psi_i(t_f) = - \frac{\partial g_i(x(t_f))}{\partial x}, \quad i = \overline{1, N}. \quad (22)$$

Из (21) и (22) соотношения получаем:

$$\psi_i(t) = \frac{\partial S_i(t, x)}{\partial x}, \quad t \in [t_0, t_f], \quad i = \overline{1, N}. \quad (23)$$

Из определения (18) полная производная по времени функции  $S_i(t, x)$ :

$$\frac{dS_i(t, x)}{dt} = -L_i(*), \quad i = \overline{1, N}.$$

С другой стороны, рассматривая (18) как функцию переменных  $x = x(t)$  и  $t$ , используя соотношение (23), имеем:

$$\frac{dS_i(t, x)}{dt} = \frac{\partial S_i(t, x)}{\partial t} + \psi_i(t)\dot{x}(t), \quad t \in T, \quad i = \overline{1, N}.$$

Окончательно получим

$$\frac{\partial S_i(t, x)}{\partial t} + \psi_i(t)\dot{x}(t) + L_i(*) = 0, \quad i = \overline{1, N}. \quad (24)$$

Откуда с учетом (23) и

$$L_i(t, x(t), \dot{x}(t), u(t)/u_i(t), \psi_i(t)) = H_i(t, x(t), u(t)/u_i(t), \psi_i(t)) - \psi_i(t)\dot{x}(t), \quad i = \overline{1, N}$$

следует

$$\frac{\partial S_i(t, x)}{\partial t} + H_i(*) = 0, \quad i = \overline{1, N}.$$

Используя определение функции Гамильтона  $H_i(*)$  (7) представим последнее уравнение в виде:

$$\frac{\partial S_i(t, x)}{\partial t} + \max_{u_i(\tau) \in \mathcal{D}_{i(\tau)}} \Pi_i(t, x(t), u(t)/u_i(t), \psi_i(t)) = 0, \quad i = \overline{1, N},$$

где функции Понтрягина определены в виде:

$$\Pi_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t), \psi_i(t)) = h_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t)) + \psi_i(t)f(t, x(t), u_1(t), \dots, u_N(t)), \quad i = \overline{1, N}.$$

С учетом (23) из (24) окончательно получим уравнение

$$\frac{\partial S_i(t,x)}{\partial t} + \max_{u_i(\tau) \in \mathcal{D}_{i(\tau)}} \left[ \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial t} f(t, x(t), u(t) // u_i(t)) + h_i(t, x(t), u(t) // u_i(t)) \right] = 0, \quad (25)$$

которое является аналогом уравнения Гамильтона-Якоби для  $i$ -го участника ( $i = \overline{1, N}$ ).

Граничное условие для  $S_i(t, x)$  следует при  $t = t_f$  из (18):

$$S_i(t_f, x(t_f)) = g_i(x(t_f)), \quad i = \overline{1, N}. \quad (26)$$

### Результаты исследования

Таким образом, при сделанных выше предположениях для игры (1) - (5) имеет место следующая теорема.

*Теорема 1.*

1<sup>o</sup>. В дифференциальной игре (1) - (5) при всех  $t \in T$  равновесная траектория

$u^p(\cdot) = (u_1^p(\cdot), \dots, u_N^p(\cdot))$  и соответствующая равновесная траектория  $x^p(\cdot)$  удовлетворяют условию принципа максимума Понтрягина для  $i$ -го участника относительно  $\psi_i(\cdot)$ :

$$\prod_i (t, x^p(t), u^p(t), \psi_i(t)) = \max_{u_i(\tau) \in \mathcal{D}_{i(\tau)}} \prod_i (t, x^p(t), u^p(t) // u_i(t), \psi_i(t))$$

где

$$\psi_i(t) = \frac{\partial S_i(t, x^p(t))}{\partial \dot{x}}, \quad t \in [t_0, t_f], \quad i = \overline{1, N},$$

$$\psi_i(t_f) = \frac{\partial S_i(x^p(t_f))}{\partial \dot{x}}, \quad i = \overline{1, N},$$

Причем

$$\frac{\partial S_i(t, x^p(t))}{\partial \dot{x}} = - \prod_i (t, x^p(t), u^p(t), \psi_i(t)) = \max_{u_i(\tau) \in \mathcal{D}_{i(\tau)}} \prod_i (t, x^p(t), u^p(t) // u_i(t), \psi_i(t)), \quad t \in T, \quad i = \overline{1, N}.$$

2<sup>o</sup>. Функция  $S_i(t, x)$  из (18) удовлетворяет дифференциальному уравнению Гамильтона-Якоби в частных производных (25) с граничным условием (26).

*Замечание.* Используя необходимые и достаточные условия, полученные в данном параграфе, можно строить методы нахождения ситуации равновесия в бескоалиционных дифференциальных играх.

Пусть функции  $u_i^p = \varphi_i \left( x, x(t), \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x}, u^p(t) / u_i(t) \right), \quad i = \overline{1, N},$

Здесь  $\frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x} = \left( \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x^{(1)}}, \dots, \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x^{(n)}} \right)$ , найдены из условий

$$\begin{aligned} & \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x} f \left( t, x(t), u^p(t) // \varphi_i \left( t, x(t), \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x}, u^p(t) / u_i(t) \right) \right) + \\ & + h_i \left( t, x(t), u^p(t) // \varphi_i \left( t, x(t), \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x}, u^p(t) / u_i(t) \right) \right) = \\ & = \max_{u_i(\tau) \in \mathcal{D}_{i(\tau)}} \left[ \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial t} f(t, x(t), u^p(t) // u_i(t)) + h_i(t, x(t), u^p(t) // u_i(t)) \right]. \end{aligned}$$

Система  $u_i^p = \varphi_i \left( x, x(t), \frac{\partial S_i(t,x)}{\partial x}, u^p(t) / u_i(t) \right), \quad i = \overline{1, N}$  представляет собой систему  $N$  уравнений относительно равновесных стратегий игроков  $u_i^p(\cdot), \quad i = \overline{1, N}$ . Если решение этой системы в классе допустимых стратегий существует, то разрешая ее получим:

$$u_i^p(t) = \chi_i \left( x, x(t), \frac{\partial S_1(t,x)}{\partial x}, \dots, \frac{\partial S_N(t,x)}{\partial x} \right), i = \overline{1, N} \quad (27)$$

Подставляя найденное значение равновесной стратегии в уравнение (25) получаем систему дифференциальных уравнений в частных производных относительно функции  $S_i(t, x)$ ,  $i = \overline{1, N}$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_i(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial S_i(t, x)}{\partial x} f \left( t, x(t), \chi_i \left( t, x(t), \frac{\partial S_1(t, x)}{\partial x}, \dots, \frac{\partial S_N(t, x)}{\partial x} \right) \right) + \\ + h_i \left( t, x(t), \chi_i \left( t, x(t), \frac{\partial S_1(t, x)}{\partial x}, \dots, \frac{\partial S_N(t, x)}{\partial x} \right) \right) = 0, i = \overline{1, N}. \end{aligned}$$

Если существует  $N$  различных функций  $S_i(t, x)$ , удовлетворяющих системе (27) при граничных условиях (26), то решение игры (1) - (5) полностью определено. Действительно, подставляя полученные функции  $S_i(t, x)$ ,  $i = \overline{1, N}$  в равенство (27) получим равновесные стратегии вида:

$$u_i^p(t) = u_i^p(t, x), i = \overline{1, N}$$

Как функции координат и времени. Пусть стратегии  $u_i^p(t) = u_i^p(t, x)$ ,  $i = \overline{1, N}$  порождают единственную траекторию  $x^p(t)$  системы (1) при начальном условии (2), определенную на отрезке  $[t_0, t_f]$ , вдоль которой функции  $u_i^p(t) = u_i^p(t, x^p(t))$ ,  $i = \overline{1, N}$  – кусочно-непрерывны. Тогда стратегия  $u_i^p(t) = u_i^p$ ,  $i = \overline{1, N}$  является ситуацией равновесия в игре (1) - (5).

### Заключение

Результаты статьи позволяют сделать вывод о том, что методы аналитической механики являются общими, едиными для изучения движения и равновесия, применимы для различных материальных систем [14, 15]. В частности, действие принципов аналитической механики позволили выразить условия существования ситуации равновесия в бескоалиционной дифференциальной игре лиц через уравнения движения в форме Гамильтона - Якоби.

### Список использованной литературы:

- 1 Розоноэр Л.И. Обмен и распределение ресурсов (обобщенный термодинамический подход)// Автоматика и телемеханика. - 1973. - №№5,6,8. - С. 115-132, 65-79, 82-103.
- 2 Иванюлов Ю.П. Применимость методов аналитической механики в оптимальном управлении// Изв.АН СССР. Техническая кибернетика. - 1983. - №2. С. 61-71.
- 3 Иванюлов Ю.П. Принцип освобождения от связей в форме штрафных функций/ Ю.П. Иванюлов// Изв.АН СССР. Техническая кибернетика. - 1985. - №3. – С. 170-178.
- 4 Иванюлов Ю.П. Главная функция Гамильтона и условия оптимальности/ Ю.П. Иванюлов// Автоматика и телемеханика. - 1988. - №5. – С. 51-61.
- 5 Гельфанд И.М. Вариационное исчисление/ И.М. Гельфанд, С.В. Фомин. - М.: Физматгиз, 1961. - 228 с.
- 6 Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики в 2-х т. Т.2./ Н.Н. Бухгольц. - М.: Лань, 2009. - 400 с.
- 7 Голдстейн Г. Классическая механика/ Г.Голдстейн. – М.: Наука, 1975. - 408 с.
- 8 Воробьев Н.Н. Теория игр. – М.: Наука, 1985. - 408 с.
- 9 Жуковский В.И. О дифференциальных играх нескольких лиц с ненулевой суммой // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. 1971. № 3. С. 3 – 13.
- 10 Разумихин Б.С. Физические модели и методы теории равновесия в программировании и экономике. – М.: Наука, 1975. – 304 с.
- 11 Мкртычев О.В. Теоретическая механика: Уч. / О.В. Мкртычев. - М.: Вузовский учебник, 2019. - 320 с.
- 12 Гордин В.А. «Дифференциальные и разностные уравнения. Какие явления они описывают и как их решить». – М.: Учебники Высшей школы экономики, 2016. – 235 с.
- 13 Зеликин М.И. Оптимальное управление и вариационное исчисление / М.И. Зеликин. - М.: Ленанд, 2017. - 160 с.
- 14 Ландау, Л.Д. Теоретическая физика в 10 томах. т.1. Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. - М.: Физматлит, 2018. - 224 с.
- 15 Бертяев В.Д. Теоретическая и аналитическая механика. Учебно-исследовательская работа студентов: Учебное пособие / В.Д. Бертяев, В.С. Ручинский. - СПб.: Лань, 2019. - 424 с.

References

- 1 Rozonoer L.I. (1973) *Obmen i raspredelenie resursov (obobshchennyj termodinamicheskij podhod)* [Exchange and distribution of resources (generalized thermodynamic approach)]. *Avtomatika i telemekhanika*. №5, 6, 8. 115-132, 65-79, 82-103. (in Russ)
- 2 Ivanilov Yu.P. (1983) *Primenimost' metodov analiticheskoy mekhaniki v optimal'nom upravlenii* [Applicability of methods of analytical mechanics in optimal control]. *Izv.AN SSSR. Tekhnicheskaya kibernetika*. №2, 61-71. (in Russ)
- 3 Ivanilov Yu.P. (1985) *Princip osvobozhdeniya ot svyazey v forme shtrafnyh funkcij/ YU.P. Ivanilov* [The principle of release from bonds in the form of penalty functions]. *Izv.AN SSSR. Tekhnicheskaya kibernetika*. №3, 170-178. (in Russ)
- 4 Ivanilov Yu.P. (1988) *Glavnaya funkciya Gamil'tona i usloviya optimal'nosti* [Hamilton's main function and optimality conditions]. *Avtomatika i telemekhanika*. №5. 51-61. (in Russ)
- 5 Gel'fand I.M. (1961) *Variacionnoe ischislenie* [Calculus of variations]. M.: Fizmatgiz, 228. (in Russ)
- 6 Buhgol'c N.N. (2009) *Osnovnoj kurs teoreticheskoy mekhaniki v 2-h t.* [The main course of theoretical mechanics in 2 volumes]. M.: Lan',. T.2, 400. (in Russ)
- 7 Goldstejn G. (1975) *Klassicheskaya mekhanika* [Classical mechanics]. M.: Nauka, 408. (in Russ)
- 8 Vorob'ev N.N. (1985) *Teoriya igr* [Game theory]. M.: Nauka, 408. (in Russ)
- 9 Zhukovskij V.I. (1971) *O differencial'nyh igrakh neskol'kih lic s nenulevoj summoj* [On differential games of several persons with nonzero sum]. *Izv. AN SSSR. Tekhnicheskaya kibernetika*. № 3. 3 – 13. (in Russ)
- 10 Razumihin B.S. (1975) *Fizicheskie modeli i metody teorii ravnovesiya v programmirovanii i ekonomike* [Physical models and methods of equilibrium theory in programming and economics]. M.: Nauka,. 304. (in Russ)
- 11 Mkrtychev O.V. (2019) *Teoreticheskaya mekhanika* [Theoretical Mechanics]. M.: Vuzovskij uchebnik,. 320. (in Russ)
- 12 Gordin V.A. (2016) «*Differencial'nye i raznostnye uravneniya. Kakie yavleniya oni opisyyvayut i kak ih reshit'*» [Differential and difference equations. What phenomena do they describe and how to solve them]. M.: Uchebniki Vysshej shkoly ekonomiki. 235. (in Russ)
- 13 Zelikin M.I. (2017) *Optimal'noe upravlenie i variacionnoe ischislenie* [Optimal control and calculus of variations]. M.: Lenand. 160. (in Russ)
- 14 Landau L.D. (2018) *Teoreticheskaya fizika v 10 tomah. t.1. Mekhanika* [Theoretical physics in 10 volumes. vol. 1. Mechanics]. M.: Fizmatlit. 224. (in Russ)
- 15 Bertyaev V.D. (2019) *Teoreticheskaya i analiticheskaya mekhanika. Uchebno-issledovatel'skaya rabota studentov: Uchebnoe posobie* [Theoretical and analytical mechanics. Educational and research work of students]. SPb.: Lan'. 424. (in Russ)



МРНТИ 14.25.09  
УДК 372.851

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.05>

*М.Ж. Мынжасарова<sup>1\*</sup>, А.Б. Ақпаева<sup>1</sup>, Л.А. Лебедева<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

*\*e-mail: mynzhasarova.m@mail.ru*

## **ЖАҢАРТЫЛҒАН БІЛІМ БЕРУ МАЗМҰНЫ БОЙЫНША БАСТАУЫШ СЫНЫП МАТЕМАТИКА КURСЫНДАҒЫ "ЖИЫН. ЛОГИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ" БӨЛІМІН ОҚЫП ҮЙРЕНУДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Аннотация*

Бұл мақалада бастауыш сыныптың математика курсына «Жиын. Логика элементтері» бөлімінің тақырыптарын оқып үйренудің ерекшеліктері қарастырылады. Бағдарламаның мазмұны мен оның «Математика» оқулығында жүзеге асырылуына талдау жасалды. Бастауыш сыныптардағы математикалық білімнің жаңартылған мазмұнының алдыңғы бағдарламалардан ерекшеліктері туралы айтылады. Бастауыш сынып оқушыларының логикалық ойлауын дамытуда «Жиын. Логика элементтері» бөлімінің алатын орны туралы айтылады. «Жиын. Логика элементтері» бөлімін оқып үйренудің ерекшелігі – ойлау амалдарын қалыптастыруды жүзеге асыратын жаттығулар жүйесі жасалған. Аталған бөлімнің оқу мақсаттарын жүзеге асыруда ұсынылған жаттығулар жүйесіне талдау жасалды. Жаттығулар жүйесін жасауда оқушылардың ойлау қабілеті жетерліктей жас ерекшеліктері ескерілді. Жаттығулар жүйесімен жұмыс жасауды ұйымдастыруда оқушылардың ойлау белсенділігін арттыру, өзбетімен жұмыс жасауын дамыту жолдары қарастырылды. «Сен зерттеушісің» айдарымен ұсынылған логикалық тапсырмалардың оқушылардың логикалық ойлауын дамытудағы ерекше рөлі туралы айтылды.

**Түйін сөздер:** жаңартылған математика курсының мазмұны, жиын және олармен орындалатын амалдар, ақиқат және жалған пікірлер, ойлау амалдары, логикалық ойлау, логикалық жаттығулар жүйесі.

*Аннотация*

*М.Ж. Мынжасарова<sup>1</sup>, А.Б. Ақпаева<sup>1</sup>, Л.А. Лебедева<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан*

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА "МНОЖЕСТВА. ЭЛЕМЕНТЫ ЛОГИКИ" В КУРСЕ МАТЕМАТИКИ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ ПО ОБНОВЛЕННОМУ СОДЕРЖАНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ**

В данной статье рассмотрены особенности изучения тем раздела «Множество. Элементы логики» в курсе математики начальных классов. Приведен анализ содержания программы и его реализации в учебнике «Математика». Рассказывается об особенностях обновленного содержания математического образования в начальных классах. Рассказывается о роли раздела «Множество. Элементы логики» в развитии логического мышления младших школьников. Особенностью изучения раздела является то, что разработана система упражнений, реализующих формирование приемов мышления. Проведен анализ предложенной системы упражнений в реализации учебных целей данного раздела. При разработке системы упражнений учитывались возрастные особенности развития мышления учащихся. В организации работы с системой упражнений были рассмотрены пути повышения мыслительной активности учащихся, развитие самостоятельной работы. Особую роль в развитии логического мышления учащихся занимают также логические задания, представленные в рубрике «Ты исследователь».

**Ключевые слова:** содержание обновленного курса математики, множества и операции над ними, истинные или ложные высказывания, приемы мышления, логическое мышление, система логических упражнений.

*Abstract*

## **FEATURES OF STUDYING THE SECTION "MULTIPLIERS. THE ELEMENTS OF LOGIC" IN THE COURSE OF PRIMARY SCHOOL MATHEMATICS ON THE UPDATED CONTENT OF EDUCATION**

*Mynzhasarova M.Zh.<sup>1</sup>, Akpaeva A.B.<sup>1</sup>, Lebedeva L.A.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Abai Kazakh national pedagogical University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

This article discusses the features of studying the topics of the section "Set. Elements of Logic" in the course of elementary school mathematics. The analysis of the content of the program and its implementation in the textbook "Mathematics" is given. The article describes the features of the updated content of mathematical education in primary classes. The role of the "Set. Elements of logic" in the development of logical thinking of primary school students. A feature of studying the section "Set. Elements of Logic" is that a system of exercises has been developed that implement

the formation of thinking techniques. The analysis of the proposed system of exercises in the implementation of the educational goals of this section is carried out. When developing the system of exercises, the age-specific features of the students' thinking development were taken into account. In the organization of work with the system of exercises, the ways of increasing the mental activity of students, the development of independent work were considered. A special role in the development of logical thinking of students is also occupied by logical tasks presented in the category "You are a researcher".

**Keywords:** the content of the updated course of mathematics, sets and operations on them, true or false statements, thinking techniques, logical thinking, a system of logical exercises.

### **Кіріспе**

Жаңартылған білім беру мазмұны қазіргі уақыттағы талқыланып жүрген тақырыптардың бірі. Математиканың жаңартылған білім беру бағдарламасы білім алушылардың математикалық таным негіздерін меңгеруіне және тиісті дағдыларын қалыптастыруына мүмкіндік береді. Оқу барысында оқушылардың алдында тұрған міндеттердің бірі логикалық ойлауды, кеңістіктік елестетуді және математикалық терминдерді пайдалану біліктілігін дамытулары қажет.

### **Зерттеу әдіснамасы**

Біздің зерттеу жұмысымыздың әдіснамалық негізі психолог-ғалымдардың (Н.Н. Поспелов, Ю.А. Петров, А.Н. Леонтьев) логикалық ойлау туралы психологиялық теориялары, оқушылардың логикалық ойлау қабілеттерін дамыту жөнінде ғалымдардың (А.В. Запорожец, Л.Н. Венгер, И.С. Якиманская) ғылыми еңбектері болып табылады.

### **Зерттеу нәтижесі**

Аристотель негізін салған дәстүрлі формалды логика зерттейтін дұрыс ойлаудың заңдары мен формаларын, ережелерін білу логикалық мәдениеттің яғни, дұрыс ойлау мәдениетінің негізін құрады. Бүкіл адамзат мәдениетінің құрамдас бөлігі болып табылатын дұрыс ойлау мәдениеті әрбір адам үшін қажетті болып табылады.

Ойлау- пайымдау үдерісіндегі бірнеше ұғым, пікір, ойқорытынды сияқты ойлау формаларына тән қажетті, ішкі, мәнді байланыстар. Логикалық ойлаудың ерекшелігі – қорытындылардың қисындылығында, олардың шындыққа сай келуінде. Логикаға түскен құбылыс түсіндіріледі, себептері мен салдарлары қатесіз анықталады. Ұғымдар арасындағы байланыстар мен қатынастар логикалық ойлау жолымен ашылады. Бұл байланыстар мен қатынастардың дұрыстығын теріске шығаруға болмайтыны пікірлерде көрсетіледі [1].

Ғалымдардың пікірлерінше «Логикалық ойлауды дамыту» дегеніміз:

- барлық логикалық ойлау амалдарын (талдау, жинақтау, салыстыру, жалпылау, саралау) арнайы жүйелі түрде қалыптастыру;
- ойлау белсенділігін, өзбеттілігін дамыту.

Зерттеулер көрсеткендей жасөспірімдерде ой тұтастығының сақталмауы байқалады. Мұндай қателерді болдырмау үшін оқушының ой жүйелілігінің қажеттігін сезінуіне көз жеткізудің амалтәсілдерін тауып, орнықты ой түйіндеуге жетелеу қажет.

Оқу материалын оқушылардың ойлау қабілеті жетерліктей жас ерекшеліктерін ескере ұйымдастырса ғана, олардың ойлау қабілеттерінің дамуына мүмкіндік туады. Сонымен қатар ұсынылатын тапсырмалар барлық логикалық ойлау амалдарын қалыптастыратындай жүйемен және оқушының өзбетімен орындай алатын деңгейде берілсе нәтижеге жетуге болады.

### **Дискуссия**

Бастауыш сынып баланың логикалық ойлауын дамытудың негізгі кезеңі деп есептеледі. Өйткені логикалық ойлау кейінірек бейнелік ойлаудың негізінде қалыптасады, ауқымы кеңірек мәселелерді шешуге ғылыми білімдерді меңгеруге мүмкіндік береді. Оқушылардың ойлауын дамытып, дұрыс ой түйіп, өздігінен сапалы, дәлелді шешімдер қабылдай білуге үйрету – математика сабағының міндеті. Математика сабағында оқушылардың логикалық ойлау қабілетін дамыту оқу материалының мазмұны арқылы, оқушылардың оқу іс-әрекетін ұйымдастыру құралы мен тәсілдері арқылы жүзеге асырылады.

Бастауыш білім беру деңгейінің 1-4-сыныптарына арналған «Математика» пәнінен үлгілік оқу бағдарламасында «Математика» оқу пәнінің 1-4 сыныптар бойынша базалық мазмұны мынадай бөлімдерді қарастырады [2]:

1. «Сандар мен шамалар»

2. «Алгебра элементтері»
3. «Геометрия элементтері»
4. «Жиындар. Логика элементтері»
5. «Математикалық моделдеу»

Математика курсы мазмұнында бұған дейін «Жиындар. Логика элементтері» бөлімі жеке бөлім ретінде қарастырылмаған. Бұл жаңартылған бағдарламаның ерекшеліктерінің бірі. Сонымен қатар «Жиындар. Логика элементтері» бөлімі төрт бөлімшеден тұрады. Олар:

1. Жиындар және олармен орындалатын амалдар.
2. Пікірлер
3. Тізбектер.
4. Нысандардың комбинациялары.

«Жиындар. Логика элементтері» бөлімінің жалпы мазмұны: жиындар және оларға амалдар қолдану, жиындардың жіктелуі, жиындарды салыстыру, тең жиындар, бос жиын, жиындарды диаграмма арқылы көрнекі түрде кескіндеу, сандық жиындардың жіктелуі, жиындар элементтері, жиындардың қиылысуы мен бірігуі, жиындар арасындағы қатынас, жиындардың қиылысуы мен бірігуі аймақтары, жиындардың ауыстырымдылық және терімділік қасиеттері, ішкі жиынтық, пікірлер, ақиқат немесе жалған тұжырымдар, ребустар, басқатырғыштар, кестелер мен графтар, логикалық есептер, тізбектер, сандар мен амалдар тізбегі, сандар тізбектеріндегі заңдылықтар, тізбектерді құрастыру, заттар комбинациялары, «екі-екіден» заттар комбинациялары, «үш-үштен» заттар комбинациялары, комбинаторика есептері тақырыптарын қамтиды.

Аталған бөлімнің «Жиындар және олармен орындалатын амалдар» мен «Пікірлер» бөлімшелеріне қатысты теориялық материалдар мен тапсырмалар бастауыш сынып математикасының мазмұнында бұған дейін қарастырылмаған еді. Ал «Тізбектер» және «Нысандардың комбинациялары» бөлімшелерінің кейбір оқу мақсаттарына қатысты тапсырмалар бұған дейінгі бастауыш сыныптың математика оқулықтарында оқушылардың логикалық ойлауын дамыту мақсатында ұсынылып жүрді.

«Жиындар және олармен орындалатын амалдар» бөлімшесі 5 сыныптың жаңартылған оқу бағдарламасында тура осындай көлемде қайталанатынын айта кеткен жөн. Бұл өз кезегінде аталған бөлімше материалдарын бірінші сыныптан бастап оқытуға байланысты сұрақтар туындауына әкеледі.

Оқу бағдарламасында оқу мақсаттарының жүйесі бөлімдер мен бөлімшелерге жіктелген. «Жиындар және олармен орындалатын амалдар» бөлімшесінде оқу мақсаттары сыныптар бойынша ұсынылған (Кесте 1).

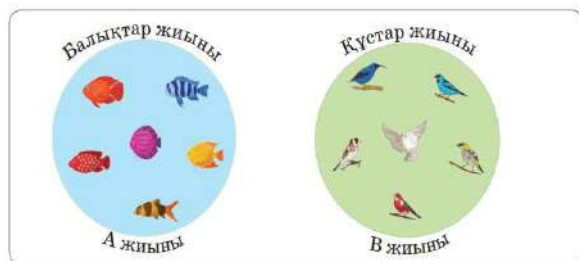
Кесте 1. «Жиындар және олармен орындалатын амалдар» бөлімшесі оқу мақсаттарының жүйесі

1-сынып	2-сынып	3-сынып	4-сынып
1.4.1.1 екі жиынның бірігуін және жиыннан оның бөлігін айырып алуды көрнекі түрде кескіндеу	2.4.1.1 тең жиындардың бірігуін және жиыннан оның тең бөліктерін айырып алуды диаграмма арқылы көрнекі түрде кескіндеу	3.4.1.1 екі жиынның бірігуі мен қиылысуын Эйлер-Венн диаграмма-сының көмегімен көрнекі түрде кескіндеу	4.4.1.1 жиындар арасындағы қатынастың (тең, қиылысатын, қиылыспайтын жиындар, ішкі жиын) сипатын анықтай білу
1.4.1.2 жиындарды элементтерінің белгілері (нысандардың түсі, пішіні, өлшемі, материалы, әрекеті) бойынша құру	2.4.1.2 сандардың жазылуындағы цифрлар саны, 2-ге бөлінуі, сандық тізбектегі алатын орындары бойынша сандық жиындар құру және жіктеу (бөліктеу)	3.4.1.2 сандардың жиындарын, олардың бірігуі мен қиылысуын элементтердің берілген немесе оқушылардың өздері анықтаған қасиеттері бойынша құру	4.4.1.2 түзу сызықтардың, геометриялық фигуралардың қиылысуын көрсету, қиылысу және бірігу аймақтарын белгілеу
1.4.1.3 жұп құру арқылы нысандар жиындарын салыстыру/ тең жиындарды, бос жиындарды анықтау	2.4.1.3 жиындар мен олардың элементтерін диаграммада белгілеу, элементтердің жиынға жиындардың бірігуіне және қиылысуына тиістілігін анықтау	3.4.1.3 сандар жиынының ішкі жиындарын элементтердің берілген немесе оқушылардың өздері анықтаған қасиеттері бойынша құру	4.4.1.3 есептерді/ теңдеулер мен теңсіздіктерді шешуде жиындардың қиылысуы мен бірігуінің ауыстырымдылық және терімділік қасиеттерін қолдану

«Жиындар және олармен орындалатын амалдар» мен «Пікірлер» бөлімшелері бұрын бастауыш сыныптарда оқытылмағандықтан, осы бөлімдердің мақсаттарын оқулықта жүзеге асыруда жауапкершілікпен қарадық. Себебі, оқу материалдарын ұсынуда бастауыш сынып оқушыларының жас ерекшеліктері және тапсырмалармен жұмыс жасауды ұйымдастыру оқушылардың ақыл-ой белсенділігінің деңгейіне байланысты екендігі ескерілді.

2-сыныптың базалық математика оқулығында «2.4.1.3 жиындар мен олардың элементтерін диаграммада белгілеу, элементтердің жиынға, жиындардың бірігуіне және қиылысуына тиістілігін анықтау» мақсатын жүзеге асыру үшін ұсынылған тапсырмалардың (Сурет 1) оқушыларға а-нұсқасында осы екі жиынның бірігуінен пайда болатын жиынды Эйлер-Венн диаграммасын пайдаланып кескіндеу және оған тиісті элементтерді латын әліпбиінің әріптерімен жазу, б-нұсқасында керісінше берілген жиынды екі жиынға жіктеу, осы жиындарды Эйлер-Венн диаграммасын пайдаланып кескіндеу және әрбір жиынға атау беру, әрбір жиынға тиісті элементтерді жазуды орындайды [3]. Мұндай тапсырмаларды орындау оқушыны екі жиынды біріктіру және берілген жиынды екі жиынға жіктеу (бөліктеу) алгоритмін түсіндіре білуіне, екі жағдайға талдау жасауына, өзінің осындай мысалдар құруына және оны түсіндіре алуына жетелейді.

1. а) Балықтар мен құстар бейнеленген жиынды қарастыр. Бұл екеуін біріктіретін жиынды қалай атауға болады? Жиын элементтерін латын әліпбиінің әріптерімен ата.



ә) Жиынды қарастыр. Оны қандай екі жиынға бөлуге болады? Әр жиынның элементтерін анықта, оларға атау бер.



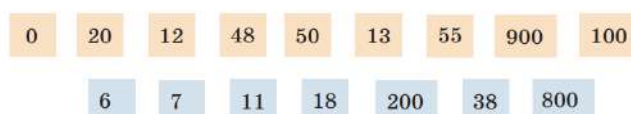
Сурет 1. Жиындарды біріктіру және екі жиынға жіктеуге берілген тапсырма

«2.4.1.2 сандардың жазылуындағы цифрлар саны, 2-ге бөлінуі, сандық тізбектегі алатын орындары бойынша санды жиындар құру және жіктеу (бөліктеу)» мақсатын жүзеге асыруда берілген сандардан сандық тізбектегі алатын орындары бойынша талап етілгендей әртүрлі санды жиындар құруға тапсырмалар (Сурет 2) ұсынылды. Бұл тапсырманы орындау оқушыға талдау жасай отырып сандар жиынын құрып қана қоймай, құрған әрбір жиынға атау беру және әрбір жиындағы элементтерін атау, жиындарды жазу ережесін пайдаланып әрбір жиынды элементтерінің тізімімен жазу, тиістілік белгісін пайдаланып жиынға тиісті элементтерді жазуға қатысты жинақтаған білім, білік және дағдыларын қолдануға мүмкіндік береді.

3. Карточкадағы сандарға қара. Сандар жиынын құрастыр:

- а) Екі таңбалы.
- ә) Бір таңбалы.
- б) 50-ден артық сандар.
- в) Толық жүздіктер.

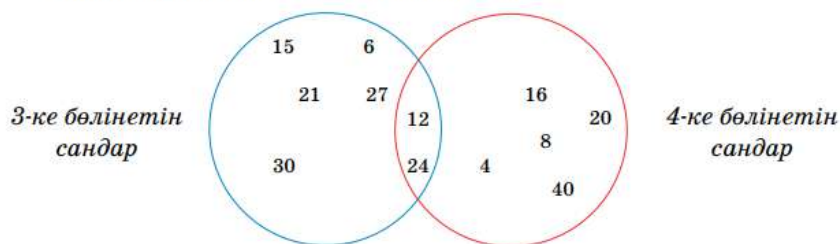
Жиындардың әрқайсысында неше элементтен болды?



Сурет 2. Сандар жиынын құруға берілген тапсырма

3-сыныптың базалық математика оқулығында «3.4.1.1 екі жиынның бірігуі мен қиылысуын Эйлер-Венн диаграммасының көмегімен көрнекі түрде кескіндеу мақсатын жүзеге асыру; 3.4.1.2 сандардың жиындарын, олардың бірігуі мен қиылысуын элементтердің берілген немесе оқушылардың өздері анықтаған қасиеттері бойынша құру; 3.5.2.2 екі жиынның қиылысуы, екі жиынның бірігуі, бос жиын таңбаларын қолдану» мақсаттарын жүзеге асыруда ұсынылған тапсырмада (Сурет 3) Эйлер-Венн диаграммасының көмегімен кескінделген екі жиынның қиылысуы берілген қасиеттері бойынша құрылғанын, қиылысу таңбасын қолданып жиындардың қиылысуындағы элементтерді жазу, жиындардың қиылысуына ат беруге қатысты меңгерген білім, білік және дағдыларын қолдануға мүмкіндік береді [4]. Оқушылардың мұндай тапсырмаларды орындауы жиындардың бірігуі мен қиылысуына элементтердің өздері анықтаған қасиеттері бойынша жиындар құруға, оқушылардың жалпылау ойлау амалын қалыптастыруға мүмкіндік туғызады.

3. Суреттегі жиындардың қиылысуындағы элементтерді ата. Жиындардың қиылысуына ат беріңдер.



Сурет 3. Жалпылауға берілген тапсырма

4-сыныптың базалық математика оқулығында «4.4.1.1 жиындар арасындағы қатынастың (тең, қиылысатын, қиылыспайтын жиындар, ішкі жиын) сипатын анықтай білу» мақсатын жүзеге асыруда ұсынылған тапсырмалар (Сурет 4) оқушылардың тең жиындарды анықтау, жиындардың теңдігін жазу, жиынның ішкі жиындарын анықтау, ішкі жиын таңбасымен жазуға қатысты меңгерген білім, білік және дағдыларын қолдануға мүмкіндік береді[5]. Бұдан кейін оқушылар саралап өзбетімен осыған ұқсас тапсырмалар құрастырып ұсынады.

**3А** Тең жиындарды тап және оларды «=» таңбасы арқылы жаз.

$A = \{C, A, Я, Б, А, Қ\}$	$B = \{4, 5, 6, 10\}$
$C = \{4, 5, 10\}$	$D = \{A, Я, Б, C, А, Қ\}$
$E = \{C, A, Қ\}$	$P = \{К, А, С\}$
$X = \{10, 4, 6, 5\}$	$O = \{Б, А, Қ\}$

**ШҒАРМАШЫЛЫҚ ЖҰМЫС**

**3ә** Қай жиындар  $D$  жиынының ішкі жиыны болып табылады? Оларды « $C$ » белгісінің көмегімен жаз.

**3б** Осыған ұқсас тапсырма құрастыр.

Сурет 4. Саралауға берілген тапсырма

Математикалық логика ғылымының негізгі бөлімі «Пікірлер логикасы» элементтерінің бастауыш сынып математикасының мазмұнына енгізілуі, оқушылардың логика әлеміне алғашқы қадамдары болмақ.

Бастауыш білім беру деңгейінің 1-4-сыныптарына арналған «Математика» пәнінен үлгілік оқу бағдарламасын жүзеге асыру бойынша ұзақ мерзімді жоспар мен оқу мақсаттарының жүйесінің бөлімдер бойынша жіктелуінде «Пікірлер» бөлімшесінің атауы әртүрлі, яғни «Пікірлер» және «Тұжырымдар» деп ұсынылған. Сонымен қатар 1-сынып пен 2-сыныптың оқу мақсаттарында тұжырымдар, ал 3-сынып пен 4-сыныптың оқу мақсаттарында пікірлер деп берілген (Кесте 2).

Оқу бағдарламасындағы осы олқылықтар ескеріліп, бір жүйеге келтірілгені жөн. Себебі, «ақиқат немесе жалған тұжырымдар құру» және «ақиқат немесе жалған пікірлер құру» оқу мақсаттары бұл материалмен таныс емес мұғалімдерді жаңсақтыққа әкелуі мүмкін.






Кесте 2. «Пікірлер» бөлімшесі оқу мақсаттарының жүйесі

1-сынып	2-сынып	3-сынып	4-сынып
1.4.2.1 тұжырымдардың ақиқаттығын немесе ақиқат еместігін анықтау	2.4.2.1 тұжырымдардың ақиқаттығын немесе жалғандығын анықтау, ақиқат немесе жалған тұжырымдар құру	3.4.2.1 ақиқат немесе жалған пікірлер құру	4.4.2.1 математикалық мазмұндағы пікірлер құру, олардың ақиқаттығын немесе жалғандығын анықтау
1.4.2.2 бірдей цифрлар мен фигуралардан тұратын басқатырғыштар, ребустар шешу, сәйкестік пен ақиқаттықты анықтауға берілген қарапайым логикалық есептерді шығару	2.4.2.2 сандық есептерді, әртүрлі сандардан тұратын басқатырғыштарды, ауыстырып құюға және өлшеуге берілген логикалық есептерді зерттеу және шығару	3.4.2.2 кестелер және графтар құру әдісімен логикалық пайымдауға берілген есептерді шығару	4.4.2.2 кеңістік ойлау қабілетін дамытуға арналған логикалық есептерді шығару

«Пікірлер» бөлімшесінің оқу мақсаттарын ОӘК жүзеге асыруда бұл бөлімнің бастауыш математика курсы мазмұнындағы және оқушылардың логикалық ойлауын дамытудағы ерекшелігі ескерілді.

2-сыныптың базалық математика оқулығында «2.4.2.1 тұжырымдардың ақиқаттығын немесе жалғандығын анықтау, ақиқат немесе жалған тұжырымдар құру» мақсатын жүзеге асыруда ұсынылған тапсырманы (Сурет 5) орындауда оқушылар талдау жасай отырып пікірлердің жалған немесе ақиқаттығын анықтайды, бұл өзбеттерімен пікір құруға дайындық жұмыстары болмақ [3].

3. Әр пікірді оқып, оның ақиқат немесе жалған екенін анықта.

Аю – жабайы жануар.	
Сілеусін – үй жануары.	
Қазақстанда кірпі тіршілік етпейді.	
Сиыр сүт береді.	
Ит үйретуге көнбейді.	

Сурет 5. Талдауға берілген тапсырма



3-сыныптың базалық математика оқулығында «3.4.2.1 ақиқат немесе жалған пікірлер құру» мақсатын жүзеге асыруда мақсатын жүзеге асыруға ұсынылған тапсырмада (Сурет 6) ақиқат және жалған пікірлер туралы білімдерін жинақтап, ақиқат және жалған пікірлерді салыстыра отырып өзбеттерімен пікірлер құрады [4].



4. Сырым мен Әлия топтағы оқушылардан табиғат аясында қалай демалғанды ұнататындарын сұрады. Олардың жауабын кестеге түсірді. Кестені пайдаланып, ақиқат немесе жалған пікірлер құрастыр.

	Тауға шығу	Атпен серуендеу	Жидек теру	Суға түсу	Балық аулау	Гүл теру	Қайықпен серуендеу
Айша	+		+				+
Жандос		+		+	+		
Кәусар	+					+	+
Ержан	+	+			+		
Айман			+	+			+
Сұлтан		+		+	+		
Әмина	+	+				+	

Сурет 6. Ақиқат және жалған пікірлер құруға берілген тапсырма

4 сыныптың базалық математика оқулығында «4.4.2.1 математикалық мазмұндағы пікірлер құру, олардың ақиқаттығын немесе жалғандығын анықтау» мақсатын жүзеге асыруда ұсынылған тапсырманы (Сурет 7) орындауда оқушылар ақиқат және жалған пікірлер менгерген білім, білік және дағдыларын қолданып, енді математикалық мазмұндағы ақиқат және жалған пікірлер құрады [5]. Мұндай тапсырмалар жалпылау, саралау ойлау амалдарын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

5

Берілген жазбалар бойынша пікірлер құрастыр. Олар ақиқат па, жалған ба? Тура теңдіктер мен теңсіздіктер жаз.

$$8 \cdot 9 = 63$$

$$24 : 3 = 8$$

$$16 + 8 : 4 = 20$$

$$2 \text{ м} < 200 \text{ см}$$

$$3 \text{ мин} > 300 \text{ с}$$

$$3 \text{ 600} : 100 : 36 = 0$$

Сурет 7. Математикалық мазмұндағы ақиқат және жалған пікірлер құруға берілген тапсырма

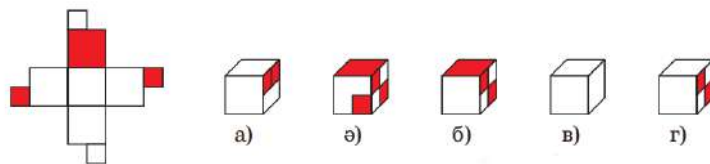
2-4 сыныптарға арналған базалық математика оқулықтарында оқушылардың логикалық ойлауын дамытуға басты назар аударылды. Оқулықтарда бағдарлама мазмұнындағы «Жиындар. Логика элементтері» бөлімінің төрт бөлімшесі материалдары ғана емес, сонымен қатар әрбір сабақта «Сен зерттеушісің» айдарымен логикалық тапсырмалар ұсынылды. Бұл тапсырмалар оқушылардың ойлау амалдарын жүйелі дамытуға бағытталған.

Аталған айдарда өзара бірімді сәйкестікті анықтауға, табақшалы таразыда өлшеуге берілген есептер, халық есептері, турнирлік есептер, арифметикалық есептер, ықтималдыққа берілген есептер, қызықты және стандартты емес тапсырмалар т.б. қамтылды. Бағдарлама міндеттерінің бірі кеңістіктік елестетуді дамытуға да логикалық тапсырмалар ұсынылған (Сурет 8).



6. Қатырғықағаздан өзірленген текшені қырлары бойынша қиғанда, төмендегідей текшенің жазбасы алынады.

Төменде қай текшенің қиылған жазбасы берілген?



Сурет 8. Кеңістіктік елестетуді дамытуға берілген тапсырма

Бұл тапсырмаларды да ұсынудың өзіндік жүйесі құрылды. Мұғалімдерге арналған әдістемелік құралда оқулықта ұсынылған әрбір логикалық тапсырманы орындау және бұл тапсырмаларды орындаудағы оқушылардың жұмысын ұйымдастыру жолдарына әдістемелік нұсқаулар берілді.

### Қорытынды

Бағдарлама мазмұнында оқу мақсаттарын жүзеге асыруда 2-4 сыныптың базалық математика оқулықтарында оқушылардың логикалық ойлауын дамыту үшін ұсынылған тапсырмалар барлық ойлау амалдарын қалыптастыру мақсатында құрылған арнайы жүйемен ұсынылды. Сонымен қатар, оқулықтарда оқушылардың логикалық ойлауын дамыту үшін «Сен зерттеушісің» айдарымен логикалық тапсырмалар жүйесі берілген. Мұғалімдерге арналған әдістемелік нұсқаулықта осы тапсырмалармен жұмыс жасауды ұйымдастыруда оқушылардың ойлау белсенділігін арттыру, өзбетімен жұмыс жасауын ұйымдастыру жолдары қарастырылды.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Тұрғынбаев Ә. *Логика: Оқу құралы. 2-басылым.* –Астана: Фолиант, 2012. -240б.
- 2 *Бастауыш білім беру деңгейінің 1-4-сыныптарына арналған «Математика» пәнінен типтік оқу бағдарламасы.*
- 3 *Математика. 2-бөлім: Жалпы білім беретін мектептің 2-сыныбына арналған оқулық.* - Алматы: Алматыкітап баспасы, 2017. -72 б.
- 4 *Математика. Оқулық. 4-бөлім. Жалпы білім беретін мектептің 3-сынып оқушыларына арналған оқулық.* – Алматы: Алматыкітап баспасы, 2018. -100 б.
- 5 *Математика. Оқулық. 1-бөлім. Жалпы білім беретін мектептің 4-сыныбына арналған оқулық.* – Алматы: Алматыкітап баспасы, 2017. -100 б.

### References

- 1 Turgunbayev A. (2012) *Logika: Oqu kuraly. 2-basylym.* [Logic: Textbook. 2nd edition]. Astana: Foliant, 240. (In Kazakh)
- 2 *Bastauysh bilim beru deñgejiñiñ 1-4-synyptaryna arnalǵan «Matematika» paninen tiptik oku bagdarlamasy.* [Standard curriculum on the subject "Mathematics" for grades 1-4 of primary education]. (In Kazakh)
- 3 *Matematika. (2017) 2-bolim: Zhalpy bilim beretin mekteptin 2-synybyna arналған okulyk.* [Mathematics. Part 2: A textbook for the 2nd grade of secondary school]. Almaty: Almatykitap baspasy. 72. (In Kazakh)
- 4 *Matematika. (2018) Okulyk. 4-bolim. Zhalpy bilim beretin mekteptin 3-synyp okushylaryna arналған okulyk.* [Mathematics. Textbook. Section 4. Textbook for 3rd grade students of secondary school]. Almaty: Almatykitap baspasy. 100. (In Kazakh)
- 5 *Matematika. (2017) Okulyk. 1-bolim. ZHalpy bilim beretin mekteptin 4-synybyna arналған okulyk.* [Mathematics. Textbook. Section 1. Textbook for the 4th grade of secondary school]. Almaty: Almatykitap baspasy. 100. (In Kazakh)



Д.М. Нурбаева<sup>1\*</sup>, Ж.М. Нурмухамедова<sup>1</sup>, Б. Ерженбек<sup>1</sup>, Д.М. Насирова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: nur\_dilara@mail.ru

## О МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ В КУРСЕ АЛГЕБРЫ

### Аннотация

Статья посвящена решению текстовых задач в курсе алгебры. В последнее время наблюдается, что решение текстовых задач вызывает затруднения не только у школьников, но и встречаются такие случаи, когда решение таких задач вызывают проблемы у практикующих учителей математики. Поэтому в статье мы рассмотрели несколько типов задач, к которым были предложены решения, что считаем полезным материалом для подготовки действующих учителей к урокам алгебры, когда изучаются темы решения текстовых задач с помощью уравнений и их систем. Также чтение данной статьи рекомендуется студентам – будущим учителям математики до прохождения или во время прохождения ими педагогической практики. В статье нет решений уравнений и их систем, так как целью данной статьи является научить составлять уравнения и системы уравнений для решения текстовых задач, а не решать их. Для оформления условий задач используются как чертежи, таблицы, так и просто написание кратких условий.

**Ключевые слова:** текстовые задачи в курсе алгебры, обучение решению задач, составление уравнения и системы уравнений для решения текстовых задач.

### Аңдатпа

Д.М. Нурбаева<sup>1</sup>, Ж.М. Нурмухамедова<sup>1</sup>, Б. Ерженбек<sup>1</sup>, Д.М. Насирова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## АЛГЕБРА КУРСЫНДА МӘТІНДІК ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДІ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ТУРАЛЫ

Мақала алгебра курсындағы мәтіндік есептерді шығаруға арналған. Қазіргі таңда мәтіндік есептерді шығару тек мектеп оқушыларына ғана емес, мұндай есептерді шығару сонымен қатар практикада жүрген математика пәнінің мұғалімдеріне де қиындық тудыратын кейбір жағдайлар кездеседі. Сондықтан мақалада біз шығарылу жолдары ұсынылған, есептердің бірнеше типтерін қарастырдық, бұл алгебра сабағында мұғалімдерге теңдеулер мен теңдеулер жүйесі арқылы мәтіндік есептерді шығару тақырыптарын оқытуда, дайындалуда пайдалы материал болып табылады. Сондай ақ, бұл мақаланы болашақ математика пәні мұғалімдеріне- студенттерге педагогикалық практикадан өтер алдында немесе өту кезінде оқуға ұсынылады. Мақалада теңдеулер мен олардың жүйелерінің шешімдері берілмеді, себебі бұл мақаланың мақсаты мәтіндік есептерді шығаруда осы теңдеулер мен теңдеулер жүйесін құруды үйрету болып табылады. Есептің шартын рәсімдеу үшін сызбалар, кестелер және де қысқаша есептің шартын жазу қолданылған.

**Түйін сөздер:** алгебра курсында мәтіндік есептер, есептер шешуді оқыту, мәтіндік есептер шығарудың теңдеуі мен жүйесін құру.

### Abstract

D.M. Nurbayeva<sup>1</sup>, Zh.M. Nurmukhamedova<sup>1</sup>, B. Yerzhenbek<sup>1</sup>, D.M. Nassirova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

## ABOUT TEACHING METHODS FOR SOLVING TEXT TASKS IN THE COURSE OF ALGEBRA

The article is devoted to the solution of text tasks in the course of algebra. Recently, it has been observed that the solution of text tasks causes difficulties not only for schoolchildren, but also there are cases when the solution of such problems causes problems for practicing mathematics teachers. Therefore, in the article, we have considered several types of tasks for which solutions have been proposed, which we consider useful material for preparing existing teachers for algebra lessons, when studying the topics of solving text tasks using equations and their systems. Also, reading this article is recommended for students-future teachers of mathematics before or during their teaching practice. The article does not contain solutions to equations and their systems, since the purpose of this article is to teach how to make equations and systems of equations for solving text tasks, and not to solve them. For the design of the task conditions, both drawings, tables, and just writing short conditions are used.

**Keywords:** text tasks in the course of algebra, teaching to solve the tasks, drawing up an equation and a system of equations for solving text tasks.

Всем известен тот факт, что математике обучают через задачи. Каждый учитель, работая в школе любого типа (общеобразовательная, специализированная, лицей, гимназия и др.) должен уметь решать задачи разного уровня сложности, причем разными методами их решения. Текстовые задачи в курсе алгебры занимают особое место. Решение их отличается созданием математической модели условия задачи. Конечные цели обучения решению задач в математике сводятся к овладению учащимися методики решения определенной системы задач [1].

Текстовые задачи формируют математическую грамотность учащихся, которая необходима современному человеку в повседневной жизни. Практическое значение таких задач в математике заключается в умении применять учащимися полученные навыки в своей дальнейшей практической деятельности, а именно в продолжении учебы, работе и т.п. [2]. Задачи являются одним из основных средств для развития логического мышления и пространственного воображения учащихся.

Процесс решения задачи – это переход от условия задачи к ответу на ее вопрос. Процесс решения может осуществляться как с осознанием каждого шага, так и свернуто, интуитивно. Конечно, при обучении будущих учителей математики, при изучении дисциплин, где рассматриваются приемы обучения решению школьных текстовых задач, необходимо пошагово рассматривать ход их решения.

Каждая текстовая задача представляет собой словесную модель процесса, явления, ситуации. Как и в любой модели, в текстовой задаче описывается не все событие или явление, а лишь его количественные или функциональные характеристики. В задаче можно выделить:

- 1) Числовые значения величин, которые называются данными;
- 2) Некоторую систему функциональных зависимостей в неявной форме, взаимно связывающих искомое с данными и данные между собой;
- 3) Требование или вопрос, на который надо найти ответ.

Числовые значения величин и существующие между ними зависимости, т.е. количественные и качественные характеристики объектов задачи и отношений между ними, называют условием задачи [3].

Предлагаем рассмотреть несколько текстовых задач разных типов, которые предлагаются учащимся 9 класса общеобразовательной школы, где мы предложим подробные решения. Задачи были выбраны из сборника задач для общеобразовательной школы, которые решаются большинством школьников при прохождении соответствующей темы.

**Задача 1.** Имеются два разных сплава серебра. Первый, массой 12 кг, содержит 75% серебра, а второй, массой 10 кг, содержит 20% серебра. Какой процент серебра содержится в сплаве, полученном при их сплавлении? [4]

**Решение.** Во-первых необходимо записать условие задачи.

I сплав – 12 кг – 75% серебра  
II сплав – 10 кг – 20% серебра } ?

- 1) Посчитаем массу серебра в I и II сплавах. Для этого:

$$12 \cdot 0,75 = 9 \text{ (кг)} - \text{серебра в I сплаве,}$$

$$10 \cdot 0,2 = 2 \text{ (кг)} - \text{серебра во II сплаве;}$$

- 2) Посчитаем массу серебра в обоих сплавах:

$$9 + 2 = 11 \text{ (кг)}$$

- 3) Теперь посчитаем массу сплава, который получили в результате смешивания двух данных сплавов:

$$10 + 12 = 22 \text{ (кг)} - \text{масса полученного сплава;}$$

- 4) Найдем процентное содержание серебра в полученном сплаве:

$$\frac{11}{22} \cdot 100\% = 50\% - \text{ответ.}$$

Первая задача является стандартной на нахождение процентного содержания вещества в составе. В следующей задаче даны отношения элементов состава, где необходимо посчитать массы сплавов.

**Задача 2.** В двух различных сплавах медь и цинк находятся соответственно в отношении 1:2 и 2:3 (по массе). Сколько килограммов каждого сплава нужно взять, чтобы после совместной переплавки получить 38 кг нового сплава, в котором медь и цинк находятся в отношении 7:12? [4]

**Решение.** Оформим данные условия задачи в таблицу (Таблица 1), где неизвестные массы данных сплавов обозначены  $x$  кг и  $y$  кг.

Таблица 1. Условие задачи 2

I сплав		II сплав		Новый сплав	
x кг		y кг		38 кг	
Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
1	2	2	3	7	12

Итак, во-первых, проанализируем известную массу нового сплава и отношение в нем меди и цинка. Если сплав состоит только из двух веществ и нам известно их отношение 7:12, то получается, что сплав составляет 19 частей, масса которых 38 кг. Значит масса одной части в нем:  $38:19 = 2$  кг. Отсюда следует, что масса меди в сплаве:  $7 \cdot 2 = 14$  (кг), а масса цинка:  $12 \cdot 2 = 24$  (кг).

Теперь, зная, что масса I сплава x кг и он составляет 3 части, получаем, что масса меди в нем  $-\frac{1}{3}x$  кг, а масса цинка  $-\frac{2}{3}x$  кг. Аналогично, во II сплаве масса меди  $-\frac{2}{5}y$  кг, масса цинка  $-\frac{3}{5}y$  кг. Теперь, используя новые данные, мы можем составить систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{1}{3}x + \frac{2}{5}y = 14 \\ \frac{2}{3}x + \frac{3}{5}y = 24 \end{cases}, \text{ решая которую вычисляем } \underline{x = 18 \text{ кг}, y = 20 \text{ кг}}.$$

**Задача 3.** Имеются два сплава цинка и железа. Сначала взяли 117 кг первого и 468 кг второго сплавов, переплавили и получили новый сплав с 10% содержанием цинка. Затем взяли 186 кг первого и 279 кг второго – получился сплав с 91% содержанием железа. Найдите процентное содержание цинка в первоначальных сплавах. [4]

**Решение.** В условии задачи дано процентное содержание его составляющих в конечных сплавах, поэтому нам удобно использовать данные только одного элемента в составе. Возьмем, например, цинк, тогда в сплаве, полученном во второй раз, цинк составляет 9%. Введем обозначения: x – процентное содержание цинка в I сплаве, y – во II сплаве. Все полученные данные занесем в следующую таблицу (Таблица 2).

Таблица 2. Данные условия задачи 3

I сплав		II сплав		Новый сплав	
117 кг		468 кг		117+468=585 кг	
Zn – x %	Fe	Zn – y %	Fe	Zn – 10%	Fe – 90%
186 кг		279 кг		186+279=465 кг	
Zn – x %	Fe	Zn – y %	Fe	Zn – 9%	Fe – 91%

Так как процентное содержание цинка в I сплаве – x%, значит масса его равна  $1,17x$  кг, также во II сплаве –  $4,68y$  кг. Аналогично во втором случае: в I сплаве –  $1,86x$  кг, во II сплаве –  $2,79y$  кг. В новых же сплавах можно посчитать массы цинка: если в 585 кг сплава содержится 10 % цинка, то масса его  $- 585 \cdot 0,1 = 58,5$  кг, во втором же составе:  $465 \cdot 0,09 = 41,85$  кг цинка.

Теперь можно составить систему уравнений, которая будет являться математической моделью условия данной задачи.

$$\begin{cases} 1,17x + 4,68y = 58,5 \\ 1,86x + 2,79y = 41,85 \end{cases} \text{ Решив систему, получим } x = \underline{6 \text{ кг}}, y = \underline{11 \text{ кг}}, \text{ что и будет являться ответом}$$

данной задачи.

Теперь рассмотрим также задачу на смеси, но которая имеет другой подход к решению.

**Задача 4.** Сосуд, вместимостью 40 л, наполнен чистым спиртом. Из него отлили некоторое количество спирта и долили водой, затем отлили такое же количество смеси. После этого в сосуде осталось 22,5 л чистого спирта. Сколько литров жидкости отливали каждый раз? [4]

**Решение.** В этой задаче достаточно провести устные рассуждения и «зафиксировать» необходимые данные. Итак, во-первых, обозначим за  $x$  количество жидкости, которую отливали каждый раз. Тогда получаем, что после того, как отлили чистый спирт в первый раз, и после добавления в сосуд воды, в нем получилось опять 40 л, но уже смеси. Второй раз отливали уже  $x$  л смеси и мы можем посчитать количество в ней спирта.

Так как после первого отлива спирта в сосуде осталось  $(40-x)$  л чистого спирта, то получается, что в 40 литрах смеси на каждый литр приходится  $\frac{40-x}{40}$  л спирта.

Значит, когда отливали  $x$  литров смеси, спирта в ней оказалось  $\frac{40-x}{40} \cdot x$  л. После этого в сосуде осталось 22,5 л чистого спирта.

В итоге получается, что  $40 - x - \frac{40-x}{40} \cdot x = 22,5$ . Решая данное уравнение, получим, что  $x = 10$  л.

Приведенные выше задачи являются задачами на смеси и сплавы. Далее рассмотрим задачи на движение.

**Задача 5.** Из пунктов А и В одновременно на встречу друг другу вышли 2 пешехода. Пешеход, шедший из А, прошел до встречи на 1 км больше другого и пришел в В через 48 мин после встречи. Второй пешеход пришел в А через 1 ч 15 мин после встречи. Через какое время после выхода пешеходов состоялась встреча и на каком расстоянии от пункта В? [4]

**Решение.** Для решения этой задачи необходимо построить чертеж, на котором следует указать все данные задачи (Рис. 1).

Пусть  $x$  км – это расстояние от места встречи до пункта В, следовательно расстояние от пункта А до места встречи  $(x+1)$  км. Также на чертеже укажем время, за которое пешеходы прошли до назначенных пунктов после встречи.

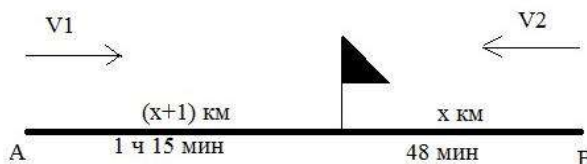


Рисунок 1. Чертеж к условию задачи 5

Итак, для решения задачи переведем время, данное в минутах, в часы. Тогда: 48 мин = 48/60 часа = 0,8 часа; 1 ч 15 мин = 1,25 часа.

Рассмотрим движение пешеходов после их встречи.

Первый пешеход прошел расстояние  $x$  км за 0,8 часа, значит мы можем записать его скорость через  $x$ :  $V1 = \frac{x}{0,8}$ , аналогично  $V2 = \frac{x+1}{1,25}$ .

Теперь рассмотрим движение пешеходов до встречи.

Первый пешеход прошел расстояние  $(x+1)$  км со скоростью  $V1$ , значит время, за которое он прошел это расстояние  $t = \frac{x+1}{V1}$ , а так как мы выразили  $V1$  через  $x$ , то подставим полученное выражение в последнее:  $t = \frac{x+1}{\frac{x}{0,8}} = \frac{0,8(x+1)}{x}$ .

Время, которое шли оба пешехода до встречи одинаковое, так как они вышли одновременно. Значит можно обозначить время, которое потратил второй пешеход до встречи, тоже за  $t$ . Второй пешеход прошел расстояние  $x$  км со своей скоростью  $V2$ , поэтому:

$$t = \frac{x}{V_2} = \frac{x}{\frac{x+1}{1,25}} = \frac{1,25x}{x+1}.$$

Теперь можно приравнять полученные выражения, описывающие время  $t$ :

$$\frac{0,8(x+1)}{x} = \frac{1,25x}{x+1} - \text{это уравнение для решения данной задачи,}$$

где для  $x$  выполняется условие  $x > 0$ .

После нахождения значения  $x$ , из вопроса задачи необходимо найти время  $t$ .

Решив его, получим  $x = 4$  (км), а время  $t = 1$  (час).

Следующая задача тоже на движение, но другого типа. Обычно задачи такого типа вызывают много вопросов и затруднения в их решении как у школьников, так и у студентов педвузов.

**Задача 6.** На соревнованиях по кольцевой трассе один лыжник проходил круг на 2 мин быстрее другого и через час обогнал его ровно на круг. За сколько минут каждый лыжник проходил круг. [4]

**Решение.** Так как расстояние, которое проходили лыжники, измеряется кругами, нам не требуется время, данное в минутах, переводить в часы. Разница между пройденными лыжниками расстояниями равна 1 кругу.

Пусть первый лыжник проходил круг за  $x$  мин, тогда из условия задачи второму на прохождение одного круга требуется  $(x+2)$  мин.

Скорость первого лыжника:  $\frac{1}{x}$  (кругов в минуту), второго лыжника  $-\frac{1}{x+2}$ . Тогда запишем

разницу пройденных лыжниками кругов за 60 минут:  $60 \cdot \frac{1}{x} - 60 \cdot \frac{1}{x+2} = 1$  – это и есть уравнение,

описывающее движение лыжников.

Решив его, получим, что  $x = 10$ . Значит первый лыжник пробегает круг за 10 минут, а второй – за 12 минут.

**Задача 7.** Двое рабочих выполнили работу за 12 дней. За сколько дней может выполнить эту работу каждый рабочий, если одному из них для выполнения всей работы потребуется на 10 дней больше, чем другому? [4]

**Решение.** Пусть первому рабочему на выполнение данной работы требуется  $x$  дней, тогда второму рабочему –  $(x+10)$  дней. Объем работы обозначим за 1.

Тогда производительность первого рабочего равна  $\frac{1}{x}$ , а второго  $-\frac{1}{x+10}$ .

Так как они работают вместе, то их общая производительность равна сумме производительностей каждого.

Запишем уравнение, описывающее процесс данной задачи:

$$12 \cdot \left( \frac{1}{x} + \frac{1}{x+10} \right) = 1$$

Решая уравнение, получаем  $x = 20$ , соответственно  $x+10 = 30$ .

Значит, рабочим потребуется 20 и 30 дней, если они будут работать по отдельности.

Задача, рассмотренная нами выше, является стандартной задачей на производительность (или на работу). Следующая задача тоже на работу, но рабочие будут работать как вместе, так и по отдельности.

**Задача 8.** Двое рабочих должны были выполнить некоторую работу за 12 дней. Сначала они работали вместе, а через 8 дней первый рабочий заболел и оставшуюся часть работы второй рабочий выполнил за 7 дней. За какое время мог бы выполнить эту работу каждый рабочий в отдельности? [4]

**Решение.** Пусть  $x$  – количество дней, которое потребуется первому рабочему для выполнения некоторой работы, а  $y$  – количество дней для второго рабочего. Тогда составим уравнение, которое

описывает их работу вместе:  $12 \cdot \left( \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right) = 1$ .

Далее составим уравнение, которое описывает работу одновременно 8 часов и работу второго 7 часов:  $8 \cdot \left( \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right) + 7 \cdot \frac{1}{y} = 1$ .

Теперь объединим эти два уравнения в систему:

$$\begin{cases} 12 \cdot \left( \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right) = 1 \\ 8 \cdot \left( \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right) + 7 \cdot \frac{1}{y} = 1 \end{cases}$$

Решением данной системы является:  $x = 28$ ,  $y = 21$ . Значит 28 дней и 21 день потребуется рабочим для выполнения работы по отдельности.

### Заключение

Итак, нами были проанализированы и решены текстовые задачи каждого из основных типов классификации текстовых задач. В решениях подробно показаны известные данные условий задач и пошагово сформулированы пути их решения.

Целью рассмотрения вышеописанных задач было научить составлять уравнения или системы уравнений, которые описывают процесс из условий этих задач. Умение решать данные задачи формирует математическую грамотность учащихся, которая необходима в повседневной жизни любого человека. Считаем, что данная статья будет полезна студентам-математикам педагогических вузов и учителям математики.

### Список использованной литературы:

- 1 Alma E. Abylqasymova, Zhanara M. Nurmukhamedova, Dilara M. Nurbayeva, Lyazzat D. Zhumalievа "The Turkish Vector" Influence on Teaching the Exact Disciplines in Modern Educational System of Kazakhstan: on the Example of Teaching Algebra and Mathematics //Global Journal of Pure and Applied Mathematics. ISSN 0973-1768. Volume 12, Number 4. – India, 2016. – pp. 3481-3491
- 2 Абылкасымова А.Е., Туяков Е.А., Жумалиева Л.Д., Нурмухамедова Ж.М. Методические особенности обучения решению математических задач. Учебное пособие. – Алматы, 2018. – 248 с.
- 3 Капкаева Л.С. Теория и методика обучения математике - // URL:<https://studme.org/>
- 4 Корчевский В.Е., Дарбаева К.И. Алгебра: Сборник задач. Учеб. пособие для 9 кл. общеобразоват. шк. – Алматы: Мектеп, 2013. – 80 с.

### References

- 1 Alma E. Abylqasymova, Zhanara M. Nurmukhamedova, Dilara M. Nurbayeva, Lyazzat D. Zhumalievа "The Turkish Vector" Influence on Teaching the Exact Disciplines in Modern Educational System of Kazakhstan: on the Example of Teaching Algebra and Mathematics, Global Journal of Pure and Applied Mathematics. ISSN 0973-1768. Volume 12, Number 4. – India, 2016. – pp. 3481-3491
- 2 Abylqasymova A.E., Tujakov E.A., Zhumalievа L.D., Nurmuhamedova Zh.M. (2018) Metodicheskie osobennosti obuchenija resheniju matematicheskikh zadach. Uchebnoe posobie. [Methodological features of teaching the solution of mathematical problems. Tutorial]. Almaty. 248. (in Russ)
- 3 Kapkaeva L.S. (2018) Teorija i metodika obuchenija matematike [Theory and methodology of teaching mathematics]. URL:<https://studme.org/>(in Russ)
- 4 Korchevskij V.E., Darbaeva K.I. (2013) Algebra: Sbornik zadach. Ucheb. posobie dlja 9 kl. obshheobrazovat. shk. [Algebra: Collection of problems. Textbook. manual for 9th grade. general education]. Almaty: Mektep, 80. (in Russ)

МРНТИ 14.25.09  
УДК 372.851

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.07>

Б.В. Рабинович<sup>1</sup>, Е.А. Туяков<sup>2\*</sup>, К.Д. Микаилова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Северо-Казахстанский университет им. М.Козыбаева, г.Петропавловск, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: [t.esen.a@mail.ru](mailto:t.esen.a@mail.ru)

## МЕТОД ОШИБОК ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «СЕЧЕНИЯ МНОГОГРАННИКОВ»

### Аннотация

Основная задача школы на сегодняшний день не просто вооружить учеников определенным набором навыков умений и знаний, но также сформировать у них умение учиться и работать в команде. Исходя из сказанного, целесообразно использовать на уроках математики интерактивные методы обучения. Одной из самых популярных стратегий такого обучения является работа в малых группах. В статье рассмотрены интерактивные приемы обучения и их особенности при обучении геометрии в старших классах средней школы. Приведены примеры применения «метода ошибок» при изучении темы «Сечения многогранников». Показано, как при обсуждении ошибочных решений в малых группах, у учащихся закрепляются навыки решения подобных задач.

В статье восполняется один из пробелов, существующих в методической литературе, по описанию интерактивного обучения геометрии в старших классах средней школы.

**Ключевые слова:** стереометрия, интерактивное обучение, метод ошибок, сечение, многогранник, призма, пирамида, работа в малых группах.

### Аңдатпа

Б.В. Рабинович<sup>1</sup>, Е.А. Туяков<sup>2</sup>, К.Д. Микаилова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## «КӨПЖАҚТАРДЫҢ ҚИМАЛАРЫ» ТАҚЫРЫБЫН ОҚЫТУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДАҒЫ ҚАТЕЛІКТЕР ӘДІСІ

Қазіргі заманғы мектептің негізгі міндеті - оқушыларды тиісті білім, білік және дағдылардың жиынтығымен қаруландырып қана қоймай, олардың оқып-білу, топта жұмыс істеуге біліктерін қалыптастыру болып табылады. Осыған орай, математика сабақтарында интерактивті оқыту әдістерін қолданған дұрыс. Интерактивті оқытудың ең танымал стратегияларының бірі - шағын топтарда жұмыс жасау. Мақалада интерактивті оқыту әдістері және оларды орта мектептің жоғары сыныптарында геометрия курсына оқытуда қолдану ерекшеліктері қарастырылған. «Көпжақтардың қималары» тақырыбын оқытып-үйрету барысында «қателіктер әдісін» қолдануға мысалдар көрсетілген. Шағын топтарда есептердің қате шешімдерін талқылау кезінде оқушылардың туындаған мәселелерді шешу дағдылары қалай бекітілетіні көрсетілген.

Мақалада орта мектептің жоғары сыныптарында геометрия курсына оқытудың интерактивті әдістерін сипаттау бойынша әдістемелік әдебиеттердегі олқылықтар толтырылады.

**Түйін сөздер:** стереометрия, интерактивті оқыту, қателіктер әдісі, қима, көпжақтар, призма, пирамида, шағын топтардағы жұмыс.

### Abstract

## THE ERROR METHOD IN THE ORGANIZATION OF STUDYING THE TOPIC «THE CROSS SECTION OF THE POLYHEDRONS»

Rabinovich B.V.<sup>1</sup>, Tuyakov E.A.<sup>2</sup>, Mikailova K.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>M. Kozymbaev North Kazakhstan university, Petropavlovsk, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The main task of the school today is not just to equip students with a certain set of knowledge, skills and abilities, but also to form their ability to learn, work in a group. Based on the above, it is advisable to use interactive teaching methods in math lessons. One of the most popular strategies for interactive learning is collaborative learning. The article discusses interactive teaching techniques and their features in teaching geometry in high school. Given examples of the application of the «error method» in the study of the topic «The cross section of the polyhedrons» are given. It is shown that, when discussing erroneous decisions in collaborative learning, students acquire the skills to solve such problems.

The article fills in one of the gaps that exist in the methodological literature on the description of interactive methods of teaching geometry in high school.

**Keywords:** stereometry, interactive learning, error method, cross section, polyhedron, prism, pyramid, collaborative learning.

### **Введение**

Система образования в Республике Казахстан в последние годы претерпевает определенные изменения. Это неизбежный процесс, который обусловлен развитием информационного пространства науки и техники. Человек должен быть работоспособным, готовым осваивать меняющиеся технологии. Все это соответственно изменило требования к школьному образованию. Эффективность деятельности индивида определяется не только количеством полученных им знаний, но и разнообразием компетентностями, которыми он овладел, и возможностью их применения в реальных жизненных ситуациях. Основная задача школы на сегодняшний день не просто вооружить учеников определенным набором навыков умений и знаний, но также сформировать у них умение учиться и работать в команде. Поэтому технологии обучения подбирают так, чтобы все ученики были вовлечены в активную учебную деятельность в зоне его ближайшего развития, и чтобы все ученики чувствовали себя комфортно в школе [1]. Исходя из вышесказанного, в формировании необходимых компетентностей могут быть полезны интерактивные методы обучения, поскольку интерактивность предполагает способность взаимодействовать или находиться в режиме беседы, диалога с другими партнерами по группе или, например с компьютером. Внедрение в учебный процесс, в частности, в преподавание математики интерактивных методик обучения способствует культуре дискуссии, умению принимать совместные решения, умению общаться, отчитываться. Такие методы обучения также позволяют учащимся выступать в качестве авторов, создателей чего-то нового, повышать уровень практического знания материала, позволяют учителям проводить творческие и эффективные уроки [2].

### **Методология исследования**

Методологической основой нашего исследования явилась работы в области педагогической психологии о зонах ближайшего и актуального развития (Выготский Л.С), теоретические положения интерактивного обучения и работы в малых группах (Ступина С.Б., Самсонова М.В., Ефимов В.В.), а также теоретические основы метода ошибок (Литцманн В., Триер В., Далингер В.А., Штейнгауз Г.Д.). Исследование осуществлялось с использованием методов анализа и обобщения содержания научных и научно-методических источников, относящихся к рассматриваемой проблеме, обобщение педагогического опыта по организации интерактивного обучения стереометрии.

### **Результаты исследования**

Результатом исследования служат разработанные авторские задания для обучения теме «Сечения многогранников» на основе групповой работы с применением «метода ошибок».

Поиск и обсуждение ошибки в предложенном решении членами группы способствует формированию коммуникативных универсальных действий: вырабатывается умение с точностью выражать свое мнение в соответствии с задачей и условием коммуникации. Обучающиеся учатся делать суждения, используя математические термины и понятия, формулировать вопросы и давать на них ответы во время выполнения задания. Предложенные задания можно использовать либо отдельно при изучении сечений призмы, пирамиды, усеченной пирамиды, либо после изучения этих тем. Таким образом, любой педагог сможет решить сам, какие задачи стоит использовать на конкретном уроке.

### **Дискуссия**

Применение приемов интерактивного обучения на уроках математики отличается от применения этих же приемов при изучении других предметов, например на биологии, на географии и т. д. Так, при реализации интерактивного метода на уроках географии, учащиеся могут добыть знания самостоятельно за короткий промежуток времени из учебников, справочников, интернета. На уроках математики это может оказаться затруднительным, особенно если речь идет о решении задач, поскольку для эффективного обсуждения учащиеся уже должны обладать определенным набором знаний по данной теме. А где взять эти знания? Значит, перед этим учитель должен изложить какоую-



то теорию, а ученики должны эту теорию выучить и усвоить. Учащиеся, как правило, нуждаются в сочетании традиционного и интерактивного обучения для того, чтобы освоить основные идеи [3].

О таком сочетании в своей работе упоминала казахстанский ученый-методист А.Е.Абылкасымова: «Сочетание методов дает такой метод, который характеризуется не одним каким-либо признаком, а целой их совокупностью» [4]. Организация эффективной работы в малых группах на уроках математики предполагает, что учащиеся каждой такой группы активно участвуют в дискуссии, а для того, чтобы вести дискуссию зоны актуального развития у них должны пересекаться. Идеальным вариантом было бы то, что у учеников пересекались бы и зоны ближайшего развития, именно по данной теме. На этом и должно основываться распределение учащихся по группам. Необходимо понимать, что не все учащиеся класса имеют одинаковый уровень математического развития и математической грамотности. А при интерактивных методах важно, чтобы каждый из учащихся работал в зоне своего актуального (а лучше в зоне ближайшего развития). При работе в паре, или в тройке, или в четверке учащихся, возможность пересечения зон ближайшего развития более высока, чем при работе большего числа участников. Это основной принцип обучения в группах [5].

К формированию групп нужно подходить сознательно, т.к. опыт работы в экспериментальном классе показывает, что при определенном уровне сложности задачи, при работе в небольших группах, может случиться так, что одна группа уже решила задачу, а вторая даже не знает с чего начать. Например, для задач практического содержания или для задач стандартного типа (направленных на отработку навыков) можно использовать группы, сформированные произвольно – например, по желанию учащихся. А для нестандартных задач, требующих обсуждения, тестирования и, вообще, какого-то интеллектуального напряжения, группы нужно специально формировать. Возможно, что в каждой группе будет сильный ученик – лидер группы. Возможно, следует сформировать группу экспертов, куда войдут наиболее сильные учащиеся. В любом случае, подбор задач для работы в группах должен предполагать возможность обсуждения вопроса с разных точек зрения.

Следует отметить, что в настоящее время в методической литературе мало материала по обучению стереометрии, пригодного для организации работы учащихся в малых группах. Поэтому разработка таких методик будет полезна для применения в средней школе.

При работе в малых группах требуется предлагать задачи, обсуждение решения которых не только может заинтересовать учащихся, но и приведет к закреплению необходимых навыков. По нашему мнению, одним из эффективных методов достижения поставленной цели является *метод ошибок*. То есть метод, где учащимся предлагается найти ошибки в решенной задаче, обосновать ошибочность решения и предложить правильное решение задачи. Особенностью данного метода при групповой работе является то, что получив задачу, в группах произвольно начинается обсуждение, с целью выявления ошибки и последующего ее исправления. И так как преподаватель может вызвать любого из группы для выступления перед всем классом, то каждый участник группы должен знать и уметь обосновать, в чем заключается ошибка и показать верное решение. Поэтому обучающиеся постараются быть максимально вовлеченными в обсуждение.

Более того, обучающимся чрезвычайно полезно ознакомиться с наиболее часто встречающимися при решении задач ошибками. Даже тот, кто в состоянии правильно решить задачу, часто не сразу найдет ошибки в неправильном решении – иногда он сочтет нечто правильное за ошибку, или же ошибочное примет за правильное, или же, умея, быть может, указать ошибки, затрудняется уловить ход мыслей, приведший к этим ошибкам. Очень часто ошибочно решенная задача дает гораздо больше для математического разума, чем задача, которую сразу удалось решить гладко и правильно [6].

Приведем причины, которые допускают учащиеся при изучении различных математических дисциплин, в том числе и стереометрии.

1. Причины, которые связаны с психологическими факторами, например ослабление психических функций, таких как внимание, мышление, память.
2. Причины, которые вытекают из недостатков учебников и учебных программ.
3. Причины, которые обусловлены несовершенством организации учебного процесса.
4. Причины, обусловленные недостаточным владением учащимися на требуемом уровне синтаксисом и семантикой математического языка.

Таким образом, деятельность, направленная на работу по устранению типичных ошибок требует их систематизации. Типичные ошибки можно объединить в группы, связанные общими причинами

их появления и методикой работы над их исправлением. Такая систематизация позволит наметить пути предупреждения появления этих ошибок при решении задач на построение сечений [7].

Чтобы исключить в последующем появление данных ошибок, учащимся на уроке повторения и закрепления знаний, можно дать примеры с ошибочными построениями сечения. Например, каждой группе предлагается найти ошибку в построении сечения, обосновать, в чем заключается ошибка и продемонстрировать правильный вариант. Ведь как отмечал польский математик Г.Д.Штейнгауз: «Если заверить учащегося, что в представленных ему доказательствах есть ошибка, то можно даже без специальной проверки быть уверенным, что материал будет полностью и тщательно изучен» [8].

Далее поведем разговор об ошибках на уроках стереометрии при изучении темы «Сечения многогранников». В данной теме, чаще всего, у учащихся встречаются такие виды ошибок, как:

- неправильно найден след сечения;
- не найдена (или пропущена) точка пересечения сечения с одним из ребер;
- неправильно найдены следы сечения на параллельных гранях.

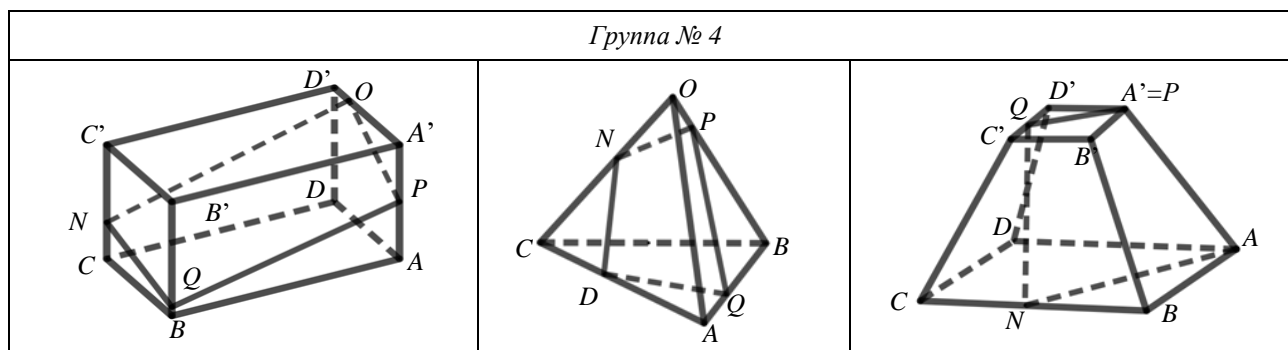
Рассмотрим пример применения задач с ошибками на построение сечений многогранников при работе в малых группах.

*Формулировка задания.* Ученику было дано задание: на поверхности призмы, пирамиды, усеченной пирамиды даны три точки  $N$ ,  $P$  и  $Q$ . Построить сечение указанных на рисунке многогранников плоскостью, проходящей через данные точки. Решение ученика представлено в таблице 1.

Таблица 1. Карточки групповой работы

<i>Группа № 1</i>		
<i>Группа № 2</i>		
<i>Группа № 3</i>		

Группа № 4



Есть ли в построении ошибки? Если есть, то назвать, какие принципы построения сечений многогранников нарушены?

Защита происходит таким образом: результаты, проведенной работы в группе, оглашает избранный учителем спикер-представитель.

Ответом к первой задаче должен быть «Параллельные плоскости пересекаются не по параллельным прямым. Если секущая плоскость пересекает две противоположные параллельные грани многогранника, то линии пересечения параллельны». В пирамиде плоскость не является сечением, поскольку не найдены ее линии пересечения с гранями пирамиды. В усеченной пирамиде, сечение выполнено правильно. Затем, например, вторая группа может спросить, как выглядит правильное сечение.

После первой группы защищается вторая группа. У них след секущей плоскости является ломанной, что невозможно. Тогда участник из группы №1, например, может спросить, чем же является след секущей плоскости в параллелепипеде. В пирамиде сторона сечения  $PN$  не принадлежит какой-либо грани. В усеченной пирамиде параллельные плоскости пересекаются не по параллельным прямым.

Далее выходит представитель группы №3 и говорит, что сечение параллелепипеда является правильным. Но участники другой группы могут попросить пояснить, почему все правильно. Сечение пирамиды не является правильным, так как неправильно найдены следы сечения, поскольку след секущей плоскости пересечет нижнюю грань в двух точках. Следы в гранях  $AOB$  и  $AOD$  будут другими, и появится след в плоскости основания. В усеченной пирамиде сторона сечения  $PN$  не принадлежит какой-либо грани, а поэтому не является следом сечения.

И в конце выходит выступающий из группы №4 и говорит, что сторона сечения  $ON$  не принадлежит какой-либо грани параллелепипеда. Тогда, например, группа №3 может попросить пояснить, почему нельзя соединять точки, расположенные на разных гранях. В пирамиде сечение выполнено верно. В усеченной пирамиде  $QN$  не является следом сечения на поверхности многогранника.

Каждое выступление заканчивается всеобщим обсуждением исправления допущенных ошибок. Работа и ответы учащихся будут оцениваться учителем в течение урока по критериям таблицы 2. Последний критерий необходим для того, чтобы активизировать работу в группе более слабых учеников.

Таблица 2. Оценивание работы в группе

№ гр.	Правильность изложения	Дополнение других групп	Культура изложения материала	Поведение в группе, вовлеченность каждого члена в работу группы

Дальнейшей перспективой исследования является разработка подобных заданий отдельно для изучения сечений призмы, пирамиды, усеченной пирамиды. Кроме того, имеет смысл разработки задач для нахождения площади и объема частей, на которые сечение разбивает фигуру.

### Заклучение

Таким образом, поиск и исправление ошибок в группе способствует: активизации процесса обсуждения; овладению участниками группы навыками совместной работы; возможности участия в решении задачи учащимися всех уровней; более тщательному анализу задачи; более детальному и глубокому проникновению в суть каждого правила, теоремы, понятия.

Участие в поиске и исправлении ошибки стимулирует высокую активность учащихся и способствует их предотвращению в дальнейшем. Явным недостатком является то, что групповое обсуждение занимает много времени, однако при правильно сформированных группах и четкой постановке задачи, это можно минимизировать [9].

### Список использованной литературы:

- 1 Гольник О. Новая система образования в Казахстане 2019-2020. [Электрон.ресурс]. – 2019. – URL: [https://www.nur.kz/family/children/1773601-novaa-sistema-obrazovania-v-kazahstane-2018-2019/?utm\\_source=clipboard&utm\\_medium=article-fragment](https://www.nur.kz/family/children/1773601-novaa-sistema-obrazovania-v-kazahstane-2018-2019/?utm_source=clipboard&utm_medium=article-fragment) (дата обращения: 20.01.2021)
- 2 Ступина С.Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе: Учебно-методическое пособие. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. – 52 с.
- 3 Beam J. What is Interactive Learning? [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://www.wisegeek.com/what-is-interactive-learning.htm> (дата обращения: 20.01.2021).
- 4 Абылкасымова А.Е. Теория и методика обучения математике: Дидактико-методические основы обучения математике. Учебное пособие. – Алматы: Мектеп, 2013. – 224 с.
- 5 Выготский Л.С. Педагогическая психология. – М.: Педагогика, 1991. – 480 с.
- 6 Литцманн В., Триер В. В чем ошибка? Ложные умозаключения и ученические ошибки. Одесса.: Матезис, 1923. – 92 с.
- 7 Далингер В.А. Методика обучения началам математического анализа: учебник и практикум для академического бакалавриата / В.А. Далингер. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 162 с.
- 8 Штейнгауз Г.Д. Математика – посредник между духом и материей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 354 с.
- 9 Самсонова М.В., Ефимов В.В. Технология и методы коллективного решения проблем: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 152 с.

### References

- 1 Gol'nik O. (2019) *Novaja sistema obrazovanija v Kazahstane 2019-2020.* [New education system in Kazakhstan 2019-2020.] URL: [https://www.nur.kz/family/children/1773601-novaa-sistema-obrazovania-v-kazahstane-2018-2019/?utm\\_source=clipboard&utm\\_medium=article-fragment](https://www.nur.kz/family/children/1773601-novaa-sistema-obrazovania-v-kazahstane-2018-2019/?utm_source=clipboard&utm_medium=article-fragment) (data obrashhenija: 20.01.2021)
- 2 Stupina S.B. (2009) *Tehnologii interaktivnogo obuchenija v vysshej shkole: Uchebno-metodicheskoe posobie.* [Interactive learning technologies in higher education: Study guide]. Saratov: Izdatel'skij centr «Nauka». 52. (In Russian)
- 3 Beam J. What is Interactive Learning? [Jelektronnyj resurs]. – 2021. – URL: <https://www.wisegeek.com/what-is-interactive-learning.htm> (data obrashhenija: 20.01.2021).
- 4 Abylkasymova A.E. (2013) *Teorija i metodika obuchenija matematike: Didaktiko-metodicheskie osnovy obuchenija matematike. Uchebnoe posobie.* [Theory and methodology of teaching mathematics: Didactic and methodological foundations of teaching mathematics. Tutorial]. Almaty: Mektep, 224. (In Russian)
- 5 Vygotskij L.C. (1991) *Pedagogicheskaja psihologija.* [Pedagogical psychology]. M.: Pedagogika, 480. (In Russian)
- 6 Litcman V., Trier V. (1923) *V chem oshibka? Lozhnye umozakljuchenija i uchenicheskie oshibki.* [What is the mistake? False reasoning and student errors]. Odessa.: Matezis, 92. (In Russian)
- 7 Dalinger V.A. (2016) *Metodika obuchenija nachalam matematicheskogo analiza: uchebnik i praktikum dlja akademicheskogo bakalavriata 2-e izd., ispr. i dop.* [Methods of teaching the beginnings of mathematical analysis: a textbook and practical work for an academic baccalaureate]. M.: Izdatel'stvo Jurajt. 162. (In Russian)
- 8 Shtejngauz G.D. (2014) *Matematika – posrednik mezhdu duhom i materiej.* [Mathematics is the mediator between spirit and matter]. M.: BINOM. Laboratorija znaniy. 354. (In Russian)
- 9 Samsonova M.V., Efimov V.V. (2003) *Tehnologija i metody kollektivnogo reshenija problem: Uchebnoe posobie.* [Technology and methods of collective problem solving: Textbook]. Ul'janovsk: UIGTU. 152. (In Russian)

МРНТИ 27.29.15  
УДК 517.912

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.08>

Ж.А. Сартабанов<sup>1\*</sup>, А.Қ. Шаукенбаева<sup>1</sup>, Ә.Х. Жұмағазиев<sup>1</sup>, А.А. Дуюсова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан  
\*e-mail: sartabanov42@mail.ru

## МЕКТЕПТЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІН БЕЙІМДЕУ МӘСЕЛЕСІ

*Аңдатпа*

Мақалада тұрақты коэффициентті екінші ретті сызықты біртекті жәй дифференциалдық теңдеуді мектеп курсына бейімделіп зерттелді. Біртекті теңдеудің шешімінің жалпылама қасиеті келтірілді. Екінші ретті тұрақты коэффициентті біртектес сызықты жәй дифференциалдық теңдеуінің коэффициенттеріне байланысты үш жағдайда теңдеудің шешімдері зерттелді. Алынған нәтижелер теорема түрінде негізделген. Келтірілген тұжырымдар орта мектеп математикасының оқыту әдістемесі аясында дәлелденді. Жалпы математикада белгілі бұл теория орта мектеп математикасына енгізілуге толық лайықталып, мектеп оқушысына ұғынықты, қол жетімді әдістеме арқылы жасалды.

Жұмыстың негізгі мақсаты екінші ретті сызықты біртекті жәй дифференциалдық теңдеуді шешу әдістерін мектеп оқушысы меңгеруге мүмкін деңгейде жасау болып табылады. Нәтижесі жаратылыстану-математикалық бағытындағы орта мектептерде жәй дифференциалдық теңдеулер бастамалары бойынша арнайы курс бағдарламасын құрып, оған сәйкес мазмұндық материалды дайындау және оларды оқыту әдістемесімен қамтамасыз ету.

**Түйін сөздер:** екінші ретті жәй дифференциалдық теңдеу, тербелістер теңдеуі, негізгі тригонометриялық функциялар, жалпы шешім, әдістеме, арнайы курс.

*Аннотация*

Ж.А. Сартабанов<sup>1</sup>, А.Қ. Шаукенбаева<sup>1</sup>, Ә.Х. Жұмағазиев<sup>1</sup>, А.А. Дуюсова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Актюбинский региональный университет имени К.Жұбанова, г.Ақтөбе, Казахстан

## ПРОБЛЕМА АДАПТИРОВАНИЯ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ШКОЛЕ

В статье, адаптировано к школьному курсу, исследуется линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами. Приведены общие свойства решения однородного уравнения. Исследуются решения однородного линейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами в трех случаях, связанных с коэффициентами уравнения. Полученные результаты обоснованы в виде теоремы. Приведенные выводы доказаны в рамках методики обучения математики средней школы. Эта теория, известная в общей математике, полностью адаптирована к внедрению в математику средней школы и разработана с помощью методик, понятных школьнику.

Основная цель работы заключалась в разработке методов решения линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка на уровне, доступном школьнику. Результатом станет создание программы спецкурса по началам обыкновенных дифференциальных уравнений в средних школах естественно-математического направления, подготовка соответствующего содержательного материала и обеспечение их методикой обучения.

**Ключевые слова:** дифференциальное уравнение второго порядка, уравнение колебаний, основные тригонометрические функции, общее решение, методика, спецкурс.

*Abstract*

## THE PROBLEM OF ADAPTING THE METHODOLOGY OF TEACHING DIFFERENTIAL EQUATIONS AT SCHOOL

Sartabanov Zh.A.<sup>1</sup>, Shaukenbayeva A.K.<sup>1</sup>, Zhumagazyev A.Kh.<sup>1</sup>, Duyussova A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan

In the article, adapted to the school course, we study a linear homogeneous differential equation of the second order with constant coefficients. The general properties of the solution of a homogeneous equation are given. Solutions of a homogeneous linear ordinary differential equation of the second order with constant coefficients in three cases related to the coefficients of the equation are investigated. The obtained results are justified in the form of a theorem. These conclusions are proved in the framework of the methods of high school mathematics. This theory, known in general

mathematics, is fully adapted to the implementation in secondary school mathematics and developed with the help of new elementary techniques that are understandable to the student.

The main purpose of the work was to develop methods for solving a linear homogeneous differential equation of the second order at a level that a schoolboy can master. The result will be the creation of a special course program on the basics of ordinary differential equations in secondary schools of the natural-mathematical direction, the preparation of appropriate content material and providing them with a simple teaching method.

**Keywords:** the second order differential equation, oscillations equation, basic trigonometric functions, general solution, methodology, special course.

Қазіргі заманғы зерттеу жұмыстарына қойылатын басты талап – олардың қолданбалылығы және зерттеудің математикалық әдістерге негізделуі. Инженер-техникалық есептердің басым көпшілігі уақытпен үзіліссіз өзгертін құбылыстармен байланысты. Ал мұндай құбылыстардың математикалық моделдері дифференциалдық теңдеулермен сипатталады. Өткен ғасырдың жетпісінші жылдары жүргізілген реформа бойынша мектеп математикасына дифференциалдық және интегралдық есептеулердің элементтері енгізіліп, олардың математикадағы ішкі қолданыстарымен қатар ғылыми-техникалық үдерістерді зерттеудегі пайдасына көңіл аударған болатын. Осы бағытта сол кездердегі оқулықтарға [1] дифференциалдық теңдеулер ұғымы енгізіліп, дененің еркін түсу қозғалысы, экспоненциалдық өзгеріс және гармониялық тербелістер сипатталған дифференциалдық теңдеулер қарастырылған болатын. Құбылыстардың осындай математикалық моделдері туралы мәліметті мектеп оқушылары математика мұғалімінен білуі өте құнды екендігіне сол кездегі реформаның басшысы академик А.Н.Колмогоровтың назар аударғаны әлі есімізде. Оны мектепте шеңбері жағынан да, ғылыми тереңдігі жағынан да дамыта түсу алдағы уақыттың үлесінде екендігін ескерткен болатын. Ұлы ғалымның ойларын жүзеге асыруға орай, жаңалықты ғылыми тәсілдермен оқушының танысуы, одан хабардар болуы өте маңызды.

Жоғарыда келтірілген ойларды өрбіту үшін және оны іс жүзіне асыру үшін мектеп оқушыларына дифференциалдық теңдеулерден арнайы курстар ұйымдастырылуы қажет деп есептейміз.

Осы мақсатты ақиқатқа айналдыруда, алдымен, тұрақты коэффициентті екінші ретті сызықты біртекті дифференциалдық теңдеулерді шешудің және оқытудың толық әдістемесін [2] мектепке бейімделіп, негіздеген жөн. Бұл мектеп оқулығына [3] құнды толықтыру болады. Бұрын жарияланған авторлардың мақалаларында [4-6] кейбір тұжырымдар қарастырылды.

Айталық,  $A$  және  $B$  коэффициентті  $Y = Y(x)$  белгісізі арқылы

$$\frac{d^2}{dx^2}Y + A\frac{d}{dx}Y + BY = 0$$

сызықты біртекті теңдеуі берілсе, онда оның жиі қолданылатын екі қасиеті бар.

I Егер  $Y$  теңдеудің шешімі болса, ал  $C$  – тұрақты сан болса онда  $CY = Z$  шамасы да оның шешімі болады.

Шынында да, туындының тұрақтыны туынды белгісі алдына шығаруға болатындығы туралы қасиеті бойынша

$$\frac{d}{dx}Z = \frac{d}{dx}(CY) = C\frac{d}{dx}Y,$$

$$\frac{d^2}{dx^2}Z = \frac{d}{dx}\left(\frac{d}{dx}Z\right) = \frac{d}{dx}\left(\frac{d}{dx}CY\right) = \frac{d}{dx}\left(C\frac{d}{dx}Y\right) = C\frac{d}{dx}\frac{d}{dx}Y = C\frac{d^2}{dx^2}Y$$

тепе-теңдіктерін аламыз. Ендеше, осы қасиеттер арқылы

$$\frac{d^2}{dx^2}Z + A\frac{d}{dx}Z + BZ = C\frac{d^2}{dx^2}Y + CA\frac{d}{dx}Y + CBY = C\left[\frac{d^2}{dx^2}Y + A\frac{d}{dx}Y + BY\right] \equiv 0$$

тепе-теңдігі шығады. Демек,  $Z$  – теңдеудің шешімі.

II Егер  $Y_1$  және  $Y_2$  теңдеудің екі шешімі болса, онда олардың қосындысы  $Y_1 + Y_2 = Z$  теңдеудің шешімі болады.

Шынында да,

$$Y_1'' + AY_1' + BY_1 = 0, \quad Y_2'' + AY_2' + BY_2 = 0$$

тепе-теңдіктері мен туындының

$$Y_1' + Y_2' = (Y_1 + Y_2)' = Z', \quad Y_1'' + Y_2'' = (Y_1 + Y_2)'' = Z''$$

қасиеттері белгілі. Егер екі тепе-теңдікті мүшелеп қосып, соңғы қасиеттерді қолдансақ, мына тепе-теңдіктерді аламыз:

$$Y_1'' + Y_2'' + A(Y_1' + Y_2') + B(Y_1 + Y_2) = 0,$$

$$(Y_1 + Y_2)'' + A(Y_1 + Y_2)' + B(Y_1 + Y_2) = 0,$$

$$Z'' + AZ' + BZ = 0.$$

Ендеше,  $Z$  – теңдеудің шешімі.

Осы дәлелденген екі қасиетті біріктіріп те келтіруге болады. Егер  $Y_1$  және  $Y_2$  теңдеудің шешімдері болса, ал  $C_1$  және  $C_2$  тұрақты шамалар болса, онда

$$Z = C_1 Y_1 + C_2 Y_2$$

шешімдердің сызықты комбинациясы деп аталатындығы белгілі.

III Егер  $Y_1$  және  $Y_2$  сызықты біртекті теңдеудің шешімдері болса, онда олардың сызықты комбинациясы да теңдеудің шешімі болады.

Шынында да, қасиеттің дәлелдеуі тексеру әдісімен беріледі.

$$\begin{aligned} Z'' + AZ' + BZ &= (C_1 Y_1 + C_2 Y_2)'' + A(C_1 Y_1 + C_2 Y_2)' + B(C_1 Y_1 + C_2 Y_2) = \\ &= \underline{C_1 Y_1''} + C_2 Y_2'' + \underline{AC_1 Y_1'} + AC_2 Y_2' + \underline{BC_1 Y_1} + BC_2 Y_2 = \\ &= C_1 [Y_1'' + AY_1' + BY_1] + C_2 [Y_2'' + AY_2' + BY_2] = 0, \end{aligned}$$

себебі,  $Y_1$  және  $Y_2$  теңдеудің шешімдері болғандықтан әрбір жақшадағы өрнектер нөлге тепе-тең. Олай болса,  $Z = C_1 Y_1 + C_2 Y_2$  сызықты комбинациясы теңдеудің шешімі екен.

Екінші ретті  $a$  және  $b$  тұрақты коэффициентті біртектес сызықты,  $y$  белгісізі арқылы берілген

$$y'' + 2ay' + by = 0 \tag{1}$$

теңдеуін қарастырайық. Мұндағы  $y' = \frac{dy}{dx}$ ,  $y'' = \frac{d^2 y}{dx^2}$  – белгісіз функцияның бірінші және екінші ретті туындылары.

Осы (1) теңдеуіне

$$y = e^{-ax} z \tag{2}$$

ауыстыруын жасайық.

Келтірілген (2) ауыстыруын біртіндеп туындылап

$$y' = -ae^{-ax} z + e^{-ax} z', \tag{2'}$$

$$y'' = a^2 e^{-ax} z - 2ae^{-ax} z' + e^{-ax} z'' \tag{2''}$$

өрнектерін аламыз.

Берілген (2) ауыстыруын және анықталған (2') - (2'') өрнектерін (1) теңдеуіне қойып,

$$a^2 e^{-ax} z - 2ae^{-ax} z' + e^{-ax} z'' - 2a^2 e^{-ax} z + 2ae^{-ax} z' + be^{-ax} z = 0$$

теңдігін аламыз. Оны  $e^{-ax} \neq 0$  шамасына қысқартып, ұқсас мүшелерін біріктіріп,

$$z'' + (b - a^2)z = 0 \quad (3)$$

түріндегі теңдеуді аламыз.

Берілген теңдеудің  $a$  және  $b$  коэффициенттерінің ара қатысына байланысты үш жағдайға келеміз.

1°. Егер  $b = a^2$  болса, онда (3) теңдеуі

$$z'' = 0 \quad (4)$$

теңдеуі түрінде жазылады.

2°. Егер  $b > a^2$  болса, онда  $b - a^2 = k^2 > 0$  саны арқылы жазып, (3) теңдеуінен

$$z'' + k^2 z = 0 \quad (5)$$

гармониялық тербелістер теңдеуін аламыз.

3°. Егер  $b < a^2$  болса, онда  $b - a^2 = -k^2 < 0$  теріс шамасын енгізіп, (3) теңдеуін

$$z'' - k^2 z = 0 \quad (6)$$

теңдеуі түріне келтіреміз.

Енді осы алынған (4), (5) және (6) теңдеулерінің шешімдерін анықтаймыз.

Алдымен, (4) теңдеуін шешу үшін екінші ретті  $z''$  туындысы бірінші ретті  $z'$  туындысының туындысы болатынын ескеріп,

$$\frac{d}{dx} z' = 0 \quad (7)$$

түрінде бейнелейміз. Демек, тек тұрақтының ғана туындысы нөлге тең болатынын ескеріп, (7) теңдеуінен  $C_1$  тұрақтылы

$$z' = C_1 \quad (8)$$

теңдігін аламыз. Одан әрі  $z' = \frac{dz}{dx}$  туындысы тұрақты екендігін (8) өрнегінен көреміз де,

$$\frac{dz}{dx} = C_1 \quad (9)$$

теңдігінен  $C_2$  кез келген тұрақтылы

$$y = C_1 x + C_2 \quad (10)$$

функциясын анықтаймыз.

Бұл (9) бейнесіндегі кез келген  $C_1$  және  $C_2$  тұрақтылы сызықты функция (4) теңдеуінің жалпы шешімі болып табылады. Себебі, (8) және (10) өрнектері (7) және (9) теңдеулерінің оң жағындағы функциялардың алғашқы бейнелеулерінің жиынтығы. Демек, (4) теңдеуінің кез келген шешімі (10) бейнесінде болады. Жалпы шешім ұғымы осылай анықталады.

Енді (5) теңдеуін қарастырсақ, ол мектеп математикасында қарастырылып келе жатқан тербелістер теңдеуі. Оның шешімдерін анықтауда негізгі тригонометриялық функциялар:  $\cos kx$  және  $\sin kx$  функцияларының туындылары мен өздерінің

$$\begin{aligned} (\cos kx)' &= -k \sin kx; & (\sin kx)' &= k \cos kx, \\ (\cos kx)'' &= -k^2 \cos kx; & (\sin kx)'' &= -k^2 \sin kx \end{aligned} \quad (11)$$

түріндегі өзара байланыстары басшылыққа алынады.

Демек, (11) өрнектен

$$z_1 = \cos kx, \quad z_2 = \sin kx \quad (12)$$

функцияларының екінші ретті туындылары өздері арқылы



$$z_1'' = -k^2 z_1, \quad z_2'' = -k^2 z_2 \quad (13)$$

бейнесінде өрнектелетіндігі маңызды орын алады.

Осы (13) теңдіктерден (2) функциялардың әрқайсысы (5) теңдеуінің шешімі екенін көреміз.

Қарастырып отырған (5) теңдеуіміз сызықты болғандықтан (12) шешімдерінің кез келген  $C_1$  және  $C_2$  коэффициентті

$$z = C_1 z_1 + C_2 z_2$$

түріндегі сызықты комбинациясы да оның шешімі болады. Демек,

$$z = C_1 \cos kx + C_2 \sin kx \quad (14)$$

өрнегі (5) теңдеуінің жалпы шешімін береді.

Егер  $u = u(x)$  функциясы (5) теңдеудің кез келген бір шешімі болса, демек,

$$u''(x) + k^2 u(x) = 0 \quad (14')$$

тепе-теңдігі орындалса, онда ол арқылы қосалқы

$$\begin{aligned} f(x) &= u \cos kx - u' \frac{1}{k} \sin kx, \\ \varphi(x) &= u \sin kx + u' \frac{1}{k} \cos kx \end{aligned} \quad (14'')$$

функцияларын алып, туындыларын анықтасақ, онда

$$\begin{aligned} f'(x) &= u' \cos kx - uk \sin kx - u'' \frac{1}{k} \sin kx - u' \cos kx = -(u'' + k^2 u) \frac{1}{k} \sin kx, \\ \varphi'(x) &= u' \sin kx + uk \cos kx + u'' \frac{1}{k} \cos kx - u' \sin kx = (u'' + k^2 u) \frac{1}{k} \cos kx \end{aligned} \quad (14''')$$

өрнектерін алар едік.

Ендеше, (14') тепе-теңдігі бойынша (14''') туындылары нөлге тең екенін көреміз:  $f'(x) = 0$ ,  $\varphi'(x) = 0$ . Бұл (14'') қосалқы функцияларының тұрақты болатынын білдіреді:  $f(x) = C_1^0$ ,  $\varphi(x) = C_2^0$ . Олай болса,

$$\begin{cases} u \cos kx - u' \frac{1}{k} \sin kx = C_1^0 \\ u \sin kx + u' \frac{1}{k} \cos kx = C_2^0 \end{cases}$$

жүйесін аламыз. Осы жүйенің бірінші  $\cos kx$  функциясына, екінші теңдігін  $\sin kx$  функциясына көбейтіп, екі теңдеуді қоссақ,  $\cos^2 kx + \sin^2 kx = 1$  формуласын ескеріп,

$$u(x) = C_1^0 \cos kx + C_2^0 \sin kx \quad (14^0)$$

өрнегіне келеміз. Бұдан кез келген  $u(x)$  шешімі (14) формуладан  $C_1 = C_1^0$  және  $C_2 = C_2^0$  мәндері арқылы шығатынын (14<sup>0</sup>) өрнегі көрсететінін байқаймыз. Демек, (14) формула – жалпы шешім өрнегі.

Енді (6) теңдеуін шешумен айналысайық. Осындай мақсатпен

$$z_1 = e^{-kx}, \quad z_2 = e^{kx} \quad (15)$$

көрсеткіштік функцияларын алып, олардың бірінші және екінші ретті туындыларын анықтасақ, онда

$$\begin{aligned} z_1' &= -ke^{-kx} = -kz_1, & z_2' &= ke^{kx} = kz_2, \\ z_1'' &= k^2 e^{-kx} = k^2 z_1, & z_2'' &= k^2 e^{kx} = k^2 z_2 \end{aligned} \quad (16)$$

өрнектері арқылы туындылардың функциялардың өздері бойынша бейнеленетіндігін байқаймыз. Осы (16) өрнектердегі соңғы екі теңдіктен

$$z_1'' - k^2 z_1 = 0, \quad z_2'' - k^2 z_2 = 0 \quad (17)$$

тепе-теңдіктерін аламыз. Ендеше, (15) функциялардың (17) теңдіктерден (6) теңдеуінің шешімдері екендігін көреміз. Қарастырып отырған (6) теңдеуіміз сызықты болғандықтан кез келген  $C_1$  және  $C_2$  коэффициентті

$$z = C_1 z_1 + C_2 z_2 = C_1 e^{-kx} + C_2 e^{kx} \quad (18)$$

өрнегі жалпы шешімді бейнелейтіндігіне көңіл аударамыз.

Егер (6) теңдеуінің кез келген шешімі (18) түрінде берілетін болса, онда ол оның жалпы шешімі деп аталынады. Демек, шешімдердің айырмашылығы:  $C_1$  және  $C_2$  мәндерінің әртүрлі болатындығында ғана. Мысалы,  $u = u(x)$  (6) теңдеуінің кез келген шешімі болсын. Бірақ, оның кейпінің қандай екені белгісіз. Егер оның өрнегі (18) формуласы түрінде екендігін көрсете алсақ, онда (18) өрнегінің жалпы шешімі екендігін дәлелдегеніміз болып табылады.

Шынында да,  $u = u(x)$  (6) теңдеуінің қандай болса да, бір шешімі дейік. Ендеше,

$$u''(x) - k^2 u(x) = 0 \quad (19)$$

тепе-теңдігі орындалады.

Айталық,

$$\vartheta = u(x)e^{kx}$$

қосалқы функция болсын. Оның туындыларын анықтайық:

$$\vartheta' = u'e^{kx} + kue^{kx} = e^{kx}(u' + ku), \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \vartheta'' &= u'' + 2ku'e^{kx} + k^2 ue^{kx} = \\ &= (u'' - k^2 u)e^{kx} + (2ku' + 2k^2 u)e^{kx} = \\ &= (u'' - k^2 u)e^{kx} + 2k(u' + ku)e^{kx}. \end{aligned} \quad (21)$$

Егер (19) тепе-теңдігін еске алсақ және (20) ескерсек, онда (21) теңдігін

$$\vartheta'' - 2k\vartheta' = 0$$

теңдеуін аламыз. Демек,  $\vartheta'' = \frac{d}{dx}\vartheta'$  екенін ойға алсақ, онда

$$\frac{d}{dx}\vartheta' - 2k\vartheta' = 0$$

бірінші ретті теңдеуін аламыз. Оның шешімі кез келген  $C^0$  коэффициентті

$$v' = C^0 e^{2kx} = 2kC_1^0 e^{2kx}, \quad C^0 = 2kC_1^0$$

өрнегімен анықталады. Осыдан  $v'$  туындысының алғашқы бейнесін анықтасақ, кез келген  $C_2$  тұрақтылы

$$\mathcal{D} = \int 2kC_1^0 e^{2kx} dx = C_1^0 e^{2kx} + C_2^0$$

$\mathcal{D} = \mathcal{D}(x)$  қосалқы функциясының түрін анықтаймыз.

Одан әрі  $\mathcal{D} = ue^{kx}$  екенін ескерсек,

$$ue^{kx} = C_1^0 e^{2kx} + C_2^0$$

немесе  $u$  функциясын осы теңдіктен анықтап,

$$u = C_1^0 + C_2^0 e^{-kx} \quad (18^0)$$

екенін көреміз.

Ендеше,  $C_1 = C_2^0$  және  $C_2 = C_1^0$  болған жағдайда  $u = u(x)$  шешімі (18) формуладан шығатынына көз жеткіземіз. Демек, кез келген ( $18^0$ ) шешім (18) формуладан алынатын болғандықтан, (18) шешімі шынында да жалпы шешім деген тұжырымға келеміз.

Одан әрі (2) ауыстыруы арқылы (4), (5) және (6) теңдеулерінің (10), (14) және (18) жалпы шешімдерінен (1) теңдеудің жалпы шешімдерін  $1^\circ$ ,  $2^\circ$  және  $3^\circ$  жағдайларына байланысты анықтаймыз.

Ендеше,  $1^\circ$  жағдайында  $b = a^2$  болады да, (1) теңдеуінің жалпы шешімі (2) және (10) формулалары бойынша

$$y = (C_1 x + C_2) e^{-ax} \quad (22)$$

өрнегімен анықталады.

Одан соң,  $b > a^2$  болған  $2^\circ$  жағдайына сәйкес, (2) және (14) формулалары негізінде (1) теңдеуінің жалпы шешімі

$$y = (C_1 \cos kx + C_2 \sin kx) e^{-ax} \quad (23)$$

түрінде бейнеленеді.

Ақырында, (2) және (18) қатыстары бойынша (1) теңдеуінің  $b < a^2$  болған  $3^\circ$  жағдайында

$$y = (C_1 e^{-kx} + C_2 e^{kx}) e^{-ax} \quad (24)$$

түріндегі жалпы шешімді аламыз.

Сонымен мына төмендегі теорема мектеп математикасы көлеміндегі әдістемемен дәлелденді.

Теорема 1. Екінші ретті тұрақты  $2a$  және  $b$  коэффициентті сызықты (1) теңдеуінің жалпы шешімдері 1)  $b = a^2$ , 2)  $b > a^2$  және 3)  $b < a^2$  жағдайларына сәйкес (22), (23) және (24) өрнектерімен берілетіндігі мектеп математикасының әдістемелері аясында негізделді.

Дәлелденген теорема туралы сөзімізді қорытындылай келе, жалпы шешімді негіздеу екі бөліктен тұратынына назар аударамыз. Оның біріншісі – мектеп математикасының теориялық әдістер көлемінде жалпы шешім формуласын қорытып шығару. Ал, екіншісі – теңдеудің кез келген шешімі сол формуламен берілетіндігін мектеп оқулығында қолданылып жүрген элементар әдістермен дәлелдеу. Мақаланың ұсынып отырған негізгі жаңалығы осы мәселелерді жоғары математикада қолданылып жүрген абстракциялық әдістерді қолданбай, оқушыға ұғынықты элементар әдістермен баяндалуы болып табылады. Ол элементар әдістер негізінде теңдеудің шешімдерінің бірі екіншісі арқылы сызықты түрде өрнектелмейтін екі шешімін олардың туындыларының қасиеттерімен анықтап алу жатса, одан әрі, жалпы шешімнің түрін анықтауда шешімдердің сызықты комбинациясы шешім болатындығы туралы тұжырым пайдаланылады. Содан кейін, осылайша құрылған шешімнің жалпы шешім екендігі кез келген шешім және оның туындылары арқылы және теңдеудің белгілі шешімдері негізінде туындысы нөлге тең қосалқы функциялар құру арқылы дәлелденеді.

Сонымен, теңдеудің жалпы шешімі функция және оның туындыларының ұқсастығы қасиеті, теңдеудің сызықтылығы қасиеті және қосалқы тұрақты функциялар қасиеті негізінде анықталды.

Осы әдістемелік зерттеуде автордың жұмысын [1] басшылыққа ала отырып, дифференциалдық теңдеулер теориясына [2] негізінде, қазіргі мектеп оқулығының [3] мазмұнына сәйкес және мақалалардың [4-6] кейбір тұжырымдары пайдаланылды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Колмогоров А. Н. (редакциясымен) Алгебра және анализ бастамалары. Алматы: Рауан, 1992. 352б.
- 2 Сүлейменов Ж.С. Дифференциалдық теңдеулер курсы. Алматы: Рауан, 1991, 360 б.
- 3 Әбілқасымова А.Е., Корчевский В.Е., Жұмағұлова З.Ә. Жалпы білім беретін мектептің жаратылыстану-математика бағытындағы 11-сыныбына арналған оқулық. Алматы: «Мектеп», 2020, 254 б.
- 4 Сартабанов Ж.А., Шауқенбаева А.К. Тригонометриялық және дәрежелік функциялар байланысын тербелістер теңдеуімен негіздеу әдістемесі. // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Хабаршы, – 2019. – №3(67) – 53-61 б.
- 5 Сартабанов Ж.А., Шауқенбаева А.К., Талипова М.Ж. Тригонометриялық функцияларды дәрежелік қатармен өрнектеудің әдістемесі // Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің Хабаршысы. Ғылыми журналы. – 2020. – №2(60) – 50-56 б.
- 6 Сартабанов Ж.А., Шауқенбаева А.К., Дуюсова А.А. Дифференциалдық теңдеулер бастамаларын мектепте тереңдетіп оқыту мәселесі // Математикалық модельдеу мен ақпараттық технологиялар білімде және ғылымда: ғылыми-әдістемелік конференция материалдары. – Алматы, 2020. – 522-524 б.

References

- 1 Kolmogorov A. N. (1992) (redakcijasymen) Algebra zhəne analiz bastamalary. [(edited) Initiatives of Algebra and Analysis]. Almaty: Rauan. 352. (In Kazakh)
- 2 Sylejmenov Zh.S. (1991) Differencialdyk tendeuler kursy. [Course of differential equations]. Almaty: Rauan, 360. (In Kazakh)
- 3 Abilkasymova A.E., Korchevskij V.E., Zhymagulova Z.A. (2020) Zhalpy bilim beretin mekteptin zharatylystanu-matematika bagytyndagy 11-synybyna arналган okulyk. [Textbook for 11th grade of secondary school in the field of science and mathematics]. Almaty: «Mektep». 254. (In Kazakh)
- 4 Sartabanov Zh.A., Shaukenbaeva A.K. (2019) Trigonometrijalık zhane darezhelik funkcijalar bajlanysyn terbelister tendeuimen negizdeu adistemesi. [Methods of substantiation of the relationship of trigonometric and power functions with the equation of oscillations]. Abai atyndagy KazNPU Habarshy. №3(67), 53-61. (In Kazakh)
- 5 Sartabanov Zh.A., Shaukenbaeva A.K., Talipova M.Zh. (2020) Trigonometrijalık funkcijalardy darezhelik katarmen ornekteudin adistemesi [Methods of expressing trigonometric functions in power series]. Қ.Жубанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университетінің Хабаршысы. Ғылыми журналы. [Bulletin of Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov. Scientific journal]. №2(60), 50-56. (In Kazakh)
- 6 Sartabanov Zh.A., Shaukenbaeva A.K., Dujusova A.A. (2020) Differencialdyk tendeuler bastamalaryn mektepte terendetip okytu maselesi Matematikalık model'deu men akparatytık tehnologijalar bilimde zhane gylымda: gylымi-adistemelik konferenciya materialdary. [Problems of in-depth study of the principles of differential equations at school. Mathematical modeling and information technology in education and science: Proceedings of the scientific-methodical conference]. Almaty. 522-524. (In Kazakh)

МРНТИ 27.19.15, 27.19.17  
УДК 517.927.4, 517.912

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.09>

*С.М. Темешева<sup>1,2</sup>, П.Б. Абдиманапова<sup>2,3\*</sup>, Д.И. Борисов<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Институт математики и математического моделирования Министерства образования и науки Республики Казахстан, г.Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

<sup>3</sup>*Алматинский технологический университет, г.Алматы, Казахстан,*

<sup>4</sup>*Институт математики с вычислительным центром Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия*

*\*e-mail: peryzat74@mail.ru*

## **ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ СЕМЕЙСТВА НЕЛИНЕЙНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

### *Аннотация*

В данной работе рассматривается краевая задача для семейства линейных дифференциальных уравнений, подчиняющихся семейству нелинейных двухточечных краевых условий. При каждом фиксированном значении параметра семейства исследуемая краевая задача является нелинейной двухточечной краевой задачей для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. К семейству краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений могут быть сведены нелокальные краевые задачи для систем уравнений в частных производных, в частности, нелокальные краевые задачи для систем гиперболических уравнений со смешанными производными. Поэтому установление условий разрешимости и разработка методов решения семейства краевых задач для дифференциальных уравнений являются актуальными проблемами.

В предлагаемой работе используя идеи метода параметризации Джумабаева Д.С., который изначально был разработан для установления признаков однозначной разрешимости линейной двухточечной краевой задачи для системы обыкновенных уравнений, предложен метод нахождения численного решения рассматриваемой задачи.

**Ключевые слова:** семейства нелинейных краевых задач, уравнение с параметром, изолированное решение, численный метод.

### *Аңдатпа*

*С.М. Темешева<sup>1,2</sup>, П.Б. Абдиманапова<sup>2,3</sup>, Д.И. Борисов<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі Математика және математикалық модельдеу институты, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>2</sup>*әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>3</sup>*Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>4</sup>*Ресей ғылым академиясының Уфа федералды зерттеу орталығының Есептеу орталығы бар Математика институты, Уфа қ., Ресей*

## **ЖӘЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ҮШІН СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ШЕТТІК ЕСЕПТЕР ӘУЛЕТІНІҢ ШЕШІМІН ТАБУДЫҢ БІР ӘДІСІ ТУРАЛЫ**

Бұл жұмыста сызықтық емес екі нүктелі шеттік шарттар әулетіне бағынатын сызықтық дифференциалдық теңдеулер әулеті үшін шеттік есеп қарастырылады. Әулет параметрінің әрбір бекітілген мәні үшін зерттелетін шеттік есеп жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықтық емес екі нүктелі шеттік есеп болып табылады. Жәй дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер әулетіне дербес туындылы теңдеулер жүйелері үшін бейлокал шеттік есептер, атап айтқанда, аралас туындылы гиперболалық теңдеулер жүйелеріне арналған бейлокал шеттік есептер, келтіріледі. Сондықтан, дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер әулетін шешілімділік шарттарын тағайындау және шешімін табу әдістерін жасау өзекті мәселелер болып табылады. Д.С. Джумабаев өз еңбегінде параметрлеу әдісі көмегімен жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықтық екі нүктелі шеттік есептің бірімәнді шешілімділік белгілерін жасады.

Осы жұмыста Д.С. Джумабаевтың параметрлеу әдісінің идеяларын қолдана отырып қарастырып отырған есептің сандық шешімін табу әдісі ұсынылады.

**Түйін сөздер:** сызықтық емес шеттік есептер әулеті, параметрі бар теңдеу, окшауланған шешім, сандық әдіс.

Abstract

ON A METHOD FOR SOLVING A FAMILY OF NONLINEAR BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Temesheva S.M.<sup>1,2</sup>, Abdimanapova P.B.<sup>2,3</sup>, Borisov D.I.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Mathematics and Mathematical Modeling

of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

<sup>4</sup>Russian Academy of Sciences Institute of Mathematics with Computing Center of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Science, Ufa, Russia

In this paper, we consider a boundary value problem for a family of linear differential equations that obey a family of nonlinear two-point boundary conditions. For each fixed value of the family parameter, the boundary value problem under study is a nonlinear two-point boundary value problem for a system of ordinary differential equations. Non-local boundary value problems for systems of partial differential equations, in particular, non-local boundary value problems for systems of hyperbolic equations with mixed derivatives, can be reduced to the family of boundary value problems for ordinary differential equations. Therefore, the establishment of solvability conditions and the development of methods for solving a family of boundary value problems for differential equations are actual problems. In this paper, using the ideas of the parametrization method of D. S. Dzhumabaev, which was originally developed to establish the signs of unambiguous solvability of a linear two-point boundary value problem for a system of ordinary equations, a method for finding a numerical solution to the problem under consideration is proposed.

**Keywords:** families of nonlinear boundary value problems, equation with parameter, isolated solution, numerical method.

**Постановка задачи и метод исследования**

Рассматривается семейство краевых задач для системы линейных дифференциальных уравнений, подчиняющихся нелинейным двухточечным краевым условиям

$$\frac{\partial v}{\partial t} = A(x, t)v + F(x, t), \quad (x, t) \in \bar{\Omega} = [0, \omega] \times [0, T], \quad (1)$$

$$g(x, v(x, 0), v(x, T)) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad (2)$$

где  $A(x, t)$  – непрерывная матрица размерности  $(n \times n)$ ,  $F(x, t)$  – непрерывная  $n$ -вектор-функция на  $[0, T]$ ,  $x$  – параметр семейства,  $g: [0, \omega] \times R^n \times R^n \rightarrow R^n$  – непрерывная функция,  $\|v\| = \max_{i=1:n} |v_i|$ ,

$$\|A(x, t)\| = \max_{i=1:n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}(x, t)| \leq \alpha(x), \quad \alpha(x) \text{ – ограниченная функция на } [0, \omega].$$

Заметим, что при каждом фиксированном  $x \in [0, \omega]$  задача (1), (2) является нелинейной двухточечной краевой задачей для системы обыкновенных дифференциальных уравнений, которая исследована многими авторами, в частности, они исследованы методом параметризации Джумабаева Д.С. в работах [1-5].

Изучение семейства краевых задач (1), (2) представляет самостоятельный интерес (см. [6-12]), так как находит применение в теории нелокальных краевых задач для систем гиперболических уравнений со смешанной производной [13-18].

Решением семейства нелинейных двухточечных краевых задач (1), (2) называется непрерывно дифференцируемая по  $t$  на  $\bar{\Omega}$  функция  $v^*(x, t) \in C(\bar{\Omega}, R^n)$ , удовлетворяющая при каждом фиксированном  $x \in [0, \omega]$  дифференциальному уравнению (1) и краевым условиям (2), где через  $C(\bar{\Omega}, R^n)$  обозначено пространство непрерывных функций  $v: \bar{\Omega} \rightarrow R^n$  с нормой  $\|v\|_0 = \max_{(x,t) \in \bar{\Omega}} \|v(x, t)\|$ .

В настоящей статье путем использования идей метода параметризации Д.С. Джумабаева [1, 2] предлагается один из способов нахождения численного решения задачи **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Выберем натуральное число  $N$  ( $N = 1, 2, \dots$ ), разобьем отрезок  $[0, T]$  точками  $t_p = p \cdot h$ ,  $p = 0: N$ ,  $h = T/N$ . Введем обозначения:

$$\Omega_r = \{(x, t) : x \in [0, \omega], \quad t \in [t_{r-1}, t_r)\}, \quad r = 1: N;$$

$\Delta_N$  – разбиение области  $\Omega = [0, \omega] \times [0, T] = \bigcup_{r=1}^N \Omega_r$ ;

$\lambda_r(x) = v(x, t_{r-1})$ ,  $r = 1: N$ ,  $\lambda_{N+1}(x) = \lim_{t \rightarrow t_N - 0} v(x, t)$ ,  $x \in [0, \omega]$ ;

$C([0, \omega], R^{n(N+1)})$  – пространство систем функций  $\lambda(x) = (\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_{N+1}(x))$  с нормой  $\|\lambda\|_1 = \max_{x \in [0, \omega]} \max_{r=1:(N+1)} \|\lambda_r(x)\|$ , здесь функции  $\lambda_r: [0, \omega] \rightarrow R^n$  непрерывны,  $r = 1: (N+1)$ ;

$v_r(x, t) = v(x, t) - \lambda_r(x)$ ,  $(x, t) \in \Omega_r$ ,  $r = 1: N$ ;

$C(\overline{\Omega}, \Delta_N, R^{nN})$  – пространство систем функций  $v[x, t] = (v_1(x, t), v_2(x, t), \dots, v_N(x, t))$  с нормой  $\|v[\cdot]\|_2 = \max_{r=1:N} \max_{x \in [0, \omega]} \sup_{t \in [t_{r-1}, t_r)} \|v_r(x, t)\|$ , где функция  $v_r(x, t) \in C(\Omega_r)$  и имеет конечный предел  $\lim_{t \rightarrow t_r - 0} v_r(x, t)$  равномерно относительно  $x \in [0, \omega]$  ( $r = 1: N$ ).

Задача (1), (2) эквивалентна краевой задаче с функциональными параметрами

$$\frac{\partial v_r}{\partial t} = A(x, t)(\lambda_r(x) + v_r) + F(x, t), \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1: N, \quad (3)$$

$$v_r(x, t_{r-1}) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad (4)$$

$$g(x, \lambda_1(x), \lambda_{N+1}(x)) = 0, \quad x \in [0, \omega], \quad (5)$$

$$\lambda_r(x) + \lim_{t \rightarrow t_r - 0} v_r(x, t) - \lambda_{r+1}(x) = 0, \quad r = 1: N, \quad (6)$$

где (6) - условия непрерывности решения на внутренних линиях разбиения  $\Delta_N$  области  $\Omega$  и односторонние пределы  $\lim_{t \rightarrow t_r - 0} v_r(x, t)$  ( $r = 1: N$ ) существуют равномерно относительно  $x \in [0, \omega]$ .

Решением задачи (3)-(6) является набор  $(\lambda^*(x), v^*(x, [t]))$  с компонентами

$$\lambda^*(x) = (\lambda_1^*(x), \lambda_2^*(x), \dots, \lambda_{N+1}^*(x)) \in C([0, \omega], R^{n(N+1)}),$$

$$v^*(x, [t]) = (v_1^*(x, t), v_2^*(x, t), \dots, v_N^*(x, t)) \in C(\overline{\Omega}, \Delta_N, R^{nN}),$$

где при каждом фиксированном  $x \in [0, \omega]$  непрерывно дифференцируемая по  $t$  на  $[t_{r-1}, t_r)$  функция  $v_r^*(x, t)$  удовлетворяет семейству линейных дифференциальных уравнений (3),  $r = 1: N$ , выполняется начальное условие  $v_r^*(x, t_{r-1}) = 0$ ,  $r = 1: N$ , и для  $\lambda_r^*(x)$ ,  $x \in [0, \omega]$ ,  $r = 1: (N+1)$ , имеют место равенства (5), (6).

Введем в рассмотрение линейный оператор [19, с.145]

$$\Phi_r(x, t) = I + \int_{t_{r-1}}^t A(x, \tau_1) d\tau_1 + \sum_{j=2}^{\infty} \int_{t_{r-1}}^t A(x, \tau_1) \int_{t_{r-1}}^{\tau_1} A(x, \tau_2) \dots \int_{t_{r-1}}^{\tau_{j-1}} A(x, \tau_j) d\tau_j \dots d\tau_2 d\tau_1,$$

$$(x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1: N,$$

где  $I$  - единичная матрица размерности  $(n \times n)$ . Оператор  $\Phi_r(x, t)$  удовлетворяет задаче.

$$\frac{\partial \Phi_r}{\partial t} = A(x, t) \Phi_r, \quad \Phi_r(x, t_{r-1}) = I, \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1: N. \quad (7)$$

При каждом  $x \in [0, \omega]$  при фиксированных значениях функциональных параметров  $\lambda_r(x) \in C([0, \omega], R^n)$  ( $r = 1: N$ ), используя обозначения

$$a_r(P, x, t) = \Phi_r(x, t) \int_{t_{r-1}}^t \Phi_r^{-1}(x, \xi) P(x, \xi) d\xi, \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1: N, \quad (8)$$

запишем семейство решений задачи Коши (3), (4)

$$v_r(x, t) = a_r(A, x, t)\lambda_r(x) + a_r(F, x, t), \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1: N, \quad (9)$$

и составим систему функций  $v(x, [t]) = (v_1(x, t), v_2(x, t), \dots, v_N(x, t))$ .

Заметим, что функция  $a_r(P, x, t)$  удовлетворяет задаче Коши

$$\frac{\partial}{\partial t} a_r(P, x, t) = A(x, t) \cdot a_r(P, x, t) + P(x, t), \quad a_r(P, x, t_{r-1}) = 0, \quad (x, t) \in \Omega_r, \quad r = 1: N. \quad (10)$$

Определим из (9) пределы  $\lim_{t \rightarrow t_r - 0} v_r(x, t)$ ,  $r = 1: N$ , подставим их в (5), (6), умножив (5) на  $h > 0$  ( $Nh = T$ ), запишем семейство систем нелинейных алгебраических уравнений относительно неизвестных функциональных параметров

$$Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda(x)) = 0, \quad \lambda(x) = (\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_{N+1}(x)) \in R^{n(N+1)}, \quad x \in [0, \omega], \quad (11)$$

где оператор  $Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda(x))$  имеет вид

$$Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda(x)) = \begin{pmatrix} h \cdot g(x, \lambda_1(x), \lambda_{N+1}(x)) \\ (I + a_1(A, x, t_1))\lambda_1 - \lambda_2 + a_1(F, x, t_1) \\ (I + a_2(A, x, t_2))\lambda_2 - \lambda_3 + a_2(F, x, t_2) \\ \dots \\ (I + a_N(A, x, t_N))\lambda_N - \lambda_{N+1} + a_N(F, x, t_N) \end{pmatrix}, \quad x \in [0, \omega].$$

Выберем вектор  $\lambda^0(x) = (\lambda_1^0(x), \lambda_2^0(x), \dots, \lambda_{N+1}^0(x)) \in C([0, \omega], R^{n(N+1)})$ , число  $\rho_\lambda > 0$  и определим множества:

$$S(x, \lambda^0(x), \rho_\lambda) = \left\{ \lambda(x) \in C([0, \omega], R^{n(N+1)}) : \|\lambda - \lambda^0\|_1 = \max_{x \in [0, \omega]} \max_{r=1:(N+1)} \|\lambda_r(x) - \lambda_r^0(x)\| < \rho_\lambda \right\},$$

$$G^0(x, \rho_\lambda) = \{(x, w_1, w_2) \in [0, \omega] \times R^n \times R^n : x \in [0, \omega], \|w_1 - \lambda_1^0(x)\| < \rho_\lambda, \|w_2 - \lambda_{N+1}^0(x)\| < \rho_\lambda\}.$$

**Условие В.** Функция  $g(x, w_1, w_2)$  непрерывна и имеет равномерно непрерывные частные производные  $g'_{w_1}(x, w_1, w_2)$ ,  $g'_{w_2}(x, w_1, w_2)$  в  $G^0(x, \rho_\lambda)$ , матрица  $M(x) : R^n \rightarrow R^n$ ,  $x \in [0, \omega]$ , определенная равенством

$$M_N(x) = h \cdot g'_{w_1}(x, \lambda_1(x), \lambda_{N+1}(x)) + h \cdot g'_{w_2}(x, \lambda_1(x), \lambda_{N+1}(x)) \cdot \prod_{r=N}^1 (I + a_r(A, x, t_r)),$$

обратима для всех  $\lambda(x) \in S(x, \lambda^0(x), \rho_\lambda)$  и для любого  $x \in [0, \omega]$  справедливо неравенство

$$\|M_N^{-1}(x)\| \leq L_1, \quad \|g'_{w_2}(x, \lambda_1(x), \lambda_{N+1}(x))\| \leq L_2, \quad x \in [0, \omega], \quad L_1, L_2 - \text{постоянные.}$$

При решении уравнения (11) относительно функционального параметра  $\lambda(x)$ , воспользуемся утверждением, которое является обобщением теоремы 1 из [2].



**Теорема.** Пусть имеет место условие  $B$  и следующие условия:

1) матрица Якоби  $\frac{\partial Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda(x))}{\partial \lambda} : R^{n(N+1)} \rightarrow R^{n(N+1)}$  равномерно непрерывна в  $S(x, \lambda^0(x), \rho_\lambda)$ ,

2)  $\frac{\partial Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda(x))}{\partial \lambda} : R^{n(N+1)} \rightarrow R^{n(N+1)}$  ограниченно обратима для всех  $\lambda(x) \in S(x, \lambda^0(x), \rho_\lambda)$  и

$$\left\| \left( \frac{\partial Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda(x))}{\partial \lambda} \right)^{-1} \right\| \leq \gamma, \quad \gamma - const,$$

3)  $\gamma \cdot \|Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda(x))\| < \rho_\lambda$ .

Тогда существует число  $\alpha_0 \geq 1$  такое что для любого  $\alpha_1 \geq \alpha_0$ , последовательность  $\{\lambda^{(p+1)}(x)\}$ ,  $p = 0, 1, 2, \dots$ , определяемая при каждом  $x \in [0, \omega]$  итерационным процессом:

$$\begin{aligned} \lambda^{(0)}(x) &= \lambda^0(x), \\ \lambda^{(p+1)}(x) &= \lambda^{(p)}(x) - \frac{1}{\alpha_1} \left( \frac{\partial Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda^{(p)}(x))}{\partial \lambda} \right)^{-1} \cdot Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda^{(p)}(x)), \quad p = 0, 1, 2, \dots, \end{aligned} \quad (12)$$

содержится в  $S(x, \lambda^0(x), \rho_\lambda)$ , сходится к  $\lambda^*(x)$ , решению уравнения (11) в  $S(x, \lambda^0(x), \rho_\lambda)$ , и справедлива оценка

$$\|\lambda^* - \lambda^0\|_1 \leq \gamma \cdot \|Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda^0(x))\|.$$

Причем любое решение уравнения (11) в  $S(x, \lambda^0(x), \rho_\lambda)$  изолировано.

### Численный метод решения семейства нелинейных краевых задач

В данной работе предлагается один численный метод решения семейства нелинейной двухточечной краевой задачи с параметром (1), (2).

1) При фиксированном  $x$  отрезок  $[t_{r-1}, t_r]$  разбивается на  $M$  равных частей ( $M = 1, 2, \dots$ ) и определим численное решение задачи Коши (10) в точках  $t_{r,k} = t_{r-1} + k \cdot \frac{t_r - t_{r-1}}{M}$  ( $r = 1 : N$ ,  $k = 0 : M$ ) при  $x \in [0, \omega]$ .

2) Составим систему нелинейных алгебраических уравнений (11) относительно параметра  $\lambda(x) \in R^{n(N+1)}$ .

3) Выберем вектор  $\lambda^0(x) \in R^{n(N+1)}$  такой, что  $Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda^0(x)) \neq 0$ .

4) Используя итерационный процесс (12), определим  $\lambda^{(p)}(x)$  такой, что

$$Q_{\Delta_N}^*(x, \lambda^{(p)}(x)) = 0, \quad p = 1, 2, \dots$$

5) Используя значения численного решения задач Коши (10), согласно равенству (9), найдем функции  $v_r(x, t_{r,k})$  ( $r = 1 : N$ ,  $k = 0 : M$ ),  $x \in [0, \omega]$ .

Численным решением задачи (1), (2) будет функция  $\tilde{v}(x, \hat{t})$ , где

$$\tilde{v}(x, \hat{t}) = \begin{cases} \lambda_r^{(p)}(x) + v_r(x, t_{r,k}), & \text{если } \hat{t} = t_{r-1} + k \frac{t_r - t_{r-1}}{M}, \quad k = 0 : (M-1), \quad r = 0 : N, \quad x \in [0, \omega], \\ \lambda_{N+1}^{(p)}(x), & \text{если } \hat{t} = t_N, \quad x \in [0, \omega]. \end{cases}$$

Таким образом, нахождение численного решения задачи (1), (2) было сведено нахождению численного решения семейства нелинейных двухточечных краевых задач с функциональными параметрами (3)-(6). Предлагаемый метод нахождения численного решения поставленной задачи представляет собой эффективную комбинацию процедур нахождения решений задач Коши и решения системы нелинейных алгебраических уравнений относительно функциональных параметров при каждом фиксированном значении параметра семейства.

References:

- 1 Dzhumabaev D.S. (1989) Conditions the unique solvability of a linear boundary value problem for an ordinary differential equations // *Computational Mathematics and Mathematical Physics* №1(29). –pp.34-46.
- 2 Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M. (2007) A parametrization method for solving nonlinear two-point boundary value problems // ISSN 0965-5425, *Computational Mathematics and Mathematical Physics*. №1(47). - pp. 37-61.
- 3 Dzhumabaev D.S. and Temesheva S.M. Necessary and sufficient conditions for the existence of an "isolated" solution of a nonlinear two-point boundary-value problem // *Journal of Mathematical Sciences (United States)* 2013. №4(194). pp. 341-353.
- 4 Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M. Criteria for the Existence of an Isolated Solution of a Nonlinear Boundary Value Problem // *Ukrainian Mathematical Journal* –2018. №3(70). pp.410-421
- 5 Temesheva S.M. A modification of algorithms of the Dzhumabaev parameterization method and a numerical method // *International journal of information and communication technologies* 2020. №2(1), pp. 66-73
- 6 Dzhumabaev D. S. Bounded solutions of families of systems of differential equations and their approximation // *J. Math. Sci.* –2008. №6 (150). pp.2473-2487
- 7 Dzhumabaev D.S. (2006) Ogranichennye reshenija semejstv sistem differencial'nyh uravnenij i ih approksimacija *Fundament. i prikl. matem. [Bounded solutions of families of systems of differential equations and their approximation. Fundam. and app. mat].* №5(12). 29–47. (In Russian)
- 8 Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M. (2010) Shodimost' odnogo algoritma nahozhdenija reshenija semejstva nelinejnyh dvouhtochechnykh kraevykh zadach. *Vestnik KazNPU im. Abai. Ser. fiz.-matem. nauki. [Convergence of one algorithm for finding a solution to a family of nonlinear two-point boundary value problems. Vestnik Abai KazNPU. Ser. phys.-math. science].* №3(31). 52-56. (In Russian)
- 9 Temesheva S.M. (2010) Kriterij sushhestvovanija izolirovannogo reshenija semejstva nelinejnyh dvouhtochechnykh kraevykh zadach. *Vestnik KazNU im. al'Farabi. Ser. matem., meh., inf. [A criterion for the existence of an isolated solution of a family of nonlinear two-point boundary value problems. Vestnik KazNU im. al'Farabi. Ser. mat., mech., inf.].* №4(67). 232-236. (In Russian)
- 10 Asanova A. T. On the unique solvability of a family of two-point boundary-value problems for systems of ordinary differential equations // *J. Math. Sci.* –2008. №5(150). –C. 2302–2316
- 11 Asanova A.T. (2006) Ob odnoznachnoj razreshimosti semejstva dvouhtochechnykh kraevykh zadach dlja sistem obyknovennykh differencial'nyh uravnenij. *Fundament. i prikl. matem. [On the unique solvability of a family of two-point boundary value problems for systems of ordinary differential equations. Fundam. and app. Mat].* №4(12), 21–39. (In Russian)
- 12 Asanova A.T. (2013) O razreshimosti semejstva mnogotochechnykh kraevykh zadach dlja sistemy differencial'nyh uravnenij i ih prilozhenijah k nelokal'nykh kraevym zadacham. *Matematicheskij zhurnal [On the solvability of a family of multipoint boundary value problems for a system of differential equations and their applications to nonlocal boundary value problems. Matematicheskii Zhurnal].* №3(13). 38–42. (In Russian)
- 13 Asanova A.T. Criteria of unique solvability of nonlocal boundary-value problem for systems of hyperbolic equations with mixed derivatives // *Russian Mathematics*, 2016, №5(60). – C.1-17
- 14 Asanova, A.T. Multipoint Problem for a System of Hyperbolic Equations with Mixed Derivative // *Journal of Mathematical Sciences (United States)*, 2016. №3(212). – C. 213-233
- 15 Asanova, A.T. On the unique solvability of a nonlocal boundary value problem with data on intersecting lines for systems of hyperbolic equations // *Differential Equations* –2009. №3(45). – C. 385-394
- 16 Asanova A.T., Dzhumabaev D.S. Well-posed solvability of nonlocal boundary value problems for systems of hyperbolic equations // *Differential Equations*, 2005. №3(41). – C. 352-363
- 17 Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M. (2010) Ob odnom algoritme nahozhdenija reshenija nelinejnoj nelokal'noj kraevoj zadachi dlja sistem giperbolicheskikh uravnenij [On one algorithm for finding a solution to a nonlinear nonlocal boundary value problem for systems of hyperbolic equations]. *Vestnik KazNU im. al'Farabi. Ser. matem., meh., inf.* №3(66), 196-200. (In Russian)
- 18 Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M. Bounded solution on a strip to a system of nonlinear hyperbolic equations with mixed derivatives // *Bulletin of the Karaganda university-mathematics*, –2016. №4(84), 35-45.
- 19 Daleckij Ju.L., Krejn M.G. (1970) Ustojchivost' reshenij differencial'nyh uravnenij v banahovom prostranstve. [Stability of solutions of differential equations in a Banach space]. M.: Nauka, 534.

# ФИЗИКА. ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ ФИЗИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ PHYSICS. METHODS OF TEACHING PHYSICS

МРНТИ 14.35.09  
УДК 378.016.1: 53(574)

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.10>

Г.Б. Әлімбекова<sup>1\*</sup>, М.М. Тұрғанова<sup>1</sup>

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: [alimbek\\_50@mail.ru](mailto:alimbek_50@mail.ru)

## ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ФИЗИКА КУРСЫН ОҚЫТУДА СТУДЕНТТЕРДІҢ ЗЕРТТЕУШІЛІК МӘДЕНИЕТІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

*Аңдатпа*

Мақалада үздіксіз кәсіби педагогикалық білім беруде студенттердің зерттеушілік мәдениетін қалыптастыру мүмкіндіктері қарастырылған. Студенттердің зерттеушілік функциясы – оның қабылдаған үздіксіз кәсіби педагогикалық білім, іскерлік пен дағдыларын белгілі бір ғылыми айналымға байланысты қолдана алуы, өзін-өзі дамытудағы зерттеу деңгейіне де қысқаша мағлұмат берілген. Сонымен қатар, студенттердің ғылыми зерттеушілік мәдениетін қалыптастыру жұмыстары аясындағы үздіксіз кәсіби педагогикалық білім, іскерлік пен дағды болашақ педагогтарды дайындаудың негізі болып табылатындығы және жеке тұлғаның дамуында маңызды орын алатындығы да қарастырылған.

**Түйін сөздер:** үздіксіз кәсіби педагогикалық білім, зерттеушілік мәдениет, студенттердің зерттеушілік мәдениетін қалыптастыру.

*Аннотация*

Г.Б. Алимбекова<sup>1</sup>, М.М. Турганова<sup>1</sup>

Казакский национальной педагогический университет им.Абая, г.Алматы, Казакстан

## ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ФИЗИКИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

В статье рассматриваются возможности развития научно-исследовательской культуры студентов в процессе непрерывного профессионально педагогического образования. Исследовательская культура студентов – это способность постоянно применять профессиональные педагогические знания, умения, навыков для определенных академических кругов, а также дано краткий обзор уровня исследований в области саморазвития. Непрерывное профессиональное педагогическое образование в процессе формирования исследовательской культуры студентов является основой для подготовки будущих учителей и имеет важное значение для развития личности.

**Ключевые слова:** непрерывное профессионально-педагогическое образование, исследовательская культура, формирование исследовательской культуры студентов.

*Abstract*

## FORMATION OF RESEARCH CULTURE OF STUDENTS IN THE TEACHING OF PHYSICS IN HIGHER EDUCATION

Alimbekova G.B.<sup>1</sup>, Turganova M.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

In the article the possibilities of development of research culture of students of non-skew professional pedagogical education. The research culture of students is a brief description of his level of qualification for his selfsocialization, his abilities, skills and knowledge. He also demonstrates that education, knowledge, and skills in research culture the basis for the training of future teachers and are important for the development of the individual. Scientific - research culture of students of non-spry professional pedagogical education.

**Keywords:** inexperienced professional pedagogical education, impotent professional-pedagogical formation, research culture, forming of research culture of students.

Еліміздің «Қазақстан – 2050» стратегиялық бағдарламасында ең негізгілердің бірі – жоғары интеллектуалды жастарды жан-жақтылыққа тәрбиелеу, олардың әлеуметтік деңгейінің көтерілуіне үлес қосу. Бүгінгі таңда, жас ұрпаққа пәнді ұғындырудың бір жолы – жаңа технология негіздері болып табылады. Сонымен бірге, өскелең ұрпақтың ақпарат құралдарын пайдалана білуіне назар аудару өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Елбасы Нұрсұлтан Назарбаев [1]: *«Болашақта еңбек етіп, өмір сүретіндер бүгінгі мектеп оқушылары, мұғалім оларды қалай тәрбиелесе Қазақстан сол деңгейде болады. Сондықтан, «ұстазға жүктелетін міндет ауыр»* - деген болатын. Қазіргі заман мұғалімінен тек өз пәнінің терең білгірі емес, тарихи танымдық, педагогикалық-психологиялық сауаттылық, саяси экономикалық білімділік және барлық ақпараттық технологияларды меңгеруін талап етуде. Ол заман талабына сай, білім беруде жаңалыққа жаны құмар, шығармашылықпен жұмыс істеп, оқу мен тәрбие ісіне еніп, оқытудың жаңа технологиясын шебер меңгерген жан болғанда ғана, білігі мен білімі жоғары жетекші тұлға ретінде ұлағатты саналады.

Қазіргі заман жағдайында жоғары білімді, интеллектуалды, жан-жақты дамыған, еркін ойлайтын, шығармашылық тұрғыда ізденетін, адамгершілігі мол, өз отанын сүйетін жастарды зерттеушілік мәдениеттерін қалыптастыра отырып тәрбиелеу – жалпы білім беру, әсіресе жоғары білім беру орындарындағы басты мәселелердің бірі. Мұның өзі адамзаттың жинақтаған іс-тәжірибесін жастарға жеткізуші педагогтарға қойылатын белгілі бір талап деңгейлерін айқындауды қажет етеді.

Жоғары білімді маман даярлау жүйесінде әлемдік деңгейге жету үшін жасалынып жатқан талпыныстар, әртүрлі кәсіби бағдарламаларға негізделген жаңа типтегі оқу орындарының пайда болуы, жоғары оқу орындарына жаңа типтегі құрылымдар мен ақпараттық технологияларды енгізу – жүргізіліп жатқан өзгерістерге тән болашақ мамандарды әлемдік стандартқа сәйкес етіп даярлау үшін жасалынып жатқан алғы шарттар деп ұғынуға болады.

Республиканың үздіксіз көп деңгейлі зертеушілік білім беру жүйесінің стратегиялық мақсаты – түлектердің білім сапасының деңгейін халықаралық еңбек нарқына бағдарланған бәсекеге қабілетті маман етіп даярлау. Айқындалған мақсатқа қол жеткізу заман талабына сай, мемлекеттік білім стандартын халықаралық білім стандартына теңестіріп, соған сәйкес кәсіби шеберлігі дамыған білім беретін білікті мамандармен қамтамасыз ету, өркениетті ғылыми-әдістемелік бағытқа ынталандыру, жаңа базистік оқу бағдарламалық оқулықтармен қамтамасыз ету, кәсіби білімді ақпараттандыру, тағы сол сияқты білім беру саласында жүйелі жұмыстар атқару – еліміздегі ең маңызды кезек күттірмейтін ауқымды істер.

Жоғары оқу орнында кәсіби бағытта білім беру жүйесі – күрделі құрылымды, біртұтас педагогикалық жүйе. Оның нәтижесінде кәсіби маман өзін-өзі өзгертуші субъект дәрежесіне көтерілуі көзделіп, оқыту барысында соған лайық зерттеу мәдениетін қалыптастыру жолдары айқындалған. Болашақ мұғалімдерді кәсіби бағытта даярлаудың дәстүрлі даярлаудан айырмашылығы: көздеген мақсатында, мәнінде, мазмұнында, дамытудың негізгі факторында, жоғары оқу орнындағы оқытушының рөлі мен атқаратын қызметінде, қолданылатын педагогикалық әдіс-тәсілдерінде, студенттің білім алу белсенділігінің түрінде, зерттеушілік мәдениетінде оқытушы мен студенттің әрекеттестік ерекшеліктерінде, олардың қарым-қатынас сипатында, кәсіби білім мен біліктілікті ұштастыра дағдыландыру үдерісін ұйымдастыру түрлерінде т.б.

Болашақ мұғалімдерді жоғары оқу орындарында кәсіби бағытта даярлаудың маңыздылығы маманның жеке тұлғасы мен қызметіне деген осы заманғы талаптарымен сипатталады. Мұның өзі жоғары оқу орнының оқу-тәрбие үдерісінде жалпы және кәсіби зерттеушілік, шығармашылық біліктілікті ұдайы көтеріп отыратындай бағыт-бағдар беру қажеттілігін туғызады.

Ғылыми-техникалық прогресс пен өндірістік технологияның дамуы, экономиканың өркендеу дәуірінде қоғамға жан-жақты дамыған, белсенді, өз бетінше жасампаздықпен ойлай білетін жастардың тұрақты легінің келіп отыруын талап етеді. Сондықтан, оқыту үдерісінің деңгейін арттыру арқылы, ақыл-ойы жетілген, зерттеушілік мәдениеті қалыптасқан, жан-жақты дамыған, жасампаздықпен еңбек етуге қабілетті, өз тағдырларын өздері шеше алатын, өз бетінше білімін толықтыру және өздігінен кәсіби шеберлігін арттыру мүмкіндігі бар азаматтар даярлау білім саласындағы басты мақсат болып табылады.

Дәстүрлі оқыту үдерісінде студенттердің зерттеушілік мәдениеті, бар ынта-жігері мен күші, негізінен оқытудың пәндік мазмұнына аударылады да, ғылыми білімнің игерілуінің теориялық және танымдық жағы назардан тыс қалып қояды, нәтижеде студенттер оны жеткілікті дәрежеде игермейді. Оқыту *білімдік, танымдық және дамытушылық* қызметтер атқарады. *Білімдік қызметте* оқытылатын

пәнге байланысты білім, біліктілік және дағды қалыптасса, *танымдық қызметте* ғылыми таным жолдарын, көздерін, әдістерін игеру жүзеге асырылады. Ал, оқытудың *дамытушылық қызметі* білімді игеру үдерісіндегі студенттердің ақыл-ойы мен зерттеушілік іс-әрекетін ұйымдастыруға байланысты болады.

Қоғамдағы түбегейлі өзгеріс білім беру жүйесін жаңартуда көптеген жаңалықтар енгізді. Жоғары мектептің ғылыммен байланысын нығайту, білім берудің жаңа идеялары мен жаңа ақпараттық технологияларын, білім берудің жаңа мазмұнын ашу, кәсіби бағытта білім берудің өздігінен даму механизмінің қайнар көзі оқытушылардың шығармашылығында екендігі даусыз.

Оқытушының кәсіби қызметі жүйесіндегі қазіргі білім беру технологиясының алатын орны ерекше, себебі әрбір педагог жаңа технологияны меңгеру барысында жақсы бір жетістіктерге жетеді, өзінің кәсіби білім деңгейін кеңейтеді және көтереді.

Қазіргі кезеңде оқу дәрежесі мына өзгерістерді қамтиды [2]:

- адамның танымдық қызметінің белсенділігін игеруге бағытталуы;
- жеке тұлғаның сұранысы және қажеттілігі білім үдерісіне қарай ауысуына;
- оқытудың жеке тұлғаға бағытталып, мүмкіндігін ашуға жол беруі.

Әр жылдың ұсынары бар және қалай болса да заман ағымынан қалмай ілгері жүру – ұлы мұрат. Осы орайда, жастарды зерттеушілік мәдениетке тәрбиелеуде ақыл-ойдың алыбы Абайдың *«Ғылым іздеп, дүниені көздеп, екі жаққа үңілдім»* дегеніндей, тез жетілудің амалын, әдіс-тәсілдерін іздестірген абзал. Оқыту мен тәрбиелеудің жаңа жолдары мен әдіс-тәсілдері, үздіксіз үдерістерді, жаңа жобалардың озық елдерде жасалынып, қолға алынып жатқаны мәлім. Оның нәтижелерін де көптеп кездестіруге болады. Ендеше, болашақ физика пәні мұғалімін даярлауда, оқытуда бізге де ғылыми басқару әбден қажет.

Бұл физика пәнінен білім беру жүйесін жүйелі түрде жаңарту деген сөз. Жүйелі жаңартудың мақсаты – білім берудің жеке тұлға мәртебелілігін нақтылаудың дидактикалық, әдіснамалық механизмдерін негіздеуді қажет етеді.

Осы бағытта еліміздің жалпы физика пәнінен білім беру саласында жүріп жатқан жаңартулардың нәтижелілігі, педагог қауымының ғылыми дүниетанымының кеңдігіне, рухани дүниесінің баюына, кәсіби әрекетінің жаңаша ұйымдастыруына байланысты.

Болашақ физика пәні мұғалімдерінің кәсіби дайындығы жоғары оқу орындарының қабырғасынан басталады. Мұғалімдердің кәсіптік дайындығын жетілдіру мәселесіне белгілі педагогтар: Давыдов В.В., Бабанский Ю.К., Архангельский С.И., Кузмина Н.В., Краевский В.В., Талызина Н.Ф. т.б. өздерінің психология-педагогикалық және әдістемелік еңбектерін арнаған.

Болашақ физика пәні мұғалімнің теориялық және әдіснамалық дайындығы оның кәсіптік жарамдылығының көрсеткіші бола алмайды. Мұғалімнің білімдерді қалай алып, меңгеруге болатынын және оларды қай жерде қалай тиімді пайдалану жолдарын білуінің, қандай дәрежеде өзінше ойлап, дұрыс қорытынды шығара алатындығының маңызы зор. Сондықтан, олар физика пәні білімдерінің құрылымы мен атқаратын қызметін, логикалық ойлаудың заңдары мен ережелерін, ой қорыту тәсілдерін меңгеру арқылы, оның ғылыми заңдылықтары, ғылыми теориялардың дұрыстығына көз жеткізу немесе оны теріске шығару, ғылыми зерттеу әдістерімен қарулануы қажет.

Сонымен қатар, болашақ физика пәні мұғалімдерінің аталған білімдерді өздері меңгерумен бірге оқушыларға қалыптастырудың да теориясы мен әдіс-тәсілдерін білуі тиіс. Бұл жағдай, оқушылардың теориялық-әдіснамалық білімдерін жетілдіру мақсатында, болашақ физика пәні мұғалімін әдейі арнап дайындау арқылы, оқушыларға терең және жүйелі білім қалыптастыруға, олардың жасампаздық белсенділігін одан әрі дамытуға мүмкіндік береді.

Демек, физика пәнін оқытуда жаңа педагогикалық технологияларды кеңінен пайдалана отырып, білімді терең және жан-жақты игерудің жолдары, физика пәнінің ғылыми негіздерін меңгеру мәселелері, шәкірттің ойлау қабілеті мен шығармашылық әрекетін дамыту сияқты оқытудың ең тиімді түрлерін қарастырғанымыз жөн. Дидактиканың түрлі варианттарын қолдана отырып білімдарлық құрылымды көтеру мүмкіндігін алу, тәжірибелік дәйектеменің жаңа идея мен ақпараттық технологияның ғылыми негізін жасау, жаңа тұжырымдамалар мен идеялар мұғалімнің зерттеушілік кәсіби дайындағын жақсартуды талап етеді.

Білім берудің жаңа жүйесінің басты ерекшеліктеріне мыналар жатады: әртүрлі деңгейдегі білім беру мен кәсіби іс-әрекетін жобалауға қабілетті педагог дайындау. Жаңаша ойлайтын мұғалім міндетті түрде жаңа бағыттағы идеяларды, оған қоса жаңа ақпараттық технологияларды меңгеру мен сол білімдарлық технологияларды меңгеруге дайын болуы керек.

Болашақ физика пәні мұғалімінің кәсіби дайындығын жоғары дәрежеге жеткізу үшін педагогикалық институттар мен университеттердің студенттеріне ерекше талаптар қойылып, білім беру саласындағы оқу-әдістемелік және педагогикалық жаңа технологияларды меңгеруіне, білім берудің жаңа жүйесінің басты ерекшеліктеріне, кәсіби іс-әрекетін жобалауға зерттеушілік қабілеті жоғары маман дайындауымыз қажет.

Сонымен, маманның кәсіби қалыптасу проблемасы және де қазіргі интенсивті педагогикалық және ақпараттық технологияларды жасауда жоғары білім беруді реформалау көп аспектілі және көпқырлы проблемалар санатына жатады. Жоғары білімді маманды жоғары ғылыми және кәсіби деңгеймен қамтамасыз ету мәселелері ғалым-педагогтарды әрқашан толғандырған, толғандырады да.

Кәсіби даярлау проблемасы негізінен оқытушы мен студенттердің біріккен әрекеттері үдерісінде шешілулері тиіс. Студенттердің курстан курсқа өтулеріндегі жинақталған кәсіби білімдері мен ебдейліктерінің сандық өзгерістері түлектердің болашақ мамандығына – жаңа сапалы зерттеушілік дайындықтарында пайда болады. Әр курстағы оқытуды таным спиралінің орамы ретінде қарастырсақ, онда әр келесі орамда алдыңғы орамнан алынған барлық елеулілер жоғарырақ сатыда қайта құрылып және сабақтастық ретінде ұстанымдар «алынады».

Бірқатар ғалымдар педагогикалық білімнің негізі – мұғалімдерді кәсіби даярлау екендігін айтады. Кәсіби педагог-мұғалім, Е.И.Исаевтың пайымдауынша, әдістемені жақсы меңгеруі, оқушыларды дамытуда оқу құралын мақсаттылықпен пайдалана білуі керек. Күрделі жұмысты шығармашылықпен шешуде оқушылардың техникалық ойлау қабілетін дұрыс ұйымдастырып, оны саналы түрде қабылдай білуге баулу қажет [3].

*Физика пәні мұғалімдерін кәсіби бағытта дайындау дегеніміз* – оларға болашақ кәсіби қызметінің зерттеушілік мәдениетінің қыр-сырын жан-жақты оқыту және тәрбиелеу. Физика пәні мұғалімдерін дайындаудың нәтижесі оның сәйкес кәсіби қызметіне даярлығымен көрінеді. Дайындық ұғымы әлеуметтік, психологиялық, гносеологиялық құраушылардан тұрады. Соңғы құраушыларға: мұғалімнің кәсіби икемділігі, кәсіби қызметінің негізін құрайтын және кәсіби сауатты шешім қабылдай алуын қамтамасыз ететін білім жүйесі, қажетті білік, дағды жиынтығынан тұратын қызметті жүзеге асыру әдістері енеді.

Жоғары оқу орындарында физика пәні мұғалімдерін кәсіби бағытта дайындау негізгі үш: *жалпы мәдени, пәндік (физика) және психологиялық-педагогикалық* бағыттан тұратыны мәлім. Жоғары педагогикалық оқу орындарының үшінші курсынан бастап студенттерді жалпы білім беретін мектептерге кәсіби бағытта дайындау (педагогикалық практика кезінде) жүйелі түрде жүргізіледі. Бұл дайындық әдетте әдістемелік деп аталады.

Сонымен, *мұғалімнің әдістемелік дайындығы деп* – теориялық негіздерді нақты білім игеруге және жалпы білім беретін мектептерде оқушыларға физика пәнін оқыту үдерісін жүзеге асыруға, бағытталған арнайы ұйымдастырылған оқытуды айтамыз.

Педагогикалық жоғары оқу орындарында болашақ физика пәні мұғалімдерін әдістемелік дайындау арнайы ұйымдастырылған білім беру құрылымының шеңберінде жүзеге асырылады.

Студенттерге бөлінген уақытта, қол жеткізуге тиісті оқытуды ұйымдастырудағы мақсаттар, бұл құрылымның элементтері болып табылады. Онымен қоса, оған академиялық курстар жүйесі (міндетті және элективті), мектептегі практикумдар мен практикалар, курстық және дипломдық жұмыстар, оқу жоспарында көрсетілген оқыту көлемі мен уақыты енеді. Олардың әрқайсысының өзіндік мазмұны, (бағдарламада көрсетілген: тақырыбы, немесе орындауға тиісті талаптар), онымен қоса жүзеге асыруды ұйымдастыру формалары (дәрістер, практикалық, семинар, зертханалық сабақтар) қарастырылады. Бұл құрылымның және бір элементі студенттердің оқыту мазмұнын меңгеруінің бақылау жүйесі болып табылады. Оның да мазмұндық (сынықтар мен емтихан материалдары, бақылау жұмысының тапсырмалары) және жүзеге асыруды ұйымдастыру жақтары бар.

Болашақ маманды физика пәнінен кәсіби даярлау үдерісінде, физика ғылымдарының теориялы-әдіснамалық аспектісі: философияны, жалпы және теориялық физика мен әдістемелік пәндерді оқытуда жүзеге асады. Соңғысына арнаулы жасалған оқу-әдістемелік міндеттер мен логикалық-құрылымдық сұлбалар жүйелі қолданылады, оларға философиялы-әдіснамалық сипаттағы мәселелер қосылады.

Э.Ф. Зеердің сөзімен айтқанда [4], кәсіби біліктілік – мамандарға, негізгі біліктілік машықтанған мамандарға тән нәрсе. Негізгі кәсіби құзырлылық машықтанған мамандар мен маманды әлеуметтік кәсіпке жұмылдыруды айқындайды және ол дипломды алғаннан кейінгі білімдерді меңгеру үдерісінде игеріледі.

Жоғары оқу орнын бітірушілердің білім деңгейі мен білім беру мазмұнына қойылатын мемлекеттік талаптарды әзірлеумен оқу-әдістемелік бірлестіктері айналысады. Олар бітірушіні кәсіби даярлауға қажетті типтік «*Біліктілік талаптарын*» әзірлейді. Онда нақты мамандық бойынша, әрі мамандануға сай оқытылатын пәндер тізімі мен мазмұны беріледі және уақытын (типтік оқу жоспарын, білім беру бағдарламасының міндетті минимумы, мазмұны) көрсетіледі. Бірақ, бақылаулар мұндай жұмыстың баяу жүргізілетінін көрсетеді.

Жоғары педагогикалық мектептерге білім беру стандартын енгізу мәселесі бойынша орындалған ғалымдардың зерттеулері бізге мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

- педагогикалық жоғары оқу орнындарына мемлекеттік білім беру стандартын ендіру нәтижесі үнемі толықтырылып отыруды қажет етеді;

- білім беру стандартында педагогика білімінің мақсаты айқын көрсетілмегендіктен, бітірушіні кәсіби іс-әрекетке даярлау дәрежесінің деңгейін анықтауды талап етеді;

- білім беруде жеке тұлғаның бағдарын ескере отырып білім стандартын қолданудың әдістемесін дайындауды талап етеді;

- стандартты енгізу маман даярлау үдерісінің моделін жасауды талап етеді.

Жоғары оқу орнындарының оқу жоспарларында арнайы және психологиялық-педагогикалық пәндердегі байланысты міндетті түрде айқындап алу қажет. Осы мақсатта көптеген педагог мамандар даярлайтын жоғары оқу орнындарының оқу жоспарларына талдау жасалды. Талдау нәтижесі, *біріншіден*, мұғалімнің психологиялық-педагогикалық даярлығын жетілдіруді, *екіншіден*, мұғалім даярлығында басты рөлді пәндер атқаратынын көрсетті.

Сонымен, соңғы жылдардағы білім саласындағы өзгерістер, физика пәнінен кәсіби бағытта білім беруде, педагогика ғылымында жинақталған мол тәжірибені ой елегінен өткізіп, тәжірибеде оны тиімді пайдалануды талап етіп отыр. Олай болса, ғылыми зерттеушілік мәдениет білімсіздіктен білімділікке қарай қозғалыстың диалектикалық үдерісі ретінде болашақ мамандардың үздіксіз кәсіби педагогикалық біліміне, іскерлігіне және дағдысын қалыптастыру жүйесіне негізделеді.

Ендеше, ғылыми зерттеушілік мәдениеттіліктің нәтижесі үздіксіз кәсіби педагогикалық білім болып табылады. Үздіксіз кәсіби педагогикалық білім қарапайым тәжірибенің тарихи дамуында жинақталған ақпараттардың, сілтемелердің, қызмет пен пәндік нұсқаулардың жиынтығы болып табылатын стихиялы, тәжірибелік білімдермен салыстырғанда жүйелілігімен ерекшеленеді [5].

Үздіксіз кәсіби педагогикалық білім беру – мұғалімнің кәсіби-тұлғалық дамуындағы және өзін-өзі іске асырудағы жетістігінің шарты. Үздіксіз кәсіби педагогикалық білім беру жүйесі: кәсіби дайындыққа дейінгі дайындық – базалық кәсіби білім – кәсіби тұрғыда жетілдіру – жоғары оқу орнынан кейінгі кәсіби білім. Үздіксіз кәсіби педагогикалық білім беру жүйесінің икемділігі мен түрлілігі әрбір білім алушыға белгілі бір деңгейге жеткеннен кейін, оған қажет жағдайда тоқтатып, кейінен басқа бір жоғарғы оқу орнында ұқсас бөлімнің келесі деңгейінде оқуын жалғастыруға мүмкіндік береді.

Қазақтың көпсалалы ұлт мектебін балабақшадан бастап университетке дейінгі аралықта үздіксіз кәсіби педагогикалық білім берудің барлық басқыш-сатыларын қамтитын, әрі қазақ ұлтының тілін, ділін, мәдениетін, дәстүрлі еңбек тәрбиесін, рухани болмыс-бітімін осы басқыштардың әрқайсысында да әлемдік өркениеттің жетістіктерімен шебер ұштастыра білетін біртұтас үзіліссіз жүйе ретінде қарастырамыз.

*Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

1 Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы // Егемен Қазақстан, 14 желтоқсан 2012.

2 Алимбекова Г.Б. Физика пәні мұғалімдерінің кәсіби даярлығын жетілдіруге арналған оқу құралы. – Алматы, 2019. -252 б.

3 Исаев Е.И. Университетское педагогическое образования: новая парадигма в подготовке педагогов // Тульская школа. 1994. №4. – 11-13 с.

4 Зеер Э.Ф. Личностно ориентированное профессиональное образование // Педагогика, 2002. №3. – 16-21 с.

5 Жолдасбекова С.А., Иманкулова Л.Б. «Кәсіби білім беру жүйесінде болашақ мамандардың ғылыми-зерттеушілік дағдыларын қалыптастыру жолдары». – Шымкент, 2013. – 30-33 б.

*References*

1. *Kazakstan Respublikasynyn Prezidenti N.A. Nazarbaevtyн Kazakstan halkyna Zholdaуy [ President of the Republic of Kazakhstan N.A. Nazarbayev's Zholdaуy to the people of Kazakhstan ]. Egemen Kazakstan, 14 zheltoksan 2012. (In Kazakh)*
2. *Alimbekova G.B. (2019) Fizika pani mugalimderinin kasibi dairlygyn zhetildiruge arналgan oku kuraly. [A textbook for professional development of physics teachers]. Almaty, 252. (In Kazakh)*
3. *Isaev E.I. (1994) Universitetskoe pedagogicheskoe obrazovaniya: novaja paradigma v podgotovke pedagogov [University teacher education: a new paradigm in teacher training]. Tul'skaja shkola., №4, 11-13. (In Russian)*
4. *Zeer Je.F. (2002) Lichnostno orientirovannoe professional'noe obrazovanie [Personally oriented vocational education ]. Pedagogika, №3, 16-21. (In Russian)*
5. *Zholdasbekova S.A., Imankulova L.B. ( 2013) «Kasibi bilim beru zhuiesinde bolashak mamandardyn gylmizertteushilik dagdylaryn kalyptastyru zholdary» [Ways to develop research skills of future professionals in the system of vocational education ]. Shymkent, 30-33. (In Kazakh)*



## DETERMINATION OF ASH CONTENT IN COAL BY X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS

Baimolda D.<sup>1\*</sup>, Cechak T.<sup>2</sup>, Shyngysova Sh.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Czech Technical University, Prague, Czech Republic

\*e-mail: dosanb@hotmail.com

### Abstract

This article discusses the advantages of X-ray fluorescence analysis (XRF) techniques for the determination of ash in coal. The quality of coal depends on the amount of ash contained in it. On the other hand, ash causes irreversible environmental damage when using coal as a source of energy. Since coal is considered as the most important source of energy, coal quality is directly related to ash, which correlates with its non-combustible minerals and elements. Some elements such as S (sulfur), Ti (titanium), Ca (calcium), Fe (iron) after burning coal can have an adverse impact on the environment. Thus, we have demonstrated in this study how we can determine the ash content consisting of non-combustible minerals in the composition of coal and, thus, assess the quality of coal using X-ray fluorescence research. It also describes how we can determine coal ash samples using the XRF analyzer 123-1 in online, which is one of the most optimal methods in nuclear physics.

**Keywords:** X-ray fluorescence, analysis, energy, ecology, ash, coal.

### Аннотация

Д. Баймолда<sup>1</sup>, Т. Чехак<sup>2</sup>, Ш. Шыңғысова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Чешский технический университет, Прага, Чешская Республика

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛЫ В УГЛЕ С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

В этой статье обсуждаются преимущества методов рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) для определения золы в угле. Качество угля зависит от количества содержащейся в нем золы. С другой стороны, зола наносит необратимый ущерб окружающей среде при использовании угля в качестве источника энергии. Поскольку уголь считается наиболее важным источником энергии, качество угля напрямую связано с золой, которая соотносится с ее негорючими минералами и элементами. Некоторые элементы, такие как S (сера), Ti (титан), Ca (кальций), Fe (железо), после сжигания угля могут оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Таким образом, в этом исследовании мы продемонстрировали, как мы можем определить зольность, состоящую из негорючих минералов в составе угля, и, таким образом, оценить качество угля с помощью рентгеновских флуоресцентных исследований. В нем также описывается, как мы можем определять пробы угольной золы в режиме онлайн с помощью РФА анализатора 123-1, который является одним из самых оптимальных методов в ядерной физике.

**Ключевые слова:** рентгенофлуоресценция, анализ, энергия, экология, зола, уголь.

### Аңдатпа

Д. Баймолда<sup>1</sup>, Т. Чехак<sup>2</sup>, Ш. Шыңғысова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Чех техника университеті, Прага, Чех республикасы

## КӨМІРДІҢ КҮЛІН РЕНТГЕН ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ЗЕРТТЕУ ӘДІСІМЕН АНЫҚТАУ РЕНТГЕН ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ЗЕРТТЕУ ӘДІСІМЕН КӨМІРДІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ КҮЛДІ АНЫҚТАУ

Бұл мақалада көмірдегі күлді анықтаудың рентген флуоресценттік зерттеу (РФЗ) әдістерінің артықшылықтары туралы айтылады. Көмірді энергия көзі ретінде пайдаланған кезде, қоршаған ортаға зиян келтіреді. Көмір энергияның маңызды көзі болып саналатындықтан, көмірдің сапасы оның құрамындағы күлге тікелей байланысты яғни оның жанбайтын бөлігіндегі минералдар мен элементтерге байланысты. Көмір жанғаннан кейін S (күкірт), Ti (титан), Ca (кальций), Fe (темір) сияқты кейбір элементтер қоршаған ортаға кері әсерін тигізуі мүмкін. Осы зерттеуде біз көмір құрамындағы жанбайтын минералдардан тұратын күлді РФЗ әдісімен қалай анықтауға болатындығын және сол арқылы көмірдің сапасын қалай алдын-ала болжап бағалауға болатындығын көрсеттік. Сонымен қатар, көлемі кішігірім, салмағы аз РФЗ-123 анализаторының көмегімен көмір күлін онлайн режимде қалай анықтауға болатындығын көрсеттік.

**Түйін сөздер:** рентген флуоресценция, зерттеу, энергия, экология, күл, көмір.

## Introduction

Using X-rays, can be obtained important information about the atomic structure of a solid, the electronic structure of chemical bonds, and its elemental composition. From this point of view, the study of matter by X-rays is the most convenient and versatile technical tool in modern science and technology [1].

In recent years, the study of the elemental composition of coal by the method of X-ray fluorescence analysis has begun in many countries around the world. As a result of this research, it was proved in practice that by determining the elemental composition of coal and its ash, its quality can be immediately assessed in advance in the ground, during its production, preparation, transportation and combustion. It is also possible to quickly determine the ash, moisture, calorific value and carbon content of sulfur, arsenic, iron and other microelements in the coal with the help of modern X-ray analyzers with high sensitivity and separation of elements from coal [2-3]. Coal ash is a non-combustible mineral substance found in the combustion of coal. The higher the mineral content of coal, the higher the ash content of coal. Coal ash is based on a mixture of elements such as silicate, aluminum, iron, calcium, magnesium, titanium and potassium [4]. The study of the composition of coal ash by the methods of nuclear physics has been carried out at a high pace over the past 20 years, and many research scientists in this field have published new research techniques and methods [5-6]. Recent advances in the use of X-ray fluorescence have shown that many elements in coal and its ash can be studied simultaneously, thus allowing to determine the most economically important parameters that lead to the classification of coal [7]. As in many countries around the world, coal is the main source of energy in Kazakhstan. According to some data, Kazakhstan's coal reserves are about 35 billion tons. Kazakhstan ranks 8th in the world in terms of coal reserves and has 4% of the world's total coal reserves. The most valuable energy and coking coal for the industry are concentrated in 16 fields [8-9]. The Republic of Kazakhstan is one of the ten largest coal producers in the world market, and the third largest in the CIS in terms of reserves and the first in terms of per capita coal production and it is planned to increase coal production in the coming years [10-11].

## Method for determination of ash in coal by XRF

Detection of ash in coal by XRF method is carried out by studying the X-rays scattered from the coal. It should be noted that when determining the ash in coal, there are a number of errors due to various chemicals in the ash, the effects associated with the size of the coal granules and the effect of moisture on the coal. Determination of ash content in coal was carried out using a microprocessor-controlled 256-channel, proportional detector XRF 123-1 analyzer made in the Czech Republic.

The radioisotope of plutonium-238 (Pu-238) with an activity of 10 mCi was used as the source of activity. The size of coal samples measured by XRF 123-1 spectrometer was about 10 grams, the size of coal granules was about 3 mm, the moisture content of coal was 30%, and the experimental time was 500 seconds.

To determine the amount of ash (Ad) in coal samples, fluorescence radiations of the elements Ca (calcium), Fe (iron) and radiation scattered by the source of plutonium-238 (238-Pu) were measured. The empirical coefficient method was used to reduce the matrix effect caused by the influence of interacting elements, such as Fe and Ca. Based on the verification of equations of different calibers, the following equation (1) was chosen by the results to more accurately determine the amount of ash (Ad) in coal.

$$(Ad) = a_0 + a_1 P(Ca) / P(BS-Pu) + a_2 P(Fe) / P(BS-Pu) + a_3 / P(BS-Pu) \quad (1)$$

Where: P(Ca), P(Fe) are the peak areas of Ca and Fe, P(BS-Pu), the area of the peak scattered by Pu-238,  $a_0$  .....  $a_3$ , - empirical coefficients.

The net areas of Ca, Fe, and peaks scattered by Pu-238 were calculated by the integration of simple peaks. For this purpose, a calibration program called "Sn" was developed according to the GW-Basic algorithm. With the help of this program, first the empirical coefficients were calculated, and then the chemical and XRF results of coal ash were compared. Table 1 shows the comparison of the ash content of coal determined by the XRF method with the results determined by the chemical method.

According to X-ray fluorescence, the ash content in coal ranged from Ad = 9.05–18.95%. The standard deviation between the chemical and XRF results is  $S1 = 0.748\%$ .

The standard deviation was calculated by the following formula:

$$S1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (C_{XRF} - C_{Chem})^2}{N-1}} \quad (2)$$

Table 1. Chemical and XRF results of ash in coal samples and comparison of results

No	Code	Ad %, Chem.	Ad %, XRF	Delta $\delta$
1	20	16.26	15.80	-0.46
2	21	14.81	15.48	0.67
3	22	16.60	16.62	0.02
4	23	18.95	18.29	-0.66
5	24	11.96	11.93	-0.03
6	25	12.53	13.30	0.77
7	26	12.93	13.41	0.48
8	27	11.10	11.05	-0.05
9	28	13.17	11.56	-1.61
10	29	11.11	11.46	0.35
11	30	11.99	11.69	-0.30
12	31	10.61	12.13	1.52
13	32	13.94	13.85	-0.09
14	33	11.95	11.89	-0.06
15	34	10.62	11.12	0.50
16	35	10.49	10.62	0.13
17	36	11.77	10.32	-1.45
18	37	9.05	9.33	0.28

### Conclusion

In this study, we showed that isotope X-ray fluorescence method is one of the methods of nuclear physics, where it can quickly and accurately determine the amount of ash in coal, thereby predicting the quality of coal before burning it. For this purpose, we are convinced that the XRF 123-1 analyzer made in the Czech Republic will be an indispensable tool. The ash content in the coal samples determined by the XRF method ranged from Ad = 9.05–18.95%. The amount of chemically determined ash in these coal samples and the standard deviation between its XRF results are  $S1 = 0.748\%$ . In Kazakhstan, which is rich in coal, it is possible to make a preliminary assessment of the quality of coal in coal mines by using such portable lightweight XRF analyzers, which can be carried by hand, weighing only 10 kg, thus determining the economic efficiency of coal as a fuel. We conclude that it can be an effective approach.

### References

- 1 Gluskoter, H.J., *Mineral matter and trace elements in coal.* //Adv. Jn Chem.141, -1973
- 2 Valkovic, V., *Trace Elements in Coal,* //CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, -1983.
- 3 Clayton, C.O., Wormald, M.R *Coal analysis by nuclear methods.*// Int J.Appl.Rad.Isot.34,-1983
- 4 Dziunikowski,B., Stochalski, A., *Rapid determination of coal ash content by means X-ray fluorescence and scattering.*// J.Radioanal. Chem, 77,-1983
- 5 Arikan P., Zararsiz, A., Efe, N., *Detremination of ash in Turkish coal using back-scattering in X-ray fluorescence techniques.*// (Nuclear techniques and mineral resour. Proc. Of Symp. Vienna, 1990), IAEA, -1991
- 6 Boyce, I.S.,Clayton, C.G., Page, D., *Some considerations relating to the accuracy of measuring the ash content of coal by X-ray backscattering*//Nucelar techniques and Mineral resources (Proc.Symp.Vienna,1977)
- 7 Venkatesware, R.N., et all., *Elemental analysis of coal ash using energy dispersive X-ray fluorescence.*// X-ray Spectrometry.16., -1987.
- 8 Baymolda D., *Rentgenfluorescensya zertteu adisin komir ondirisinde qoldanu* // Monograph in kazakh.-Pavlodar,- 2012
- 9 Baimolda D., *Application of X-ray fluorescence analysis in the coal industry*//Monograph.-Almaty,- Ulagat publishing house KazNPU named Abai, -2018
- 10 World Energy Council – *World Energy Resources: -2013 Survey.*
- 11 *The concept of development of the coal industry of the Republic of Kazakhstan for the period up to 2020.* <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P080000644>

МРНТИ 29.01.45  
УДК 543.04

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.12>

## THE ANALYSIS OF RESEARCH RESULTS OF STUDENT EVALUATIONS WHEN CONSIDERING THE SECTION "ELECTROMAGNETISM" IN UNIVERSITIES

*Kaliyeva A.A.*

*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

\*e-mail: [asem\\_kaliyeva2016@mail.ru](mailto:asem_kaliyeva2016@mail.ru)

### *Abstract*

This article is devoted to the analysis of the results of students' assessment studies when considering the section of electromagnetism in Universities. The urgency of introduction of modern system of control of knowledge is shown. The main purpose of the educational work of these universities is to implement a comprehensive system of professional training of highly qualified specialists, allowing them to be in demand in any of the above areas of engineering. It is proved that the quality of education is one of the priorities in Universities. Based on the results of the study, a new system of knowledge control is proposed. The comparison of system and traditional approach of mastering by students' materials is considered, the analysis of research results is carried out. Also, as a result of the research, a comparative analysis of the evaluation results for different Universities in different countries was carried out.

**Keywords:** evaluation, electromagnetism, education, system, traditional method, system method.

### *Аңдатпа*

*А.А. Калиева*

*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

## ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА "ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ" БӨЛІМІН ҚАРАУ КЕЗІНДЕ СТУДЕНТТЕРДІҢ БАҒАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ

Бұл мақала университеттердегі Электромагнетизм бөлімін қарау кезінде студенттердің бағалау зерттеулерінің нәтижелерін талдауға арналған. Білімді бақылаудың заманауи жүйесі негіздің өзектілігі көрсетілді. Бұл университеттердің тәрбие жұмысының негізгі мақсаты-инженерлік қызметтің жоғарыда аталған бағыттарының кез-келгенінде сұранысқа ие болуға мүмкіндік беретін жоғары білікті мамандарды кәсіби даярлаудың кешенді жүйесін жүзеге асыру. Білім беру сапасы жоғары оқу орындарындағы басымдықтардың бірі болып табылатыны дәлелденді. Зерттеу нәтижелері бойынша білімді бақылаудың жаңа жүйесі іс-жүзінде. Студенттердің материалды игеруінің жүйелі және дәстүрлі тәсілдерін салыстыру қарастырылды, зерттеу нәтижелеріне талдау жасалды. Сондай-ақ, зерттеу нәтижесінде әртүрлі елдердің әртүрлі университеттері үшін бағалау нәтижелеріне салыстырмалы талдау жүргізілді.

**Түйін сөздер:** бағалау, электромагнетизм, білім беру, жүйе, дәстүрлі әдіс, жүйелік әдіс.

### *Аннотация*

*А.А. Калиева*

*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан*

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЦЕНОК СТУДЕНТОВ ПРИ РАССМОТРЕНИИ РАЗДЕЛА "ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ" В ВУЗАХ

Данная статья посвящена анализу результатов оценочных исследований студентов при рассмотрении раздела электромагнетизма в вузах. Показана актуальность внедрения современной системы контроля знаний. Основной целью воспитательной работы этих вузов является реализация комплексной системы профессиональной подготовки высококвалифицированных специалистов, позволяющей им быть востребованными в любом из вышеперечисленных направлений инженерной деятельности. Доказано, что качество образования является одним из приоритетов в вузах. По результатам проведенного исследования предложена новая система контроля знаний. Рассмотрено сравнение системного и традиционного подходов к усвоению студентами материала, проведен анализ результатов исследования. Также в результате проведенного исследования был проведен сравнительный анализ результатов оценки для разных университетов разных стран.

**Ключевые слова:** оценка, электромагнетизм, образование, система, традиционный метод, системный метод.

## **Introduction**

Improving the quality of education is currently one of the priorities of higher education [1]. This is especially true for universities that provide training in various fields of radio electronics and communication technology, and primarily for universities studying electromagnetism [2]. Indeed, there is no side of life of modern man, where would not find the application of the achievements of a particular direction, household electronic and computer technology. All these remarkable achievements of human thought became possible thanks to the invention and continuous improvement of electronic equipment, which is the material base of radio electronics.

The range of tasks solved by graduates in their practical activities is very wide - from the development of electronic systems to their production and operation. Accordingly, the main purpose of the educational work of these universities is to implement a comprehensive system of professional training of highly qualified specialists, allowing them to be in demand in any of the above areas of engineering.

Thus, the system of evaluation of students when considering the issues of electromagnetism in Universities is a really relevant area of research [3].

## **Main part**

The features of the modern economic development of the state encourage the correction of the paradigm of vocational education, the vector of which is aimed at the transition from socially-oriented educational activities in the person-oriented through the humanization of the education system, the recognition of the individual trajectory of learning activities, the formation of the need for self-education, self-development, self-education and self-realization [4]. Various documents of the XXI century emphasize the need to justify the new model and the definition of the main directions of modernization of education. It should be noted that an integral component of the modernization of education and evaluation system in particular is the improvement of professional training, which is achieved by reorienting the content of vocational training to the personality of the future skilled worker for the purpose of its social protection in market conditions, personal development and creative self-realization in training and professional activities [5].

Knowledge of terminology is an integral part of education. Without appropriate knowledge, students are not only unable to solve problems and scientifically explain natural phenomena, but also do not understand the texts of the textbook and lectures of the teacher. Control over the level of assimilation of the terminological apparatus in many cases or not carried out, or carried out in the form of physical dictates to reproduce the definitions. moreover, the test of knowledge of the terms takes place at the initial stage of development of a new topic. It is necessary that the terminology relating to electromagnetism be assimilated and it is only necessary to check the knowledge of laws, theories, methods of solving problems, etc.

We would like to draw attention to the fact that the study of the actual material on electromagnetism can go in two fundamentally different ways. These paths are related to how the processes of storing, saving and playing information. Psychologists distinguish biological (mechanical) memory and verbal-logical memory, which is inherent only to man, as successive stages of development in ontogenesis.

The transition to logical memory should occur in adolescence [6]. However, studies have shown that only a part of students use the logical memory of an adult cultural person when mastering physical knowledge, while the rest are satisfied with mechanical memory. What is the result? Those who use mechanical memory can very well write dictations with a small amount of material, and after a very short time is not able to reproduce the same definitions, not to mention the application of knowledge of terminology to specific more complex tasks. And when these more complex students do not perform at the usual control works, it seems that the difficulties arose in the application of knowledge. In fact, knowledge is no longer there, because they are forgotten, and the text becomes simply incomprehensible.

Thus, we come to the idea that we need to learn to distinguish between the knowledge acquired mechanically, and those that will remain for a long time. This is what the system of assessment of students' knowledge in Universities studying the sections of electromagnetism should be focused on.

It should also be emphasized that the significant increase in information has led to the fact that the training was not a separate period of human life, and accompanies his whole life. The purpose of education, in particular for students studying electromagnetism, is a broad, conceptual education that can give the necessary specific knowledge about the structure and development of inanimate and living nature, the nature of the laws of nature and the disclosure of the content of the main categories of natural science (space, time, matter, movement, energy, life, information, evolution).

As you know, knowledge is only a means of developing thinking, and the mind develops in activity. Therefore, everything that stimulates active mental activity (enthusiasm, interest, consciousness of the need

for the studied), creates conditions for it, promotes the development of thinking [7]. At the same time, the learning process is impossible without monitoring the results of this activity and is one of its components, allows you to get information about the activities and their results, that is, provides feedback between the teacher and those who are trained.

We came to the conclusion that one of the significant drawbacks of the traditional system of knowledge control in Universities is that it usually does not stimulate the student to systematic work, anticipating only the final examination control. In the world of modern needs of education it is necessary to create such a system of control of knowledge and skills, which not only stated the level of assimilation of the material, but stimulated the cognitive activity of students [8].

In the Strategies "Kazakhstan-2030" and "Kazakhstan-2050", in the Concept of education development in the Republic of Kazakhstan, and a number of other policy documents, education is recognized as one of the most important priorities of the country.

The necessity of modernization of the education system, increasing its mobility to meet the needs of the economy and society. The aim is to form a model of multi-level continuing education integrated into the world educational space, providing flexible, multi-level training in accordance with the needs of the labor market [9].

Although there is no single concept of lifelong learning adopted at the national level, the main provisions of the Concept formed the basis of the law on education (2007, 2015), the State program for the development of education (2011-2020), the Messages of the President of Kazakhstan and other strategic documents, and are consistently implemented. Some of them are worth mentioning: free access to new skills for the unemployed, the creation of guidance and counselling services in educational institutions, as well as for the unemployed, the creation of national and regional centres for the award of qualifications and other mechanisms.

The state policy on the implementation of the principles of lifelong learning is implemented by the MES and the MHSD within the Framework of the law on education, the Labor code and the employment Roadmap 2020. The main types of training are lecture, practical (seminar), laboratory, all types of professional practice, preparation and passing of final certification, independent work of the student.

Training sessions are conducted mainly in active creative forms (case studies, business games, trainings, debates, round tables, seminars) at the choice of teachers, as well as in accordance with the specifics of the program and educational material. Modular educational undergraduate programs are developed on the basis of the competence model of training. Learning outcomes are determined on the basis of Dublin descriptors of the relevant level of education [10].

Now control of educational achievements of students includes current, boundary and final control, carrying out educational and production practices, preparation of the thesis; final state certification – the state examination in the specialty (GEK) and protection of the thesis.

The final certification of undergraduates is carried out in the form of a comprehensive examination and defense of the master's thesis by the state certification Commission (SAC). Master student who passed exams and graded tests with grades "A", "A-", "B+", "B", "B-" and having an average grade (GPA) for the entire period of study is not less than 3.5, as well as passed all state exams and defended a thesis (project) with grades "A", "A-", is awarded a diploma with honors in the absence of repeated exams during the entire period of training (excluding military training). As a result of research on different countries, it is believed that one of the most popular models for Universities studying electromagnetism is a rating system.

However, it is characterized by very significant shortcomings that are fundamentally irreparable. In particular, the setting itself is quite the noble goal of encouraging ongoing student work, this control system ultimately reduces everything to the desire of getting "machine" on the exam. The system control, which has some similarities with the rating system, but its main purpose is to focus students not on a "machine", or extra points on the exam, and on the formation of his sustained interest in the subject and the target language and a desire to learn new knowledge and skills. The main feature of this system is that at all stages of control there is an indissoluble connection between the studied and the studied earlier. The main attention is paid to the formation of students' ability to build logical connections between different phenomena of nature.

A significant influence on the activity of students in the learning process and their interest in the study, has the form and method of control of this material. Usually, when solving standard problems, a student should follow a certain algorithm to get a numerical answer [11]. In this case, the goal for him is a specific result, although in fact the purpose of practical training should be mastering the techniques of using known theoretical facts in practice. As a result, there is a substitution of one goal of learning completely different [12].

Achieving this goal, that is, the ability to generalize theoretical knowledge and use them in practice, can be achieved through the use of non-standard tasks. As academician P. L. Kapitsa emphasized, "a student should analyze and quantitatively describe a given phenomenon on the basis of known physical laws".

The first step in this study is qualitative tasks, for which the student needs not just knowledge of individual formulas, but understanding of the theory in general, logical thinking.

Qualitative tasks allow more flexibility to control the assimilation of the material passed. In addition, in terms of quality tasks used seemingly the simplest phenomena of life. First, it awakens a much greater interest in the solution, that is, the explanation of physical phenomena, and this in turn makes use of additional literature and broadens the mind; secondly, such tasks show that physical phenomena surround us everywhere, and this fact also contributes to the interest of the studied.

People get used to many phenomena so much that they do not pay attention to them. Solving qualitative problems, the student, by freely begins to look for an explanation of everything that happens around. It is on this basis that qualitative tasks are included in the system control.

The first stage of control is to determine the level of training of students and the formation of the basis on which the accumulation and assimilation of new material will be based. To this end, at the beginning of the semester it is proposed to conduct entrance testing of students on universal test problems, which include testing both knowledge and skills to apply this knowledge in practice. Then, throughout the semester, there is a continuous control of students' knowledge and skills, which is as follows: in practical classes, a short control is carried out on individual tasks, which include tests to check the formal knowledge of students, allows to assess the degree of their preparation for solving practical problems. Then a short front-end survey is conducted to clarify students' knowledge of definitions and concepts of both current and previous material.

When solving problems, the activation of the educational process is carried out by involving the whole group in the discussion of ways to solve the problem and the results. In laboratory classes, the control is carried out on individual tasks, which in addition to test tasks to test knowledge and skills related to this laboratory work, contain qualitative tasks on the topic under study. This structure allows individual tasks to increase the motivation of students because of qualitative problems, developing in them an interest in the subject of the target language [13]. At the end of the semester, the final testing and credit for laboratory and practical classes. The final stage is the exam, which evaluates the knowledge and skills of students. According to the results of continuous monitoring, the graphs of each student's academic performance are built, allowing to clearly see the overall picture of academic performance and predict the results of examinations.

Such continuous monitoring allows time to fix all the "Gaps" in the training of students, and on the one hand, to prevent shortages of direct communication between the teacher and the student, and on the other hand it eliminates the subjective assessment of the examiner. Students have a real opportunity to plan their individual schedule of preparation for the exam and the emphasis is transferred not in getting the "machine" on the exam, but on a deep and meaningful assimilation of the studied. Thus, each student has a real opportunity to improve their level of training and authority in the study group, as well as activates the learning process. In this research, a comparative analysis of the control and evaluation system in teaching the course of electromagnetism with a total number of 110 students was carried out. They were randomly divided into two groups (55 people each). The first used system control, and the second - the traditional. The evaluation was carried out according to Table 1.

Table 1-Assessment System

Based on the traditional system Letter equivalent rating %content	Based on credit system	
	Letter equivalent rating	%
Excellent	A (A+)	95-100
	A-	90-94
Good	B+	85-89
	B	80-84
	B-	75-79
Satisfactorily	C+	70-74
	C	65-69
	C-	60-64
	D+	55-59
	D	50-54
Unsatisfactorily	F	0-49

The evaluation results for the traditional system are shown in figure 1. The evaluation results (system control) are presented in figure 2.

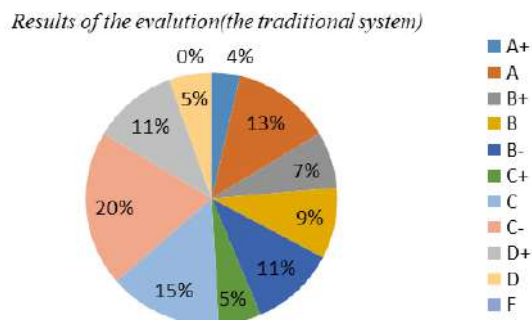


Figure 1. Evaluation Results (traditional system)

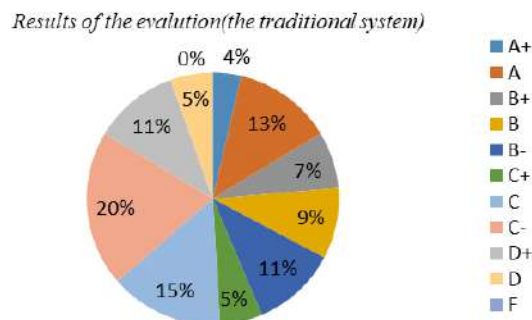


Figure 2. Evaluation Results (system control)

The comparative table of the evaluation results is presented in the form of table 2.

Table 2 - comparative table of evaluation results

Evaluation	Traditional system	System control
A+	2	3
A	7	8
B+	4	4
B	5	6
B-	6	7
C+	3	4
C	8	4
C-	11	10
D+	6	7
D	3	2
F	0	0

As we can see from the research results, the proposed evaluation system (system control) gives better results, which indicates that it is more effective.

Table 3 presents the results of studies for the system control of various Universities in different countries (Russia, Ukraine and Kazakhstan). Since the evaluation system is different, it was decided to compare the estimates of "Excellent", "Good", "Satisfactory", "Unsatisfactory".

Table 3. Comparative table of research results for different Universities various States on the subject of "electromagnetism»

Assessment	Kazakhstan	Russia	Ukraine
Excellent	15	16	12
Good	45	44	50
Satisfactory	40	40	38
Unsatisfactory	0	0	0

Table 3 indicates that, on the subject of "electromagnetism" as a result of research were obtained approximately the same results for different Universities in different countries.

### Conclusion

Thus, the goals and objectives set for the modern education system can be achieved only through the use of new teaching methods and assessment systems. Educational reforms carried out in recent years have radically changed old stereotypes in teaching in General and in the assessment of knowledge in particular.



There is no doubt that the teaching is carried out regulation and modernization of the learning process on the basis of continuous ongoing monitoring, that is, obtaining information about the progress of students and the effectiveness of techniques and methods of their own activities. In order to correct the learning process, the teacher conducts diagnostics of knowledge and skills at different stages: lectures, practical, laboratory and additional classes, contributes to the transition of students to a higher level of learning. Research results shows that a comparison of the traditional system and system control of evaluation and teaching of students when considering the section of electromagnetism in Universities. The results indicate the best results of the material development in the evaluation and teaching using the method of system control.

References:

- 1 Scott, G. (2013) *Improving learning-and-teaching quality in higher education. South African Journal of Higher Education*, 27(2), 275-294.
- 2 Adelabu, O. A., & Adu, E. O. (2014) *Assessment of accessibility and utilization of information and communication technology (ICT) for effective teaching of biological science in secondary schools. Mediterranean journal of social sciences*, 5(23), 1439.
- 3 Roussel, H., & Hélier, M. (2012) *Difficulties in teaching electromagnetism: an eight year experience at Pierre and Marie Curie University. Advanced Electromagnetics*, 1(1), 65-69.
- 4 Sanalieva, L. K., Kengzhegalieva, G. B., Idelbayeva, A. S., & Niyazbekova, S. U. (2018). *Investigation of modern economic mechanisms for construction of the intellectual potential of the country as a moving factor of innovative economic development. Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 5(375), 144 – 148 <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1467.19>
- 5 Sergeenkova, V. V. (2008) *Managed independent work of students. Module-rating and the rating system / V. V. Sergeenkova. – Minsk: national Institute of higher education.,. 132*
- 6 Vygotsky, L. S. (1991) *Imagination and creativity in the adolescent. Soviet Psychology*, 29(1), 73-88.
- 7 Buxbaum, O. (2016) *Key insights into basic mechanisms of mental activity. Cham, Switzerland: Springer international publishing.*
- 8 Avanesov, V. S. (2009) *form of tests: studies. Manual for teachers of schools, lyceums, University and College teachers / V. S. Avanesov. – 2<sup>nd</sup> ed., rework and expansion – Moscow., 146*
- 9 Natalia, C., Maria, S., Vladislav, S., & Paquet, P. (2015). *Problems of educational processes development and labor market needs analysis in Russia. Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 166, 309-316.
- 10 Msaev, S. N., Dorrer, G. A., Vingert, V. V., Yakimova, E. A., & Klochkov, S. V. (2020, November). *Dublin Descriptors. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1691, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.*
- 11 Silver, E. A., Shapiro, L. J., & Deutsch, A. (1993) *Sense making and the solution of division problems involving remainders: An examination of middle school students' solution processes and their interpretations of solutions. Journal for Research in Mathematics Education*, 24(2), 117-135
- 12 Vygotsky L. C. *Psychology. M.: EKSMO-Press, 2010., - 1008 p. (Series “world of psychology”)*.
- 13 González V., Luetkemeyer B., Zinn W. (1976) *Investigation of domain walls in BaFe12O19 by the method of NMR-spin Echo. // JM., N2, 222*
- 14 Ivanov, A. A. (2008) *Modern teaching materials of new generation: problems, solutions, prospects / A. A. Ivanov // high School. - № 2, 206*
- 15 Korobkova A.V. (2011) *Linguodidactic bases of teaching foreign dental students professional speech (based on the material of imperative utterances): abstract of the dissertation. ... candidate of pedagogical sciences. - M., – 22*

Л.Ф. Қасенова<sup>1\*</sup>, Г.С. Еңсебаева<sup>1</sup>, Г.Ж. Шүйтенов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан  
\*e-mail: [kassenova\\_lg@mail.ru](mailto:kassenova_lg@mail.ru)

## ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ӨРІСТІҢ ФИЗИКА-МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ

*Аңдатпа*

Гравитациялық өріс физикасының проблемасы - гравитациялық өріс пен кеңістік-уақыт континуумының кеңею байланысын анықтау. Сондықтан осы қатынастарды анықтауға және оларды формулалар арқылы білдіруге мүмкіндік беретін модельдерді құру зерттеулері өзекті болып табылады. Гравитациялық өрістің қазіргі теорияларында практикада қолданылатын формулаларды есептеп шығару кезінде еленбей қалатын шағын шамалар бар. Мақалада кванттық қасиеттерді кеңістік-уақыт континуумының кеңеюімен біріктіретін гравитациялық өріс моделі келтірілген. Сондай-ақ, координаттар жүйесінің жеңілдетілген моделінде стационарлық орталық симметриялы объектінің гравитациялық өрісі зерттеліп, гравитациялық өріспен сынама бөлшекті қармаудың шекті қашықтығы есептелген. Шағын шамаларды ескере отырып, жүргізілген есептеулер нәтижелері қызығушылық тудырады, олар: сынамалы бөлшектің гравитациялық өріспен толық радиусын қамти алуы; Шварцшильдтің кара құрдым масса дефектісі формуласы; кванттық физика шамаларының Хаббл тұрақтысына тәуелділігін анықтайтын қатынастар.

**Түйін сөздер:** Хаббл тұрақтысы; гравитациялық өріс; кванттық қасиеттер.

*Аннотация*

Л.Ф. Касенова<sup>1</sup>, Г.С. Еңсебаева<sup>2</sup>, Г.Ж. Шүйтенов<sup>3</sup>

Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, г.Нур-Султан, Казахстан

## ПОСТРОЕНИЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ

Проблемой физики гравитационного поля является выявление взаимосвязи гравитационного поля и расширения пространственно-временного континуума. Поэтому создание моделей, исследование которых позволяет выявить эти взаимосвязи и выразить их формулами, является актуальным. В современной теории гравитационного поля фигурируют малые величины, которыми пренебрегают при выводе формул практического применения. В данной статье представлена модель гравитационного поля, объединяющая квантовые свойства с расширением пространственно-временного континуума. Также на упрощённой модели системы координат исследовано гравитационное поле стационарного центрально-симметричного объекта и рассчитано предельное расстояние захвата пробной частицы гравитационным полем. Расчёты, произведённые без пренебрежения малыми величинами, дали интересные результаты: предельный радиус захвата гравитационным полем пробной частицы; формулу дефекта массы чёрной дыры Шварцшильда; соотношения, выражающие зависимость величин квантовой физики от постоянной Хаббла.

**Ключевые слова:** постоянная Хаббла; гравитационное поле; квантовые свойства.

*Abstract*

## CONSTRUCTION OF A PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODEL OF THE GRAVITATIONAL FIELD

Kassenova L.G.<sup>1</sup>, Yensebaeva G.S.<sup>2</sup>, Shuitenov G.Zh.<sup>3</sup>

Kazakh University of Economics, Finance and international Trade, Nur-Sultan city, Kazakhstan

The problem of gravitational field physics is to identify the relationship between the gravitational field and the expansion of the space-time continuum. Therefore, the creation of models, the study of which makes it possible to identify these relationships and express them in formulas, is relevant. In the modern theory of the gravitational field, small quantities appear, which are neglected in the derivation of formulas of practical application. This paper presents a model of the gravitational field that combines quantum properties with the expansion of the space-time continuum. Also, using a simplified model of the coordinate system, the gravitational field of a stationary centrally symmetric object is studied and the limiting distance of the test particle capture by the gravitational field is calculated. Calculations made without neglecting small quantities gave interesting results: the limiting radius of capture by the gravitational field of the test particle; the formula for the mass defect of the black hole Schwarzschild; relations expressing the dependence of the quantities of quantum physics on the Hubble constant.

**Keywords:** Hubble Constant; gravitational field; quantum properties.

### Кіріспе

Физикадағы модельдеу ғылыми таным әдісі ретінде қызмет етеді. Ғылыми-теориялық зерттеулерде көрнекі модельдер кеңінен қолданылады. Оларға гипотезалар, аналогиялар, диаграммалар, графиктер, диаграммалар жатады.

**Өзектілігі:** Гравитациялық өріс физикасының проблемасы гравитациялық өріс пен кеңістік-уақыт континуумы кеңеюінің байланысын анықтау болып табылады. Гравитациялық өрістің қазіргі теорияларында практикада қолданылатын формулаларды есептеп шығару кезінде еленбей қалатын шағын шамалар бар. Физиканың өзекті мәселесі – осы шағын шамаларды талдауға мүмкіндік беретін модельдер құру.

**Мақсаты:** модельдеу әдісі арқылы гравитациялық өріс пен кеңістік-уақыт континуумы кеңеюінің байланысын анықтау және оны физикалық формулалармен сипаттау.

**Міндеттер:** модельдерді математикалық есептеу және физикалық формулаларды шығару.

**Ғылыми жаңалық:** вакуумның кеңеюін сипаттайтын Хаббл Заңы галактикаларды бақылау кезінде анықталған және астрофизикада зерттеулер үшін қолданылады. Шағын объектілердің гравитациялық өрісін есептеу кезінде ғарыштық өлшеулер бойынша жақын қашықтықтардың елеусіз көрінуіне байланысты Хаббл Заңы ескерілмейді.

**Зерттеу нәтижелерінің жаңалығы** – Хаббл заңы қатыстылығын ескеретін модельдеу әдіспен гравитациялық өрістің есептеулеріне түзетулер енгізу тәсілінің анықталатындығы. Бұл жағдайда бекітілген формулалар қарапайым бөлшектер физикасымен өзара байланысты екендігі анықталды.

**Нәтижелері:** Хаббл тұрақтысы параметр ретінде ескерілген гравитациялық өрістің моделі жасалды; сынамалы бөлшекті гравитациялық өріспен қармау шекті қашықтық формуласы анықталды; Шварцшильдтің қара құрдым формуласы нақтыланды; бөлшектер физикасы кванттық шамаларының заңдылықтары анықталды.

1. Галактикалардың спектрлерін талдай отырып, Эдвин Хаббл галактикалардың көпшілігі бізден қашықтыққа пропорционалды жылдамдықпен алыстайды деген қорытындыға келді. Галактикалар біздің Галактикадан ғана емес, бір-бірінен де алыстайды. Хаббл заңына байланысты Ғаламның кеңею көрінісі кеңістіктің кез-келген нүктесінде орналасқан бақылаушы үшін бірдей болып көрінеді [1].

Бақылаудың негізгі фактісі жақын галактикалардың спектрлеріндегі сіңіру сызықтарының спектрдің қызыл жағына ығысуы болып табылады. Қызыл ығысудың екі түрі белгілі: доплер және гравитациялық. Өткен ғасырдың 20-жылдарында жалпы салыстырмалылық теория қазіргі кездегідей кең танымал емес еді.

Сондықтан, бақылаушылардың галактикалар спектріндегі қызыл ығысуды Доплер ығысуы деп түсіндіруі заңды. Алайда, қазіргі космологиялық теорияларда Ғаламның кеңеюін гравитациялық өріске эквивалентті кеңістік-уақыт континуумы қисықтығымен байланыстырады. Инерциялық және гравитациялық массалардың эквиваленттілік принципі мен энергияның сақталу заңы орындалатын кез келген теория жиілік гравитациялық ығысуының дұрыс сипаттамасын беруі керек [2].

2. Кеңейтілген кеңістіктік-уақыттық континуумда сынамалы бөлшек бақылаушыға қатысты бақылау нүктесінен бағытталған үдеумен қозғалады

$$a = c \cdot H \quad (1)$$

$c$  – жарық жылдамдығы,  $H$  – Хаббл тұрақтысы.

$L$  қашықтықтан бақылаушы бағалайтын сынамалы бөлшектің жылдамдығы:

$$u = at = cHt \quad (2)$$

мұндағы  $t$ -бөлшектің жарығы бақылау нүктесіне жететін уақыт.

$$t = \frac{L}{c} \quad (3)$$

(3) теңдеуді (2) алмастырамыз және Хаббл заңы формуласын аламыз:

$$u = H \cdot L \quad (4)$$

мұндағы  $L$  - сынамалы бөлшектен бақылаушыға дейінгі қашық.

Гравитациялық өріс кернеулікпен байланысты потенциалмен сипатталады:

$$\partial\varphi = -g \frac{\partial r}{c^2} \quad (5)$$

Үдеудің эквиваленттілігі мен гравитациялық өрістің кернеулігі принципін басшылыққа ала отырып, қарастырылған модель үшін:

$$\partial\varphi = -H \frac{\partial r}{c} \quad (6)$$

жазуға болады.

0-ден L-ге дейін интегралдаудан кейін:

$$(1 + \varphi) = \left(1 - \frac{HL}{c}\right) \quad (7)$$

Хаббл заңы шығарылған кезде доплерлік және гравитациялық қызыл ығысулар эквивалентті және келесі теңдеумен сипатталады:

$$f = \left(1 - \frac{HL}{c}\right) f_0 \quad (8)$$

мұндағы  $f_0$  -байқылау объектісі шығаратын жарық жиілігі;  $f$  - бақылаушыға жеткен жарық жиілігі.

Осылайша, гравитациялық қызыл ығысу моделі кеңістік-уақыт континуумы кеңеюі теориясымен сәйкестенеді.

3. Объектінің гравитациялық өрісі мен вакуумның кернеулігі шамамен тең, бағыттары қарама-қарсы болатын M массасы бар орталық симметриялы шағын объектіден қашықтықты анықтаймыз:

$$\frac{GM}{R^2} = c \cdot H \quad (9)$$

(9) теңдеуінен табамыз:

$$R = \left(\frac{GM}{cH}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

R-сынамалы бөлшектің гравитациялық өрісі арқылы қармау шекті қашықтығы. Үлкен қашықтықта сынамалы бөлшек гравитациялаушы массадан алыстайды.

4. Күн жүйесіндегі шекті қашықтық мәселесін қарастырамыз:

Күннің массасы  $1,989 \cdot 10^{30}$  кг.

Ғарыштық денені Күннің тартылуымен ұстап қалатын шекті қашықтықты есептеу  $3,6 \cdot 10^{11}$  км құрайды.

Күн жүйесінің шетіндегі "Оорт бұлты" құйрықты белдеуіне дейінгі Күннен қашықтық  $1,5 \cdot 10^{10}$  -ден  $2,25 \cdot 10^{10}$  км-ге дейін созылады.

Кейбір кометалар Оорт бұлтының шеткі аймақтарынан ұзақ қашықтыққа кетеді. Бұл жерде Күн жүйесінің шетінде гравитациялық өрісті құрған алып планеталардың, Койпер астероидтар белдеудің, кометалар белдеудің және қармау қашықтығының тиісті жергілікті ұлғаю үлестерін де ескеру қажет.

Осылайша, Күн жүйесінің өлшемдері қармау радиусы шамасына сәйкес келеді және анықталады [3].

5.  $r_0$  қармау радиусының шекті мәні кезінде микробөлшектің массасы қандай шаманы құрайтынын зерттейміз:

$$m = \frac{h\omega}{c^2} = \frac{h}{c \cdot r_0} \quad (11)$$

(11) теңдеуді (10) алмастырамыз.

Алгебралық түрлендірулерден кейін:

$$r_0 = \left(\frac{Gh}{Hc^2}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (12)$$

(12) формуласы бойынша классикалық электрон радиусы анықталады.

6. Планк массасы үшін шекті қармау радиусы мәнін зерттейміз:

$$m_P = \left(\frac{hc}{G}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{h\omega_P}{c^2} \quad (13)$$

(13) массаның мәнін (10) формулаға алмастырамыз.  
Алгебралық түрлендірулерден кейін:

$$R = \frac{c}{(H\omega_P)^{\frac{1}{2}}} \quad (14)$$

7. M массасы бар шағын объектіге сынама массалы бөлшектің аккреция процесін зерттейміз.

Бөлшек пен шағын объект Ог координаталарының осінде болды дейік, ал координаталардың басталуы объектімен сәйкес келеді. Сонда бөлшек жылдамдығының үстелуі келесі теңдеумен анықталады:

$$\partial v = \left(\frac{GM}{r^2} - cH\right) \partial t \quad (15)$$

(15) теңдеуінде  $\partial t = \partial r/v$  қатынасын алмастырамыз және алгебралық түрлендірулерден кейін интегралдаймыз

$$\left(-\left(\frac{GM}{cH}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \text{-дан } (-r) \text{-ға дейін.}$$

Біздегі:

$$v^2 = \frac{2GM}{r} + 2cHr - 4(GMcH)^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

$v$  жылдамдығы вакуумдағы жарық жылдамдығына, ал аккретирлеушы бөлшек R радиусты кара құрдым оқиға көкжиегіне жақындаған жағдайда (16) теңдеуден квадрат теңдеуді аламыз:

$$R^2 - \left[\frac{c}{2H} + 2\left(\frac{GM}{cH}\right)^{\frac{1}{2}}\right]R + \frac{GM}{cH} = 0 \quad (17)$$

(17) квадрат теңдеуді шешеміз және радикалды функцияны (шешімде) дәрежелік қатарына жіктейміз. Бұл шекті қармау радиусы мәні  $c/H$  -тан әлдеқайда кем болған кезде рұқсат етіледі.

Тейлор қатарының алғашқы төрт мүшесі үшін теңдеу аламыз. Соның ішінен түрлендірулерден кейін кара құрдым оқиға көкжиегінің формуласын шығарамыз:

$$R = \frac{2GM}{c^2} - \frac{8GM}{c^2} \cdot \left(\frac{GMH}{c^3}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

Алынған кара құрдым оқиға көкжиегінің радиусы Шварцшильд кара құрдым радиусынан кіші, шамамен:

$$\Delta R = 4R \cdot \left(\frac{RH}{2c}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

Бұл  $\Delta R$  мәні масса дефектісіне сәйкес келеді:

$$\Delta M = 4M \left(\frac{GMH}{c^3}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (20)$$

(19) және (20) формулалардың маңыздылығын бағалау үшін келесі мысалдарды қарастырайық [1].

8. Хокингтің қара құрдым теориясында: «Кез келген өзара әрекеттесу кезінде қара құрдымның бетінің ауданы еш уақытта кішіреймейді. Егер бірнеше қара құрдым болса, олардың беткі аудандарының қосындысы ешқашан кішіреймейді.

Яғни, қара құрдым оқиға көкжиегінің ауданы энтропия жағдайында болады» [4]. Алайда, (20) формуламен көрсетілген масса дефектісі қара құрдымдардың бірігуінде «энтропияны» өтейді. Шынында да, мысалы, екі бірдей қара құрдымды біріктірген кезде (20) формулаға сәйкес масса дефектісі 1,4 есе артады. Есептеулер мен нақтылаудың қажеттілігі айқын болып тұр.

9. Оқиға көкжиегінің радиусы классикалық электрон радиусына тең болатын қара құрдым үшін масса дефектісін анықтаймыз. (12), (19), (20) формулаларынан алгебралық түрлендірулерден кейін аламыз:

$$\Delta m = 1,4m_p \quad (21)$$

### Қорытынды

Хаббл тұрақтысы гравитациялық өрісін параметр ретінде теориялық зерттеулерде қолдануымыздың болашағы зор. Шағын шамаларды ескере отырып, жүргізілген есептеулер нәтижелері қызығушылық тудырады, олар: сынамалы бөлшектің гравитациялық өріспен толық радиусын қамти алуы; Шварцшильдтің қара құрдым масса дефектісі формуласы; кванттық физика шамаларының Хаббл тұрақтысына тәуелділігін анықтайтын қатынастар [5,6].

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Berke W. *Space-time, geometry, cosmology Per. s Engl.* - M.: Mir, 1985, - 416 p., ill.
- 2 Oser G. *Physics. Full course.* M.: Mir, 2010. – 752 p.
- 3 Weinberg S. *Cosmology.* M.: URSS, 2013. - 608 p.
- 4 Shapiro S., Teukolsky S. *Black holes, white dwarfs and neutron stars. Part 2.* – M.: Mir, 1985. - 300 p.
- 5 Kasanova L.G., Merejhan L. (2019) *Flash-tehnologijalar komegimen fizikalık yderisterdi azirleu zhjene modeldeu [Development and modeling of physical processes using flash technologies]. ҚазҰПУ habarshysy, «Fizika zhane matematika» serijasy. №2 (66), 152-157. (In Kazakh)*
- 6 Abdymanapov S.A., Kassenova L.G. *Research and modeling of fluid motion in the case when the volume of the fluid does not change and in the case when the volume changes.* // *Вестник КазНПУ, серия «Физико-математические науки».* – 2020. - №2 (70). - С.137-142

#### References

1. Berke W. (1985) *Space-time, geometry, cosmology Per. s Engl.* - M.: Mir., - 416 p., ill.
2. Oser G. (2010) *Physics. Full course.* M.: Mir., – 752 p
3. Weinberg S. (2013) *Cosmology.* M.: URSS., - 608 p.
4. Shapiro S., Teukolsky S. (1985) *Black holes, white dwarfs and neutron stars. Part 2.* – M.: Mir, - 300 p.
5. Kasanova L.G., Merejhan L. (2019) *Flash-tehnologijalar komegimen fizikalık yderisterdi azirleu zhjene modeldeu [Development and modeling of physical processes using flash technologies]. ҚазҰПУ habarshysy, «Fizika zhane matematika» serijasy. №2 (66), 152-157. (In Kazakh)*
6. Abdymanapov S.A., Kassenova L.G. (2020) *Research and modeling of fluid motion in the case when the volume of the fluid does not change and in the case when the volume changes.* // *Вестник КазНПУ, серия «Физико-математические науки».* - №2 (70). 137-142

## RESEARCH OF THE OPERATION PRINCIPLE OF OF THE MULTIPLEXER AND DEMULTIPLEXER USING MODERN PEDAGOGICAL TRAINING TECHNOLOGIES

*Kinzhebayeva D.A.<sup>1\*</sup>, Kinzhebayeva A.S.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*  
<sup>2</sup>*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

\*e-mail: [dinar.kinzhe@mail.ru](mailto:dinar.kinzhe@mail.ru)

### *Abstract*

This article presents a methodological technology for studying digital logic devices. Recommendations on the technology of teaching digital logic devices using rational, best methodological methods and teaching techniques are given. The proposed topic is "Multiplexer and demultiplexer". Studying methods used: modular studying, developmental studying, demonstration (frontal), step-by-step studying, problem-based studying. The process of implementing learning technology explained by the plan prepared for the lesson (mostly the basics of electronics in Kazakhstan are not included into the educational basis of the school and are only taught in higher educational institutions, therefore, the basic learning range, conventionally referred to in the lesson plan, seminars or lectures.

**Keywords:** digital logic devices, methodical technology, modular studying, multiplexer, demultiplexer.

### *Аннотация*

*Д.А. Кинжебаева<sup>1</sup>, А.С. Кинжебаева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ МУЛЬТИПЛЕКСОРА И ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

В данной статье представлены педагогические технологии обучения цифровым логическим устройствам. Даны рекомендации по технологии обучения цифровым логическим устройствам с использованием рациональных, лучших методических методов и приемов обучения. Предлагаемая тема «Мультиплексор и демультимплексор». Используемые методы обучения: модульное обучение, развивающее обучение, демонстрационное (фронтальное), поэтапное обучение, проблемное обучение. Процесс реализации технологии обучения объясняется планом, подготовленным к уроку (в основном основы радиоэлектроники в Казахстане не входят в учебный базис школы, а преподаются только в высших учебных заведениях, поэтому основной спектр обучения, условно именуемый в плане уроком, - семинары или лекции.

**Ключевые слова:** цифровые логические устройства, методическая технология, модульное обучение, мультиплексор, демультимплексор.

### *Аңдатпа*

*Д.А. Кинжебаева<sup>1</sup>, А.С. Кинжебаева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Абая атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>2</sup>*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

## ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, МУЛЬТИПЛЕКСОР МЕН ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОРДЫҢ ЖҰМЫС ПРИНЦИПІН ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада сандық логикалық құрылғыларды оқытудың әдістемелік технологиясы көрсетілген. Оқытудың ұтымды, үздік әдістемелік (методикалық) әдіс-тәсілдерін пайдаланып сандық логикалық құрылғыларды оқытудың технологиясы жайлы маңылматтар берілген. Ұсынылатын тақырып «Мультиплексор мен демультимплексор». Қолданылған оқыту әдіс-тәсілдер: модульдік оқыту, дамыта оқыту, демонстрациялық (фронтальды), кезеңдік оқыту, проблемдік жағдай тұғызып оқыту. Оқыту технологиясының жүзеге асу процесін сабаққа (негізінде радиоэлектроника негіздері Қазақстанда мектептің оқыту базисіне кірмейді, тек жоғарғы оқу орындарында оқытылады, сол себепті жоспарда шартты түрде сабақ деп аталғанымен негізгі оқыту спектрі семинарлар немесе лекция) дайындалған жоспар арқылы түсіндірілген.

**Түйін сөздер:** сандық логикалық құрылғылар, әдістемелік технологиясы, модульдік оқыту, мультиплексор, демультимплексор.

**Introduction.** Video conferencing is one of the most promising areas of use of multiplexers. This type of communication, which is a simultaneous two-way transmission, processing, transformation and presentation of interactive data over a distance in real time. To implement video conferencing and depending on its type are used to group terminals and the individual terminals of the video conference.

The individual terminal uses real-time video communication directly from the workplace. As an individual terminal, it can be used both a specialized terminal and various multifunctional devices, such as a personal computer, laptop, mobile phone and others.

Group terminals are used for organizing videoconferencing lectures. When organizing group-type videoconferencing lectures, the picture can be displayed on one common screen. At the same time, each participant's seat is equipped with a group terminal with a microphone and a video camera. Thus, such a system has one common output and many individual inputs, which is provided by the multiplexer.

### **1. Learning technology.**

*Theme:* « Multiplexer and demultiplexer» [1-3].

*Purpose of the lesson:* Introduce students to numerical logic devices, their types and principles of their functioning. Including to acquaint students with types, features, principles of operation of the multiplexer and demultiplexer, features of their application

*Knowledge (Education):* Train students to learn the specifics of digital logic devices and use these digital logic devices, work with them. Introduce students to the basic principles of electronic circuits necessary for future activities, and teach them how to design the simplest electronic structures [4].

*Developing:* Increase interest in the subject. Develop skills to apply the acquired knowledge in practice, thinking, memory.

*Educational:* educate accuracy, diligence.

*Lesson type:* combined lesson. Explanation of the new topic.

*Lesson type:* nontraditional.

*Tools:* computer, slides, flowcharts created on a computer.

*Plan of the lesson:*

1. The organizational stage – 1 min.
2. Repeat of the completed material - 5 min.
3. Explanation of the new topic - 15 min.
4. Demonstration experiments - 10 min.
5. Consolidation of knowledge in the classroom.
6. Submission of homework.
7. Evaluation.

*I The organizational stage.*

Greetings, students. Sit down, please. Who's absent in today's class?

*II Repeat of the completed lesson.*

In the section repetition of the past lesson, you must repeat the material of the past lesson.

*III Explanation of the new topic.*

In this section, we will begin to get acquainted with the basics of the topic under study, that is, the topic "multiplexer and demultiplexer". The main methods used in explaining the lesson are modular, developmental teaching methods and problem situations. The overall learning process is a manifestation of a *step-by-step learning method*.

Modular training technology provides independent training in terms of the content of education, the rate of assimilation of knowledge, the ability to work independently, methods and techniques of training. The training module consists mainly of three structured parts: introductory, conversational and final [3].

*In the introductory part,* the teacher introduces students to the general structure of the training module, its goals and objectives. Then the teacher briefly (for 10-20 minutes) interprets the training material designed for the entire time of this training module, based on known samples of drawings, tables, etc. The student explains the lesson in his methodology using flowcharts.

### **2. Introductory part (modular training).**

*Digital logical devices-*are classified into two groups *combinational* and *sequential* logical devices (fig.1) [5, 6].



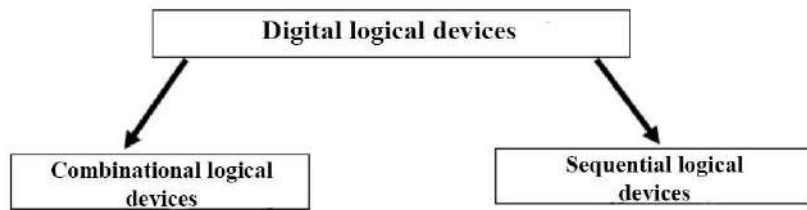


Figure 1. Classification of digital logical devices

**Learning on the topic: Digital combination devices.**

*Combinational device* refers to a logical unit, in which the output signal at any given time is determined by the input signal at this time (Fig.2).

There are many types of combinational digital devices: binary codes converters, digital comparators, switches, and binary numbers multipliers, switches, digital signals and other devices are available in the form of microchips and are represented in a truth table of operation or with a detailed description of the timing diagram.

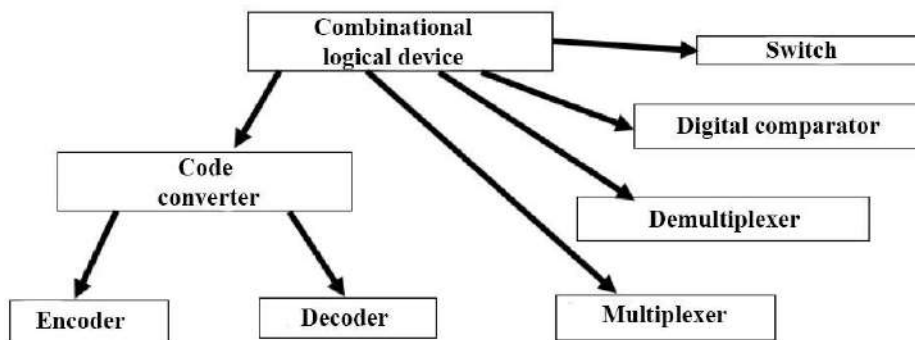


Figure 2. Classification of combinational logic devices

*Multiplexer* – a multi-stage circuit with one output that switches one of the information inputs to the output. The input of the multiplexer is information  $x_1 \dots x_n$  and control (address)  $A_k \dots A_k$ . The normal number of information inputs is  $n = 2^k$ ,  $k$  is the number of address inputs. The code received at the address input determines which of the information inputs should be connected to the output.

The operation of a two-bit multiplexer is shown in the truth table. The operation of the multiplexer is described by the logical equation:

$$F = (\underline{A_1}A_2)x_1 + (A_1\underline{A_2})x_2 + (\underline{A_1}A_2)x_3 + (A_1A_2)x_4.$$

To create a multiplexer in accordance with the equation there are required 3AND-4OR logic gates and two inverters. The block diagram is shown in Figure 3, the conditional graphic image of the multiplexer is shown in Figure 4.

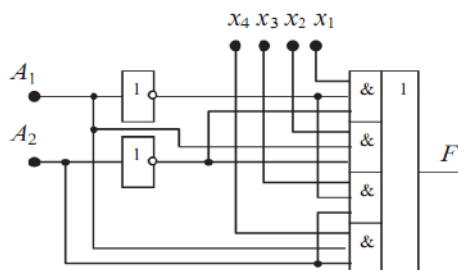


Figure 3. Block diagram of the multiplexer

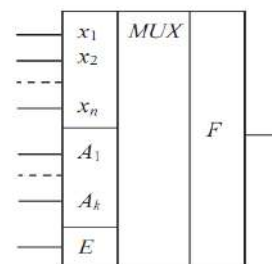


Figure 4. Conditional graphic designation of the multiplexer

Integrated structure multiplexers have one or two permitted ( $E$ ) inputs, except for the address and information inputs. These inputs allow for multiplexer expansion.

*Demultiplexer* – a circuit that performs the inverse function of the multiplexer, namely one information input,  $n$  – information outputs  $F_1 \dots F_n$  [7].

The full demultiplexer has an output of  $n = 2^k$ , (the state table 1→4 of the demultiplexer is shown below). According to the table, the equation describing the operation of the demultiplexer will look like this:

$$\begin{aligned} F_1 &= x_1 \cdot (\overline{A_1} \overline{A_2}), \\ F_2 &= x_1 \cdot (A_1 \overline{A_2}), \\ F_3 &= x_1 \cdot (\overline{A_1} A_2), \\ F_4 &= x_1 \cdot (A_1 A_2). \end{aligned}$$

$A_2$	$A_1$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$
0	0	$x_1$			
0	1		$x_1$		
1	0			$x_1$	
1	1				$x_1$

To build in accordance with it, two inverters and 4AND elements for three inputs are required. A conditional graphic image of the demultiplexer is shown in Figure 5.

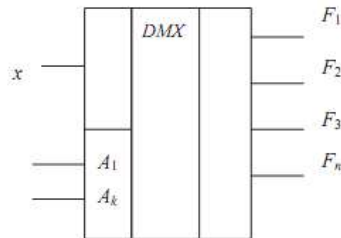


Figure 5. Conditional graphic representation of demultiplexor

A series of multiplexers and demultiplexers formed by bipolar transistors commute only digital signals, i.e. 0 or 1.

In a series of field-effect transistors, a two-position key is created.

#### IV The demonstration experiments. Conducting the practice.

In the conversational part (modular study), the cognitive process is based on the interaction of students, mainly by dividing the group into subgroups of 2-6 people. Students choose their own tasks of a particular level. It is not necessary to perform tasks in stages from simple to complex. The student is free to choose a task based on their capabilities [3]. There is another feature of the *conversational part* of the training module. According to the study, the widespread use of active and playful forms of learning allows students to repeatedly return and work on educational material from 13 to 24 times.

This article also uses the developmental learning method and the demonstration (front-end) method of demonstrating the experience. As already mentioned, we divide students into groups, distribute them to the places where they sit, so as not to waste time. That is, in this section, together with students, we perform an experiment on the topic. We practice with students using the electronic program Electronics Workbench. In the process of performing the experiment, in parallel with teaching students to draw a diagram, we analyze the tools used in the diagram. Using the *technology of developing study*.

Table 1

$G$	$B$	$A$	$Q$
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

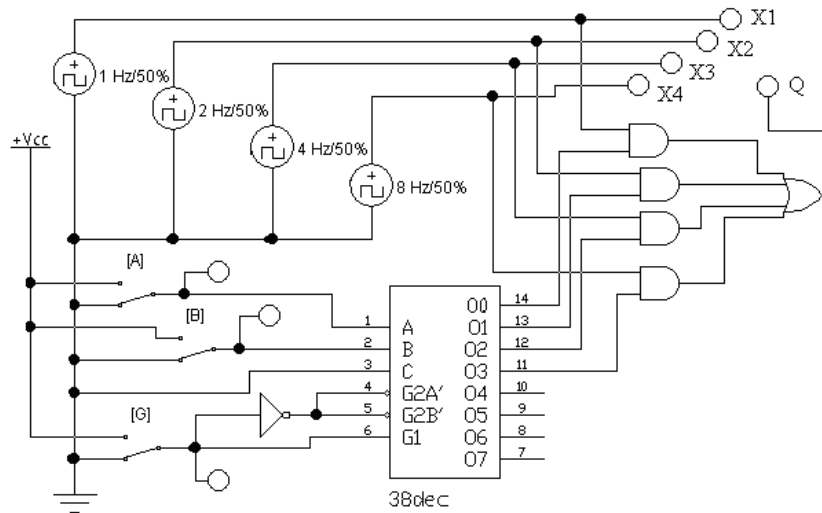


Figure 6. The multiplexer circuit

Build a diagram of the multiplexer according to Figure 6, and study its operation. The used 38dec decoder in the circuit with a three-bit address is used as a decoder with a two-bit address, for which the C-input is grounded. The study is carried out by comparing the input (address) information signals (A, B, C) and output (Q) signals of the multiplexer, 01 ÷ 07 - inputs. Display of measurement results as a Table 1. 38dec chip selection path: *Digital* → *GenGeneric 3-to-8 Dec* → *Accept*. In this regard, a group analysis of the decoder and encoder (developing learning technology) is carried out. Each group is asked questions about the decoder and encoder.

*Questions:*

1. What is an encoder?
2. What are the principles of its operation?
3. What is a decoder?
4. What are the principles of its functioning?

Such questions should be answered by a group.

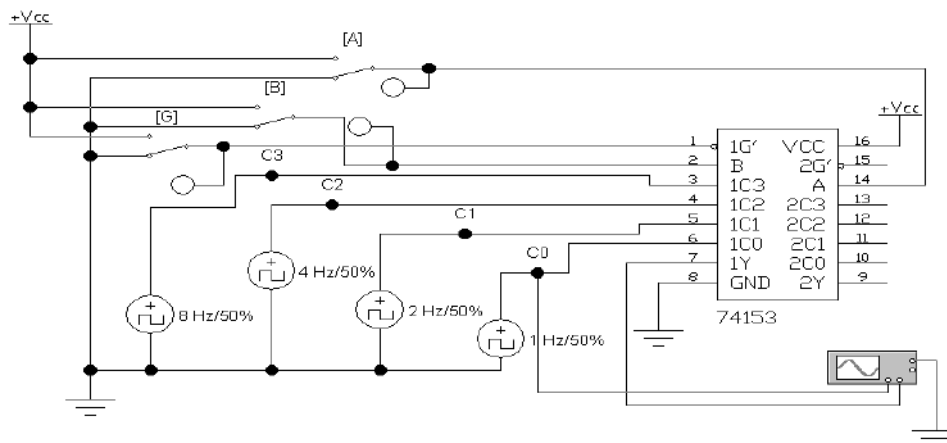


Figure 7. Scheme of research of the multiplexer work 74153

Study of the operation of the multiplexer 74153 according to Figure 7

Designations of the chip 74153 outputs:

1C0÷1C3 – outputs;

GND – general;

VCC – supply voltage + 5 B;

1G' – permission input (active level-low);

1Y – direct output;

$A, B$  – address inputs.

The order of execution of the laboratory work:

1. Sequential connection of channel  $A$  input to points  $C0, C1, C2, C3$  of the circuit
2. Signal transmission at inputs  $G, A$  and  $B$  according to Table 1.

The path of the chip selection circuits 74153: *Digital ICs* → *741xx Series* → *74153 (Dual 4-to-1 data Sel / MUX)* → *Accept*.

3. Explain the resulting waveform (Figure 8).

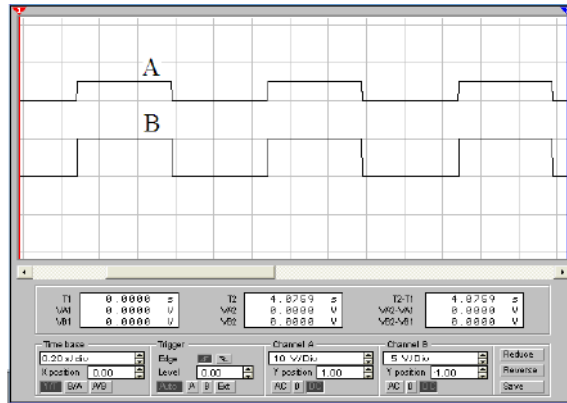


Figure 8. Waveforms of the information channel signal  $C0$  ( $A$ ) and the output signal ( $B$ )

After these practices, students are asked questions about the technology of learning in a problem situation.

*Questions:*

1. In order to solve what problems is a digital multiplexer used?
2. Where are demultiplexers used?
3. How many outputs can decoders have?
4. On which logic elements are the multiplexer and demultiplexer assembled?

*V pinning lesson.*

*The final part of the training part (modular study) is the control part (i.e., consolidation and evaluation). If in the conversational part, students are encouraged to help each other, teach each other, use various scientific sources, then in the final part, the student must demonstrate their knowledge, skills and abilities in the conversational part without assistance. Fixing the lesson consists of two stages. At the first stage, students' knowledge is differentiated through reflection. The analysis of students' ideas about the new lesson is carried out. (Reflection-gives information about how much the teacher was able to explain the new lesson to students). The second stage is carried out by setting questions of consolidation. That is, questions are directly asked on a new topic and students' knowledge is differentiated [3].*

*Reflection:* In the form of reflection, reflexive questions are given.

*Reflexive questions:*

1. What did you understand in today's lesson?
2. What new concepts have we learned?
3. What new values do you anticipate?
4. What interesting details would you like to know?

*Questions for fixation:*

1. What are digital combination devices?
2. What are the existing types of them?
3. What is a multiplexer?
4. What are the principles of the multiplexer?
5. Give examples of how the multiplexer works.
6. What is a demultiplexer?
7. What are the principles of operation of the demultiplexer?
8. Give examples of the operation of the demultiplexer.

VI Homework: Repeat the topic and analyze the experience gained.

VII estimation.

As one of the new assessment methods that meet modern requirements, we propose the following assessment method. The assessment is based on four main criteria (as shown in the Table 2). The first criterion is the assessment of homework, i.e. an analysis of how well you have mastered the topic you have passed, and it is determined and evaluated at what level the homework has been completed. The second criterion is the assessment of student behavior. The third criterion is a criterion for evaluating the activity of students in the classroom, their active participation in the classroom. The fourth criterion, it is designed to evaluate the thinking of students, that is, with the help of this criterion, you can check the logical thinking of students. The level of thinking can be determined as follows - using the elements of learning with the creation of the problem situation using this method students answer a given problematic situation, for example, a question based on that, you can define the logic of the student and assess in the process of consolidating classes. The peculiarity of this assessment is that each criterion is evaluated through a 5-point system, that is, through each criterion, the student receives points. When setting the final grade, the sum of these points is taken into account and the student is given the final grade of the lesson [3].

Table 2

№	Name	For homework (5-points)	Discipline(5- points )	Activity (5- points )	Thinking (5- points)	Final grade
1						
2						
3						

- 1) Assessment of the student who scored 1-4 points – 2 (0-49);
- 2) Assessment of the student who scored 5-11 points – 3 (50-69);
- 3) Assessment of the student who scored 12-15 points – 4 (70-89);
- 4) Assessment of the student who scored 16-20 points – 5 (90-100).

*Conclusion.* The advantage of modular training is the individualization of the learning process, the activation of cognitive activity, creative development and self-expression of the individual.

References:

- 1 Karalschuk V.I.(2003) *Elektronnaya laboratoriya na IBM PC. Programma Electronics Workbench i eye primeneniye.* [Electronic laboratory on IBM PC. The Electronics Workbench program and its application]. M.: Solon-Press. 736. (In Russian)
- 2 Shanaev O. T. (2003) *Sistema modelirovaniya. Electronics Workbench. Modeldeu zhuesi.* [Modeling system. Electronics Workbench]. Almaty. (In Russian)
- 3 Borybekova F.B., Zhanatbekova N.Z. (2014) *Kazirgi zamangi pedagogikalik technologiylar: Okulyk.* [Modern pedagogical technologies: textbook]. Almaty, 360. (In Kazakh)
- 4 Kinzhebayeva D.A., Zhamenkeyev E.K., Kinzhebayeva A.S. (2018) *Vnedrenie robototehniki v obrazovatelnoe prostranstvo shkoli.* [Introduction of robotics in the educational space of the school]. Bulletin of the Abai KazNPU. Ser. «Phys.-math. sciences». Almaty, № 4 (64), 143-146. (In Russian)
- 5 Berikuly A. (1995) *Tehnikalyk elektronika.* [Technical electronics]. Almaty. Bilim. 149. (In Kazakh)
- 6 Bird, J. (2014) *Elektr zhane elektronika negizderi men technologiysy: okulyk. 2 bolim.* [Fundamentals and technology of Electrical and electronics: textbook. Part 2]. Almaty, 524. (In Kazakh)
- 7 Gusev V.G. (2005) *Elektronika i mikroprotssessornaya tehnika: Ucheb. dlya vuzov* [Electronics and microprocessor technology: Textbook for universities]. 790. (In Russian)

МРНТИ 30.17.35  
УДК 533.15:536.25

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.15>

В.Н. Косов<sup>1</sup>, В. Мукамеденкызы<sup>2\*</sup>, З.З. Юлдашева<sup>3</sup>, А. Хасеинова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің эксперименттік және теориялық физика ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup>ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің физика-техникалық факультеті, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: mukameden@inbox.ru

## ҮШКОМПОНЕНТТІ ГАЗ ҚОСПАЛАРЫНДАҒЫ КОНВЕКТИВТІ АҒЫСТАРДЫ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

*Аңдатпа*

Үш компонентті газ қоспаларында пайда болатын конвективті ағындардың сипаттамалары зерттелді. Конвективті ағындардың сипаттамасы ретінде қоспаның ауыр компонентінің изоконцентрациялық таралуы және орташа жылдамдықтың уақыт бойынша өзгерісі қарастырылады. Вертикалды цилиндрлік каналда пайда болатын конвективті ағындардың сипаттамаларын есептеу үшін физикалық параметрлер бойынша бөлу схемасына негізделген сандық модель қолданылды. Үш компонентті газ қоспаларында пайда болатын ерекше диффузиялық режимдерде компоненттер концентрациясының және орташа жылдамдықтың монотонды емес таралуы мүмкін болатындығы көрсетілді. Механикалық тепе-теңдіктің орнықтылығын жоғалту уақыты және дамыған конвективті ағындардың пайда болу уақыты анықталды.

**Түйін сөздер:** диффузия, конвекция, концентрация, тығыздық, қоспалар.

*Аннотация*

В.Н. Косов<sup>1</sup>, В. Мукамеденкызы<sup>2</sup>, З.З. Юлдашева<sup>3</sup>, А. Хасеинова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики при Казахском национальном университете имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

## ИЗУЧЕНИЕ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Исследованы характеристики конвективных течений, возникающих в трехкомпонентных газовых смесях методом численного моделирования. В качестве характеристик конвективных течений рассматривается изменение во времени изоконцентрационных линий тяжелого компонента смеси и средней скорости. Для расчета характеристик конвективных течений, возникающих в вертикальном цилиндрическом канале, использована численная модель, основанная на схеме расщепления по физическим параметрам. Показано, что в трехкомпонентных газовых смесях, где проявляются особые диффузионные режимы, возможно возникновение немонотонных распределений концентраций компонентов и скорости. Определены время потери устойчивости механического равновесия и время развитых конвективных течений.

**Ключевые слова:** диффузия, конвекция, концентрация, плотность, смеси.

*Abstract*

## STUDY OF CONVECTIVE FLOWS IN THREE-COMPONENT GAS MIXTURES BY THE METHOD OF NUMERICAL SIMULATION

Kossov V.N.<sup>1</sup>, Mukamedenkyzy V.<sup>2</sup>, Yuldasheva Z.Z.<sup>3</sup>, Khasseinova A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, 050100, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Institute of Experimental and Theoretical Physics, al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

<sup>3</sup>Physics and technology department at al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The characteristics of convective flows arising in three-component gas mixtures are investigated by the method of numerical simulation. The time variation of the isoconcentration lines of the heavy component of the mixture and the average velocity are considered as characteristics of convective flows. To calculate the characteristics of convective flows arising in a vertical cylindrical channel, we used a numerical model based on the splitting scheme according to physical parameters. It was shown that in three-component gas mixtures, where special diffusion regimes are manifested, non-

monotonic distributions of component concentrations and velocities are possible. The time of loss of stability of mechanical equilibrium and the time of developed convective flows are determined.

**Keywords:** diffusion, convection, concentration, density, mixtures.

Көпкомпонентті газ қоспаларында араласу режимінің алуан түрі кездеседі [1]. Олардағы массаалмасудың қарқындылығы молекулалық, конвективті және көбінесе бірлескен режимдер арқылы анықталады. Бұл жағдайда молекулалық диффузия табиғи конвекцияның пайда болуымен қоспаның механикалық тепе-теңдігінің орнықсыздығына әкелуі мүмкін, бұл жалпы массаалмасуды айтарлықтай күшейтеді, бірақ бұл іс жүзінде ескерілмейді [2]. Сонымен қатар, концентрациялық конвекциясының пайда болуы мен дамуы Рэлейдің жылу есептеріндегі дәстүрлі көріністер шеңберінде ғана емес [3], изотермдік қоспада орнықты стратификация кезіндегі пайда болатын қозғалыстарда да байқалады [4]. Көпкомпонентті газ қоспаларында «диффузия - конвекция» режимдерін өзгерту механизмін анықтауға байланысты мәселелерді шешу, конвективті режимнің пайда болуын анықтайтын параметрлер конвективті массаалмасу мәселелері үшін маңызды. Диффузиялық араласу кезінде конвективті ағындардың пайда болу себептерін неғұрлым егжей-тегжейлі қарастыру үшін ағын компонентінің концентрациясының таралуы мен жылдамдығы сияқты сипаттамаларын зерттеу қажет.

Бұл жұмыста вертикальды каналдағы үш компонентті газ қоспаларындағы диффузиялық араласуды зерттеу нәтижелері келтірілген және әртүрлі араласу уақыттарындағы каналдағы компоненттер концентрациясының таралуы мен жылдамдықтары талданған.

### Математикалық модель

Изотермдік үшкомпонентті газ қоспасының конвективті араласуы гидродинамикалық теңдеулердің жалпы жүйесі арқылы сипатталады, оған Буссинесктің жуықтауы арқылы жазылған Навье-Стокс, қоспаның бөлшектері мен компоненттерінің сақталуы теңдеулері жатады.

Газ қоспасы үшін болатын тәуелсіз диффузия жағдайын ескере отырып;  $\sum_{i=1}^3 \vec{j}_i = 0$ ,  $\sum_{i=1}^3 c_i = 1$ , бұл теңдеулер жүйесі келесі түрге ие [5-7]:

$$\rho \left[ \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \nabla \vec{u}) \right] = -\nabla p + \eta \nabla^2 \vec{u} + \left( \frac{\eta}{3} + \xi \right) \nabla \operatorname{div} \vec{u} + \rho \vec{g},$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \operatorname{div}(n \vec{v}) = 0, \quad \frac{\partial c_i}{\partial t} + \vec{v} \nabla c_i = -\operatorname{div} \vec{j}_i,$$

$$\vec{j}_1 = -(D_{11}^* \nabla c_1 + D_{12}^* \nabla c_2),$$

$$\vec{j}_2 = -(D_{21}^* \nabla c_1 + D_{22}^* \nabla c_2).$$
(1)

Мұнда  $\vec{u}$  - орташа массаның жылдамдығының векторы;  $\vec{u}$  - орташа жылдамдық векторы;  $\rho$  - тығыздық;  $p$  - қысым;  $\eta$  және  $\xi$  - ығысу және көлемдік тұтқырлық коэффициенттері;  $\vec{g}$  - еркін түсу үдеуінің векторы;  $n$  - сандық тығыздық;  $t$  уақыт;  $c_i$  -  $i$  құраушысының концентрациясы;  $\vec{j}_i$  -  $i$  құраушысының диффузиялық ағын тығыздығының векторы;  $D_{ij}^*$  - практикалық диффузия коэффициенттері.

$$D_{11}^* = \frac{D_{13}[c_1 D_{32} + (c_2 + c_3) D_{12}]}{D}, \quad D_{12}^* = -\frac{c_1 D_{23}(D_{12} - D_{13})}{D},$$

$$D_{22}^* = \frac{D_{23}[c_2 D_{13} + (c_1 + c_3) D_{12}]}{D}, \quad D_{21}^* = -\frac{c_2 D_{13}(D_{12} - D_{23})}{D},$$

$$D = c_1 D_{23} + c_2 D_{13} + c_3 D_{12}.$$

$\mathbf{j}$ ;  $\mathbf{u}$  мен  $\mathbf{v}$  арасындағы байланыс мына қатынаспен анықталады

$$\vec{v} = \sum \vec{j}_i / c_0 \quad \vec{u} = \sum m_i \vec{j}_i / \rho$$

мұндағы  $m_i$  -  $i$ -ші компоненттің молекулалық салмағы,

$$\rho = \sum m_i c_i, \quad c_0 = \sum_{i=1}^n c_i$$

(1) теңдеулер жүйесін ортаның күй теңдеуімен толықтырылса

$$\rho = \rho(c_1, c_2, p) \quad T = \text{const} \quad (2)$$

(1), (2) аз ұйытқуларды қолдана отырып жеңілдетсек [8, 9], онда  $i$  компонентінің концентрациясы  $c_i$  мен  $p$  қысымының санақ басы ретінде қабылданған тұрақты орташа мәндерінің суперпозициясы ретінде ұсынылуы мүмкін. Санау және кіші ауытқулар  $c_i'$ ,  $p'$  келесідей:

$$c_i = \langle c_i \rangle + c_i', \quad p = \langle p \rangle + p'$$

$c_i'$ ,  $p'$  ұйытқулары аз және  $\rho'$  тығыздығының  $\rho_0 = \rho(\langle c_i \rangle, \langle p \rangle)$  орташа мәнінен ауытқуы  $\rho_0$ , -мен салыстырғанда аз, сонымен қатар жылдамдықтардың ұйытқу мәндерінің айырмашылықтары шамалы [10], (1) теңдеулер жүйесін келесі түрдегі ұйытқу теңдеулеріне келтіруге болады (штрихтар алынып тасталды).

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \nabla) \mathbf{u} &= -\frac{1}{\rho_0} \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{u} + g(\beta_1 c_1 + \beta_2 c_2) \vec{\gamma} \\ \frac{\partial c_1}{\partial t} + \mathbf{u} \nabla c_1 &= D_{11}^* \nabla^2 c_1 + D_{12}^* \nabla^2 c_2 \\ \frac{\partial c_2}{\partial t} + \mathbf{u} \nabla c_2 &= D_{21}^* \nabla^2 c_1 + D_{22}^* \nabla^2 c_2 \\ \text{div} \mathbf{u} &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

(3) теңдеулер жүйесіндегі  $\nu = \eta / \rho$  - қоспаның кинематикалық тұтқырлығы,  $\beta_i$  - жылулық ұлғаю коэффициентінің изотерімдік аналогы,  $\vec{\gamma}$  - бірлік вектор.

Берілген масштаб бірліктеріне қатысты (3) теңдеулер жүйесін өлшемсіз түрге келтіреміз:

$$\begin{aligned} x_1^* = \frac{x}{H}, \quad x_2^* = \frac{z}{H}, \quad \tau = \frac{tv}{H^2}, \quad u_1^* = \frac{uH}{D_{22}^*}, \quad u_2^* = \frac{wH}{D_{22}^*} \end{aligned}$$

ұзындықты - , уақытты - , жылдамдықты - , қысымды -

$$p^* = p \frac{H^2}{\rho_0 \nu D_{22}^*}, \quad c_1^* = \frac{c_1}{A_1 H}, \quad c_2^* = \frac{c_2}{A_2 H}$$

$i$  -ші компоненттің концентрациясын . Өлшемсіз түрге келген теңдеулер жүйесі келесі түрде болады (бұдан әрі «\*» белгісі алынып тасталады):

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_1}{\partial \tau} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial u_1}{\partial x_2} &= -\frac{\partial p}{\partial x_1} + \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} \\ \frac{\partial u_2}{\partial \tau} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial u_2}{\partial x_1} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial u_2}{\partial x_2} &= -\frac{\partial p}{\partial x_1} + \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} + R_1 c_1 + R_2 c_2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \frac{\partial c_1}{\partial \tau} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial c_1}{\partial x_1} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial c_1}{\partial x_2} &= \frac{1}{P_{11}} \frac{\partial^2 c_1}{\partial x_1^2} + \frac{1}{P_{11}} \frac{\partial^2 c_1}{\partial x_2^2} + \frac{1}{P_{12}} \frac{\partial^2 c_2}{\partial x_1^2} + \frac{1}{P_{12}} \frac{\partial^2 c_2}{\partial x_2^2} \\ \frac{\partial c_2}{\partial \tau} + \frac{1}{P_{22}} u_1 \frac{\partial c_2}{\partial x_1} + \frac{1}{P_{22}} u_2 \frac{\partial c_2}{\partial x_2} &= \frac{1}{P_{21}} \frac{\partial^2 c_1}{\partial x_1^2} + \frac{1}{P_{21}} \frac{\partial^2 c_1}{\partial x_2^2} + \frac{1}{P_{22}} \frac{\partial^2 c_2}{\partial x_1^2} + \frac{1}{P_{22}} \frac{\partial^2 c_2}{\partial x_2^2} \\ \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2} &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Ұқастық критерийінің параметрлері:  $P_{ii} = \frac{\nu}{D_{ii}^*}$  - диффузиялық Прандтль саны,  $R_1 = \frac{g\beta_1 A_1 H^4}{D_{22}^* \nu}$ ,  $R_2 = \frac{g\beta_2 A_2 H^4}{D_{22}^* \nu}$  - парциалды Рэлей саны,  $A_1 = c_1/d$ ,  $A_2 = c_2/d$ .

Тәжірибелік мәліметтерден [10] көріп отырғанымыздай, араласу цилиндрлік каналда жүзеге асырылады. Тығыздығы ауыр және жеңіл бинарлы қоспа компоненттері каналдың жоғарғы бөлігінде, ал орташа тығыздықтағы газ каналдың төменгі бөлігінде орналасады.

Есепті жеңілдету үшін  $(x, y)$  декарттық координаталар жүйесінде цилиндрлік қиманың  $H \times d$  екі өлшемді аймағы қарастырылады, мұндағы  $H$  - цилиндрлік канал биіктігінің ұзындығы, ал  $d = 2r$  - диаметр. Конвекцияның басталуы мен дамуын сипаттайтын изоконцентрация сызықтарын тіркеу үшін екі өлшемді аймақтың қалған бөлігін ескермей компоненттердің диффузиясы пайда болатын осы аймақтың бөлігін ( $H/d \gg 1$ ) қарастыру жеткілікті болады.

(3) теңдеулер жүйесін сандық шешу үшін физикалық параметрлерді бөліну схемасы қолданылады. Кеңістіктік туындылар  $64 \times 64$  түйіні бар біркелкі тікбұрышты торда жуықталған. Уақыт туындылары бірінші ретті айырмашылықтармен жуықталады.

Бірінші кезеңде қозғалыс мөлшерінің тасымалы тек конвекция және диффузия арқылы жүзеге асырылады.

Аралық жылдамдық өрісі айқын Адамс-Бэшфорт схемасын пайдаланып үш нүктелі қуалау әдісі негізінде және конвективтік және диффузиялық мүшелер үшін сәйкесінше кеңістік бойынша екінші ретті дәлдік арқылы табылатын Кранк-Николсон айқын емес схемасын қолдана отырып табылады [9]:

$$\frac{\bar{u}^{n+1} - \bar{u}^n}{\tau} = -\bar{u}^n \nabla \bar{u}^n + Ra \bar{C}_1 + \frac{1}{Pr_{11}} Ra \bar{C}_1 + \frac{1}{Pr_{12}} \bar{C}_2 \quad (5)$$

Екінші кезеңде табылған аралық жылдамдық өрісі бойынша Фурье әдісі арқылы қысым өрісі табылады [11]:

$$\Delta p = \frac{\nabla \bar{u}}{\tau} \quad (6)$$

Үшінші кезеңде тасымалдау жылдамдықтың соңғы өрісі қайта есептелетін қысым градиенті есебінен ғана жүзеге асырылады деп есептеледі:

$$\frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2} = \frac{1}{\tau} \left( \frac{\partial^2 p}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial x_2^2} \right) \quad (7)$$

Төртінші кезеңде табылған жылдамдық өрістерін ескере отырып, Адамс-Башфорт схемасы бойынша бес нүктелі қуалау әдісі негізінде қоспаның компоненттерінің концентрациясы есептеледі.

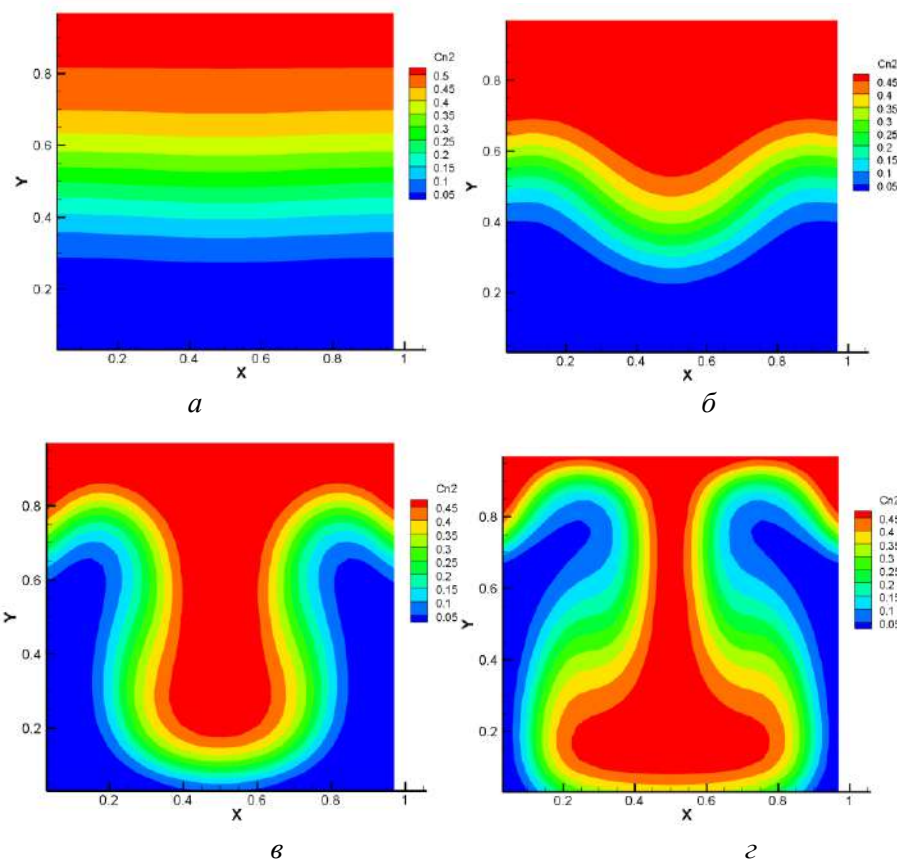
$$\frac{\bar{C}_1^{n+1} - \bar{C}_1^n}{\tau} = -\left( \bar{u}^n \nabla \right) \bar{C}_1^n + A \bar{C}_1^n - \frac{1}{Pr_{11}} \bar{C}_1^n + \frac{1}{Pr_{12}} \bar{C}_2^n \quad (8)$$

$$\frac{\bar{C}_2^{n+1} - \bar{C}_2^n}{\tau} = -(\bar{u} \bar{C}_2 \nabla) \bar{C}_2^* + A \frac{I}{Pr_{21}} - \frac{I}{Pr_{22}} \quad (9)$$

### Сандық модельдеу нәтижелері

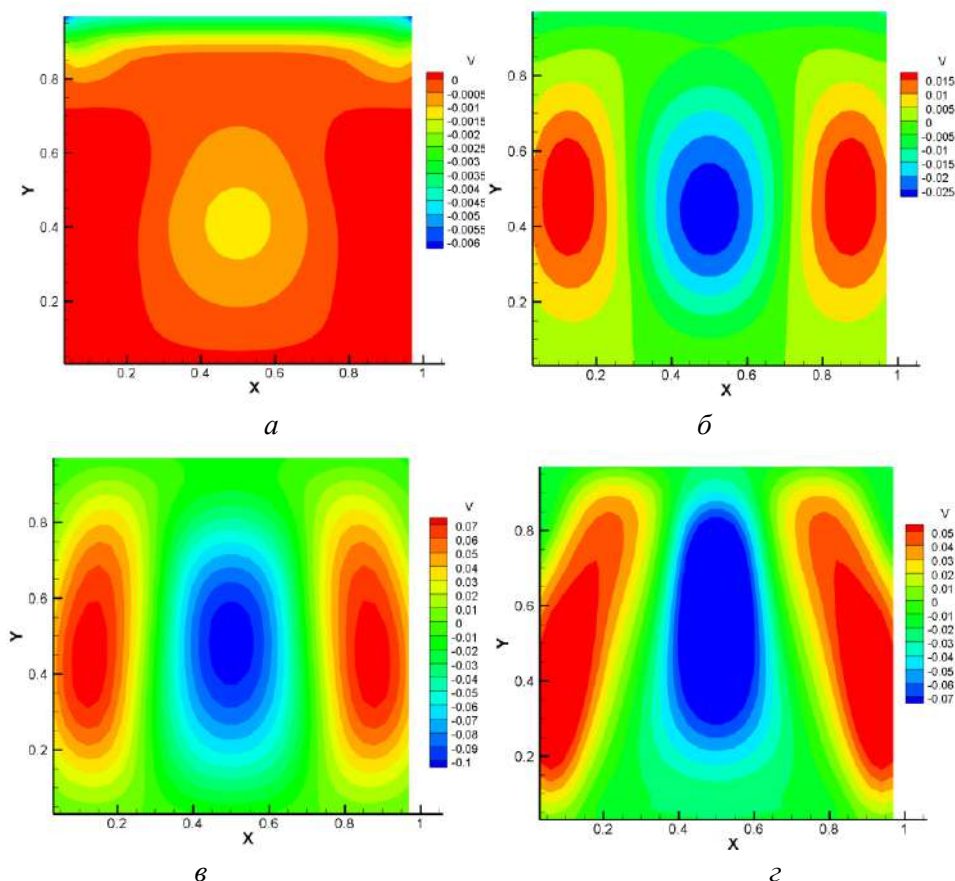
1 (а-г) – суретте әртүрлі уақыт мезетінде және  $p=0,5-2,0$  МПа қысым интервалында  $0,5He + 0,5Ar - CH_4$  жүйесі үшін диффузия мен конвективті араластыруды сипаттайтын сандық нәтижелер көрсетілген.

Сандық зерттеу нәтижелерін талдау барысында  $p=1,0$  МПа қысым кезінде изоконцентрация сызықтарының бейнесі қисық болатынын көрсетеді. Қысымның одан әрі артуы аргон концентрациясы сызықтарының қисаюына әкеледі, олар уақыт бойынша айтарлықтай сызықты емес болады. Уақыт өте келе конвективті құрылымдық түзілімдерге жағдайлар жасалады және диффузиялық режимнен конвективтіге ауысу жүреді. Режимдердің өзгеру уақыты бірнеше секунд, бұл [10] келтірілген нәтижелерге сәйкес келеді.



Сурет 1. Аргон концентрациясының уақыт бойынша өзгеру динамикасы  $T = 298,0$  К,  $t=19,26$  с,  $L = 165 \cdot 10^{-3}$  м,  $r = 3 \cdot 10^{-3}$  м: а)  $p = 0,5$  МПа; б)  $p = 1,0$  МПа; в)  $p = 1,5$  МПа; з)  $p = 2,0$  МПа

2-суретте есептеу нәтижелері көрсеткендей, бастапқы кезеңде аз жылдамдықпен ағындар пайда болады. Содан кейін неғұрлым қарқынды ағыстардың дамуы изоконцентрация сызықтарының айтарлықтай қисаюына және тасымалдау жылдамдығының жоғарылауына әкеледі.



Сурет 2.  $0,5\text{He}+0,5\text{Ar}-\text{CH}_4$  жүйесіндегі жылдамдықтың үлестірілуі,  $T = 298,0 \text{ K}$ ,  $t=19,26\text{c}$ ,  
 $L = 165 \cdot 10^{-3}\text{м}$ ,  $r = 3 \cdot 10^{-3}\text{м}$ : а)  $p=0,5\text{МПа}$ ; б)  $p= 1,0\text{МПа}$ ; в)  $p= 1,5\text{МПа}$ ; г)  $p= 2,0\text{МПа}$

Зерттеліп отырған жүйедегі қоспаның механикалық тепе-теңдігінің бұзылу уақыты ондаған секундты құрайды, оны [10] -де келтірілген тәжірибелік мәліметтермен салыстыруға болады. Содан кейін конвективті ағыстардың қарқынды дамуы байқалады. Конвективті ағындар ауқымды құрылым түрінде жүзеге асырылады.

Сонымен, есептеу нәтижелері көрсеткендей, қолданылған модель мен есептеу әдісі «диффузия - концентрация конвекциясы» режимдерінің өзгеру параметрлерін анықтауға, изотермиялық үшкомпонентті газ қоспалары үшін конвективті тұрақсыздық режиміндегі концентрация өрістері туралы сенімді мәліметтерді алуға мүмкіндік береді.

Жұмыс ҚР ғылым және білім Министрлігінің ғылым Комитетінің №AP08955418 «Компоненттердің диффузия коэффициенттері айырмашылығы есебінен вертикаль каналда пайда болатын төрт компонентті газ қоспаларындағы массатасымалдау ерекшеліктерін сандық зерттеу» жобасы аясында жасалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Taylor R., Krishna R. Multicomponent mass transfer. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 1993. – 616 p.
- 2 Kaminskii V.A., Obvintseva N. Yu. Evaporation Regimes of Binary Solutions // Theor. Found. Chem. Engin. – 2007. – Vol. 41. – P. 512-518.
- 3 Джозеф Д. Устойчивость движений жидкости. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 639 с.
- 4 Kosov V.N., Seleznev V.D., Zhavrin Yu.I. Separation of Components during Isothermal Mixing of Ternary Gas Systems under Free Convection Conditions // Tech. Phys. – 1997. – Vol. 42. – P. 1236-1237.
- 5 Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Fedorenko O. V., Akzholova A. A. Some Features of the Multicomponent Gas Transfer in the Convective Instability of Gas Mixture // Theor. Found. Chem. Engin. – 2016. – Vol. 50. – P. 171-177.
- 6 Kosov V.N., Fedorenko O.V., Zhavrin Yu.I., Mukamedenkyzy V. Instability of mechanical equilibrium during diffusion in a three-component gas mixture in a vertical cylinder with a circular cross section // Tech. Phys. – 2014. – Vol. 59. – P. 482-486.

7 Dil'man V.V., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. *Instability in unsteady-state evaporation of binary solutions into an inert gas // Theor. Found. Chem. Engin.* – 2005. – Vol. 39. – P. 566-572.

8 Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. *Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости.* – М.: Наука, 1972. – 392 с.

9 Abdibekova A.U., Zhakebayev D.B., Zhumagulov B.T. *The Decay of MHD Turbulence Depending on the Conducting Properties of Environment // Magnetohydrodynamics.* – 2014. – Vol. 50, No. 2, – P. 121-138.

10 Косов В.Н., Селезнев В.Д. *Аномальное возникновение свободной гравитационной конвекции и изотермических тройных газовых смесях.* – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 149 с.

11 Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. *Численный анализ конвективных движений, возникающих при изотермической диффузии в вертикальных каналах в трехкомпонентных газовых смесях // Известия НАН РК.* – 2017. – Т. 315, Выпуск 5. – С. 134-142.

#### References

1. Taylor R., Krishna R. (1993) *Multicomponent mass transfer.* – New York: John Wiley & Sons, Inc., 616

2. Kaminskii V.A., Obvintseva N. Yu. (2007). *Evaporation Regimes of Binary Solutions // Theor. Found. Chem. Engin.* – Vol. 41. – P. 512-518.

3. Dzhozef D. (1981) *Ustojchivost' dvizhenij zhidkosti. Per. s angl.[Stability of fluid movements.]* М.: Mir., 639 (In Russian)

4. Kosov V.N., Seleznev V.D., Zhavrin Yu.I. (1997) *Separation of Components during Isothermal Mixing of Ternary Gas Systems under Free Convection Conditions // Tech. Phys.* Vol. 42. – P. 1236-1237.

5. Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Fedorenko O. V., Akzholova A. A. (2016) *Some Features of the Multicomponent Gas Transfer in the Convective Instability of Gas Mixture // Theor. Found. Chem. Engin.* Vol. 50. P. 171-177.

6. Kosov V.N., Fedorenko O.V., Zhavrin Yu.I., Mukamedenkyzy V. (2014) *Instability of mechanical equilibrium during diffusion in a three-component gas mixture in a vertical cylinder with a circular cross section // Tech. Phys.* – Vol. 59. – P. 482-486.

7. Dil'man V.V., Lipatov D.A., Lotkhov V.A., Kaminskii V.A. (2005) *Instability in unsteady-state evaporation of binary solutions into an inert gas // Theor. Found. Chem. Engin.* – Vol. 39. – P. 566-572.

8. Gershuni G.Z., Zhuhovickij E.M. (1972). *Konvektivnaja ustojchivost' neshzhimaemoj zhidkosti. [Convective stability of an incompressible fluid]–* М.: Nauka, 392. (In Russian)

9. Abdibekova A.U., Zhakebayev D.B., Zhumagulov B.T. (2014) *The Decay of MHD Turbulence Depending on the Conducting Properties of Environment // Magnetohydrodynamics.* – Vol. 50, No. 2, – P. 121-138.

10. Kosov V.N., Seleznev V.D. (2004) *Anomal'noe vzniknovenie svobodnoj gravitacionnoj konvekcii i izotermicheskikh trojnyh gazovyh smesjah [Abnormal occurrence of free gravitational convection and isothermal ternary gas mixtures].* Ekaterinburg: UrO RAN, 149 (In Russian)

11. Kosov V.N., Zhakebaev D.B., Fedorenko O.V. (2017) *Chislennyj analiz konvektivnyh dvizhenij, vznikajushhih pri izotermicheskoj diffuzii v vertikal'nyh kanalakh v trehkomponentnyh gazovyh smesjah [ Numerical analysis of convective motions arising from isothermal diffusion in vertical channels in three -component gas mixtures] // Izvestija NAN RK.* T. 315, Vypusk 5. 134-142. (In Russian)

МРНТИ 29.01.45  
УДК 621.1.016.4:662.61

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.16>

М. Құлбек<sup>1</sup>, Э. Джаксигельдинова<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
\*e-mail: [dzhaksigeldinova@mail.ru](mailto:dzhaksigeldinova@mail.ru)

## ПІШІНДЕРІ КҮРДЕЛІ КЕУЕК ҮЛГІЛЕРДІҢ КӨЛЕМІ МЕН ТЫҒЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАП ЗЕРТТЕУ

*Аңдатпа*

Өнеркәсіптің көптеген салаларында, мысалы химия, металлургия, энергетика, жеңіл, тамақ т.б. сияқты өндіріс орындарында құрылымы керек сан-алуан материалдар кеңінен қолданылады. Сондықтан олардың құрылымын, физика-техникалық қасиеттерін жан-жақты зерттеулердің ғылыми-практикалық мәні өте зор.

Мақалада пішіні күрделі кеуек материалдардың үлгілердің көлемі мен тығыздығын жаңа тәжірибелік әдіспен зерттеу мәселелері баяндалған. Өзіне су сіңірмейтін өте тығыз кеуексіз үлгілердің пішіндері қандай күрделі болмасын олардың көлемін Архимед заңына сүйеніп еш қиындықсыз анықтауға болады. Ал пішіні күрделі кеуек үлгілердің көлемін бұл заңды пайдаланып тікелей анықтай алмаймыз. Мақалада осындай кеуек үлгілердің көлемі мен тығыздығын анықтап, зерттеудің тәжірибелік әдіс-тәсілдері келтірілген. Ұсынылған әдісті қолданып жүргізілген тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері баяндалып талданған.

**Түйін сөздер:** Үлгілер; кеуек; пішіні; күрделі; көлем; тығыздық; үдеріс; тәжірибе; сусіңіргіштік.

*Аннотация*

М.К. Кулбек<sup>1</sup>, Э. Джаксигельдинова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕМА И ПЛОТНОСТИ ПОРИСТЫХ ОБРАЗЦОВ  
СЛОЖНОЙ ФОРМЫ**

В различных отраслях промышленности, например в химической, металлургической, энергетической, легкой, пищевой и др. широко используются различные пористые материалы. Поэтому всестороннее исследование их структуры и физико-технических свойств имеет важное научно-технологическое значение.

В статье изложены результаты определения и изучения объема и плотности пористых материалов-образцов по новому экспериментальному методу. Определение объема и плотности водонепроницаемых образцов любой сложной формы можно легко определить на основе закона Архимеда. Однако, определение объема и плотности пористых впитывающих образцов сложной формы прямым использованием указанного закона представляется невозможным. В статье приведены новые экспериментальные методы (способы) определения объема и плотности таких пористых образцов сложной формы. Приведены и проанализированы результаты экспериментальных работ, проведенных с использованием предложенных новых методов.

**Ключевые слова:** Образцы; пористый; форма; сложный; объем; плотность; процесс; эксперимент; водопоглощение.

*Abstract*

## DETERMINATION AND STUDY OF THE VOLUME AND DENSITY OF COMPLEX POROUS SAMPLES

Kulbek M.K.<sup>1</sup>, Dzhaksigeldinova E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Various porous materials are widely used in various industries, such as chemical, metallurgical, energy, light, food, etc. Therefore, a comprehensive study of their structure and physical and technical properties is of great scientific and technological importance. The article presents the results of determining and studying the volume and density of porous sample materials using a new experimental method. The determination of the volume and density of waterproof samples of any complex shape can be easily determined on the basis of Archimedes' law. However, it is impossible to determine the volume and density of porous water-absorbing samples of complex shape directly using this law.

The article presents new experimental methods (methods) for determining the volume and density of such porous samples of complex shape. The results of experimental work carried out using the proposed new methods are presented and analyzed.

**Keywords:** Samples; porous; shape; complex; volume; density; process; experiment; water absorption.

Өнеркәсіптің сан-алуан салаларында, техника мен технологияда құрылымдары, пішіндері мен көлемдері әр түрлі материалдар (үлгілер) кеңінен қолданыс табуда. Қолданыстағы көптеген қатты заттардың пішіндері күрделі болып, құрылымы жағынан кеуек болып келеді [1-2].

Егер мұндай қатты заттар өте тығыз болып, яғни кеуексіз болса, олардың пішіндері қаншалықты күрделі болса да көлемі мен тығыздықтарын анықтаудың еш қиындығы болмайды. Бұл мақсатты белгілі Архимед заңын қолдану арқылы оңай жүзеге асыруға болады. Бұл жағдайда үлгілерді тығыздықтары олардікінен аз болып келетін кез-келген сұйыққа батыру кезінде ығысып шыққан сұйық көлемнің батырылған дене көлеміне тең болатындығын негізге аламыз. Ал егер, үлгілер құрылымы жағынан кеуек болып өзіне батырылған сұйықты сіңіретін болса, онда мәселе біршама қиындайды.

Ғылыми мақалада осындай пішіні өте күрделі кеуек заттардан жасалған үлгілердің көлемі мен тығыздығын анықтау әдістері мен зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу нысаны ретінде пішіні күрделі кеуек үлгілер қарастырылған. Сұйық ретінде тығыздығы кеуек үлгілердікінен аз кез келген затты алуға болады, мысалы су, май, т.б. Бірақ бұл жағдайда үлгілер өзіне батырылған сұйықты сіңіретіндіктен Архимед заңын тікелей қолдана алмаймыз. Әуелі кеуек үлгілерді сұйыққа батырып оны толық қанықтырып алу қажет болады.

Бұл мақсат үшін жаңадан ойлап табылған тәжірибелік әдісті қолданған тиімді [5,6]. Бұл тәжірибелік экспресс әдісті жүзеге асырудың техникасы қысқаша былай. Зерттеу нысаны ретінде алынған кеуек үлгінің әуелі электронды таразының көмегімен массасын өлшеп аламыз. Ал кеуек үлгінің пішіні өте күрделі болғандықтан, әрине оның көлемін тікелей өлшеп анықтай алмаймыз. Бұл мақсатқа жетуге аталған әдіспен жүргізілетін тәжірибе нәтижелері мүмкіндік береді.

Зерттелетін үлгі көлемдік өлшем бірліктері бар шыны ыдысқа, мысалы цилиндрлік мензуркадағы суға батырылады. Үлгіні суға батыру алдында оның мензуркадағы бастапқы көлемі (деңгейі) өлшеніп алынады. Бұл тәжірибені жүргізу барысында тағы бір жағдайды ескеруге тура келеді. Көптеген жеңіл кеуек материалдардың тығыздықтары сұйықтардікінен де аз болатын жағдайлар жиі кездеседі. Бұл жағдайда олардың суға батуын өзіне сұйық сіңірмейтін кеуексіз өте тығыз заттардан жасалған қосымша жүк көмегімен жүзеге асыруға болады. Мұндай тәжірибелер кезінде зерттелетін кеуек үлгінің сұйыққа батуын қамтамасыз ететін көлемі ықшам қосымша жүкті таңдап алудың физикалық шарттары алдыңғы жарияланған мақаламызда жан-жақты баяндалған болатын [7].

Енді тәжірибені жүргізу барысына оралайық. Үлгіні суға батырған сәттен бастап, оның мензуркадағы көлемінің өзгерісі бақыланып отырады. Тәжірибе мензуркадағы су көлемінің азайуы толық тоқтағанша жүргізіле береді. Ал ыдыс ішіндегі су көлемінің (деңгейінің) өзгермей тоқтап қалуы кеуек үлгінің өзіне сұйықты толық сіңіріп қаныққандығын білдіреді. Жүргізілген тәжірибе нәтижесінде алынған мәліметтер алдымызға қойған негізгі мақсатқа жол ашумен қатар, кеуек үлгісінің сусіңіргіштік қасиеттерін анықтауға да мүмкіндік береді.

Бұл жағдайда тығыздықтары судікінен жоғары, яғни оған өздігінен бататын үлгілердің көлемдік сусіңіргіштік коэффициентін ( $B_v$ ) мынадай өрнекпен анықтаймыз [5]:

$$B_v = \frac{V_v - (V_c - V_6)}{V_v} 100\%, \quad (1)$$

Мұндағы  $V_v$ -үлгінің көлемі,  $V_c$ - тәжірибе соңындағы мензуркадағы су көлемі,  $V_6$ - мензуркадағы судың бастапқы, яғни үлгі батырылмай тұрған сәттегі көлемі.

Осы нәтижелерді пайдаланып кеуек үлгінің массалық сусіңіргіштік коэффициентін ( $B_m$ ) мына өрнекпен анықтауға болады:

$$B_m = \frac{\rho_c [V_v - (V_c - V_6)]}{m_v} 100\%, \quad (2)$$

мұндағы  $m_v$  – үлгінің бастапқы құрғақ, яғни суға батырар алдындағы массасы,  $\rho_c$  – сұйықтық, бұл жағдайда судың тығыздығы. Ал тығыздықтары сұйықтыкінен аз болып, оған өздігінен батпайтын өте жеңіл үлгілер үшін, яғни қосымша жүк пайдаланған жағдайларда бұл өрнектер былай жазылады [7].

$$B_v = \frac{(V_v + V_{ж}) - (V_c - V_6)}{V_v} 100\%, \quad (3)$$

мұндағы  $V_{ж}$  – үлгіні сұйыққа батыру үшін оған ілінген қосымша жүк көлемі.



$$B_m = \frac{\rho_c[(V_v+V_{ж})-(V_c-V_6)]}{m_v} 100\% \quad (4)$$

Үлгінің массалық сусіңіргіштік коэффициентін мына өрнекпен де анықтауға болады

$$B_m = \frac{m_k - m_v}{m_v} 100\%, \quad (5)$$

мұндағы  $m_k$ - суға қаныққан үлгінің массасы.

Бұл жағдайда  $m_v$  мен  $m_k$  мәндерін электронды таразының көмегімен өлшеп алу қажет.

Енді осындай тәсілмен суға (сұйыққа) толық қанықтырылған пішіні күрделі үлгінің көлемін анықтау мақсатында тәжірибені қайталаймыз. Бұл жолы алдын ала қанықтырылған үлгі өзіне суды сіңірмейтіндіктен Архимед заңын қолдану арқылы оның батырылуы кезінде ығысып шыққан су көлемі арқылы оның пішіні қаншалықты күрделі болса да, көлемін дәл анықтауға мүмкіндік туады. Үлгінің көлемін білгеннен кейін, тәжірибе алдында құрғақ күйінде өлшеніп алынған массасын пайдаланып оның тығыздығын анықтаймыз.

Енді жоғарыда келтірілген әдістерді іс жүзінде пайдаланып тәжірибелер жүргізу арқылы пішіні күрделі кеук үлгілердің көлемі мен тығыздығын анықтауға нақты мысалдар келтірейік.

Тәжірибелік жұмыстарды жүргізу барысында зерттеу нысаны ретінде каолинитті полиминералды табиғи лай шикізатынан пластикалық тәсілмен дайындалған цилиндрлік үлгілер алынды. Керамикалық үлгілерді дайындау технологиясы қысқаша былай болады.

Алдын ала кептіріліп құрғатылған лай топырағы майдаланып 20-22% шамасында су қосылып араластырылғаннан кейін, эксикатор ыдысына салынып қымталған жағдайда 1-2 тәулік бойы бөктіріледі. Осындай ылғалдылығы бірыңғай құрылымға ие болып иі қанған лай қоспасынан цилиндрлік металл қалыпта механикалық престің көмегімен үлгілер дайындалады.

Қалыптан шыққан цилиндрлік үлгілердің бастапқы өлшемдері мынадай болды:  $d=50$ мм,  $h=100$ мм, ал көлемдері  $V_6=196,25$  см<sup>3</sup>. Бұл үлгілер алғашында бөлме жағдайында біраз дегтіліп, сонан соң СНОЛ типті электр шкафында 110<sup>0</sup>С температура жағдайында толық кептіріліп құрғатылды.

Құрғатылған үлгілердің бір бөлігі өз пішінінде қалдырып, ал екіншілеріне ортаңғы бөлігінде концентрлі жағдайда бүкіл биіктігі бойынша диаметрі 15мм болатындай цилиндр пішіндегі саңлау тесіліп салынды. Бұлар зерттеу барысында пішіндері күрделі үлгілер ретінде қолданылды. Ал бүтін күйінде қалдырылған бірінші үлгілер эталон ретінде қолданылды.

Осындай тәсілмен дайындалған құрғақ үлгілер электронды автоматты басқарғыш тетігі бар муфелді электрлік пеште (СНОЛ) жоғарғы температурасы 1000<sup>0</sup>С жағдайында бір сағаттай уақыт бойы қақталып күйдірілді. Күйдірілген үлгілердің бөлме температурасына дейін суытылған кездегі көлемдері мынадай болды: эталон ретінде қабылданған бүтін цилиндрлік үлгілердікі  $V_3=186,15$ см<sup>3</sup>, ал ұсынылған әдіспен жүргізілген тәжірибенің дұрыстығына көз жеткізу мақсатында пішіні күрделендірілген үлгілердің көлемдерін өлшеп есептеп табуға болатын жағдайда жасалғандығын жоғарыда келтірілген мәліметтен байқауға болады. Мұндай үлгілердің күйдірілгеннен кейінгі көлемі мынаған тең болды:  $V_v=169,35$  см<sup>3</sup>. Жоғарыда келтірілген қалыптан жаңа шыққан үлгілер көлемі мен күйдірілгеннен кейінгі көлемін салыстырып қарасақ технологиялық үдерістер кезіндегі жалпы шөгуі 5% шамасында болғанын байқаймыз. Сонымен осылайша дайындалған зерттеу нысандарымен жоғарыда келтірілген әдістерді қолдана отырып бірқатар тәжірибелік жұмыстар жүргізілді.

Тәжірибе алдында пішіні күрделі сынама үлгі ( $m_v$ ) мен эталон-үлгілердің ( $m_3$ ) массалары электронды таразының көмегімен өлшеніп алынды:  $m_v=313$ г;  $m_3=285$ г, ал олардың орташа тығыздығы  $\rho=1,681$ г/см<sup>3</sup> болды. Әуелі тәжірибе эталон үлгімен жасалды. Ол әуелі тәжірибелік әдіске сәйкес суға салынып қанықтырылғаннан кейінгі көлемдік сусіңіргіштік коэффициенті мынаған  $B_v=28\%$ , ал массалық сусіңіргіштік коэффициенті  $B_m=16,65\%$  болды. Осы көрсеткіштерге қарай керамикалық үлгілердің кеуктілік дәрежесін де бағалауға болады. Бұл жерде әрине ашық және жартылай ашық микрокуыстардың көлемі жөнінде айтылып отыр.

Осылайша суға қанықтырылған эталон үлгіні мензуркаға қайта салып ығысып шыққан су көлемі арқылы анықтағанымызда  $V_3=185,40$  см<sup>3</sup> болды. Бұдан эталон үлгінің геометриялық тұрғыдан өлшеніп анықталған көлемінің мәні (186,15см<sup>3</sup>) мен ұсынылған әдіс бойынша жүргізілген тәжірибелік зерттеу нәтижесінде алынған мәнің (185,40см<sup>3</sup>) бір-біріне өте жақын екенін байқауға болады.

Сонымен ұсынылған тәжірибелік әдістің дәлдігіне көз жеткізіп алған соң пішіні күрделі кеук керамикалық үлгілермен тәжірибе тура сондай жағдайда қайталанды. Үлгіні сумен қанықтыру

мақсатында жүргізілген алдыңғы тәжірибе нәтижелері мынадай болды. Пішіні күрделі керамикалық үлгінің көлемдік сусіңіргіштік коэффициенті  $V_v=28,75\%$ , ал массалық сусіңіргіштік коэффициенті  $V_m=17,10\%$  болды.

Бұл көрсеткіштерді алдыңғы құрылымдары мен құрамы, жасау тәсілдері бірдей эталон үлгімен салыстырсақ аздаған шамаға артық екендігін байқауға болады. Бұны пішіні күрделендірілген үлгілердің сыртқы беттік ауданының эталон үлгілерге қарағанда біршама артық болуымен түсіндіруге болады. Әрине бұл жерде тәжірибе жұмыстарын жүргізу барысында жіберілетін қателіктердің де әсерінің бар екені сөзсіз. Осылайша суға қанықтырылып алынған пішіні күрделі керамикалық үлгіні мензуркадағы суға қайтадан салып, Архимед заңына сәйкес оның ығысып шыққан мөлшері бойынша анықталған үлгінің көлемі мынаған тең болды  $V_v=168,14\text{см}^3$ .

Салыстырып қарасақ, үлгінің геометриялық жолмен өлшеу арқылы анықталған көлемнің мәні ( $169,35\text{см}^3$ ) мен тәжірибелік мәнінің ( $168,14\text{см}^3$ ) арасындағы өте аз айырмашылықты байқауға болады.

Сонымен ұсынылып отырған тәжірибелік әдісті пішіндері өте күрделі кеуек үлгілер (денелер) көлемдерін анықтау мақсатында қолдануға толық мүмкіндіктер бар екен – деген қорытындыға келеміз. Мақалада келтірілген нәтижелердің ғылыми-практикалық, ғылыми-әдістемелік мәні мен қатар білім беру саласындағы мәнін де атап өтуге болады.

Бұл алынған нәтижелердің негізінде қарапайым құралдар арқылы жүзеге асыруға болатын физикалық практикумды әзірлеуге болатындығын атап өткен жөн.

#### *Пайдаланған әдебиеттер тізімі:*

- 1 Сайбулатов С.Ж., Сулейменов С.Т., Кулбеков М.К. Золы ТЭС в производстве строительной керамики. Алма-Ата: Казахстан, 1986.-144с., ил.
- 2 Сайбулатов С.Ж., Кулбеков М.К. Способ изготовления стеновых изделий «золкерам» А.С. 675030 СССР. –Б.И., 1979.-№27.-с.85.
- 3 Кулбеков М.К. Способ изготовления керамических декоративных плиток. А.С.1680666 СССР. –Б.И., 1991. - № 36.- с. 102.
- 4 Кулбек М.К. Инновационный патент на изобретение №25555. Название: Способ изготовления керамических отделочно – декоративных плиток. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 17.02.2012г., опубл. бюл.№3 от 15.03.2012.
- 5 Кулбек М.К., Косов В.Н., Хамраев Ш.И., Кулбеков Д.М. Патент РК на полезную модель №2050. Способ определения коэффициента водопоглощения капиллярнопористых твердых тел. - Бюл.№4, 28.02.2017.
- 6 Косов В.Н., Кулбеков Д.М. О новом экспериментальном методе по изучению процессов водопоглощения пористых твердых тел. – Вестник КазНПУ им. Абая, серия “Физико-математические науки”, 2017, №2(58), с. 173-177.
- 7 Кулбек М., Джаксигельдинова Э. Жеңіл кеуек қатты материалдардың сусіңіргіштік қасиеттерін зерттеу. Хабаршы Абай атындағы ҚазҰПУ, «Физика-математика ғылымдары» сериясы № 3(71), 2020 ж. С.110-114.

#### *References*

- 1 Sajbulatov S.Zh., Sulejmenov S.T., Kulbekov M.K. (1986) Zoly TJeS v proizvodstve stroitel'noi keramiki [Ash from thermal power plants in the production of building ceramics]. Alma-Ata: Kazakhstan, 144. (In Russian)
- 2 Sajbulatov S.Zh., Kulbekov M.K. (1979) Sposob izgotovlenija stenovyh izdelij «zolokeram» [Method of making wall products for "zolokers"]. A.S. 675030 SSSR. B.I, №27, 85. (In Russian)
- 3 Kulbekov M.K. (1991) Sposob izgotovlenija keramicheskikh dekorativnyh plitok [A method of making ceramic decorative tiles ]. A.S.1680666 SSSR. –B.I., № 36, 102. (In Russian)
- 4 Kulbek M.K. Innovacionnyj patent na izobretenie №25555. Nazvanie: Sposob izgotovlenija keramicheskikh otdelochno – dekorativnyh plitok. Zaregistrirvano v Gosudarstvennom reestre izobretenij Respubliki Kazahstan [A method of manufacturing ceramic finishing and decorative tiles].17.02.2012g., opubl. bjul.№3 ot 15.03.2012. (In Russian)
- 5 Kulbek M.K., Kosov V.N., Hamraev Sh.I., Kulbekov D.M. Patent RK na poleznuju model' №2050. Sposob opredelenija koeficienta vodopogloshhenija kapilljarnoporistyh tverdyh tel.[ Method for determining the water absorption coefficient of capillary-porous solids]- Bjul.№4, 28.02.2017. (In Russian )
- 6 Kosov V.N., Kulbekov D.M.(2017) O novom jeksperimental'nom metode po izucheniju processov vodopogloshhenija poristyh tverdyh tel[On a new experimental method for studying the processes of water absorption of porous solids]. – Vestnik KazNPU im. Abaja, serija “Fiziko-matematicheskie nauki”, №2(58), 173-177. (In Russian )
- 7 Kulbek M., Dzhaksigel'dinova Je. (2020) Zhenil keuek katty materialdardyn susinirgishtik kasietterin zertteu.[Study of the absorption properties of light porous solids.]. Habarshy Abaj atyndagy KazUPU, «Fizika-matematika gylymdary» serijasy № 3(71), 110-114. (In Kazakh)



З.Г. Уалиев<sup>1\*</sup>, Г. Уалиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан  
\*e-mail: z.ualiyev@mail.ru

## СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ ВЫСОКИХ КЛАССОВ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

### Аннотация

В статье рассматривается модель механизма высокого класса переменной структуры. Несмотря на заметные улучшения возможностей по передаче движения и сил, данные механизмы не применяются широко на практике.

В статье представлен синтезированный механизм высокого класса. Показана структурная схема образования механизма, приводятся результаты синтеза. Показана кинематическая схема механизма, в которой при одном приводе можно создать систему с несколькими рабочими звеньями, обеспечивающими различные технологические операции, что дает возможность на базе одного механизма создавать механизмы-автоматы. В данных исследованиях выполнена разработка методики динамического проектирования механизмов переменной структуры на основе динамического анализа и учета влияния нелинейных факторов на качественную работу машины в целом.

Для исследования движения таких механизмов переменной структуры используется математическое моделирование динамики с разрывными коэффициентами и нелинейными внешними силами.

**Ключевые слова:** механизм переменной структуры, механизм высоких классов, рабочее звено, механическая система, входное звено, привод.

### Аңдатпа

З.Г. Уәлиев<sup>1\*</sup>, Г. Уәлиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## ДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУҒА АРНАЛҒАН ӨЗГЕРІСТІ ҚҰРЫЛЫМНЫҢ ЖОҒАРЫ КЛАСС МЕХАНИЗМДЕРІНІҢ СИНТЕЗІ

Мақалада жоғары деңгейлі айнымалы құрылым механизмiнiң моделi талқыланады. Бұл механизмдер қозғалыс пен қуатты беру қабiлетiнiң айқын жақсаруына қарамастан, iс жүзiнде кеңiнен қолданылмайды.

Мақалада синтезделген жоғары деңгейлi механизм ұсынылған. Механизмнiң түзiлуiнiң блок-схемасы көрсетiлген, синтез нәтижелерi келтiрiлген. Салыстырмалы ықшам кинематикалық схемамен бiр жетектiң көмегiмен әртүрлi технологиялық операцияларды қамтамасыз ететiн бiрнеше жұмыс буындары бар жүйенi құруға болатындығы көрсетiлген, яғни бiр механизм негiзiнде автоматты механизмдер құру мүмкiн болады. Бұл зерттеулерде динамиканы талдауға және тұтастай алғанда машинаның сапасына сызықтық емес факторлардың әсерiн бағалауға негiзделген өзгермелi құрылым механизм динамикалық жобалау әдiстемесiн әзiрлеу жүзеге асырылды.

Осындай өзгермелi құрылым механизмдердiң қозғалысын зерттеу үшiн үзiлiс коэффициенттерi және сызықтық емес сыртқы күштермен динамиканы математикалық модельдеу қолданылады.

**Түйiн сөздер:** өзгермелi құрылым механизмi, жоғары деңгейлi механизм, жұмыс звеносы, механикалық жүйелерi, кiрiс звеносы, жетек.

### Abstract

## SYNTHESIS OF HIGH-CLASS MECHANISMS OF VARIABLE STRUCTURE BASED ON DYNAMIC ANALYSIS

Ualiyev Z.G.<sup>1</sup>, Ualiyev G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

This paper presents the model of a high class variable structure mechanism. These mechanisms have not gained widespread acceptance in practice, despite obvious improvements in the ability to transmit motion and power.

The article presents a synthesized high class mechanism. The block diagram of the formation of the mechanism is shown, the results of synthesis are presented. It is shown that with a relatively compact kinematic scheme, it is possible, with one drive, to create a system with several working links providing various technological operations, that is, on the basis of one mechanism, it becomes possible to create automatic mechanisms. In these studies, the development of a methodology for the dynamic design of the variable structure mechanism based on the analysis of dynamics and

assessment of the influence of nonlinear factors on the quality of the machine as a whole was carried out.

To study the motion of such variable structure mechanism, mathematical modeling of dynamics with discontinuous coefficients and nonlinear external forces is used.

**Keywords:** variable structure mechanism, high class mechanism, working link, mechanical system, input link, drive.

## 1 Введение

В данной работе проводится динамическое проектирование механизмов переменной структуры (МПС), в которых под действием внешних сил и ввиду конструкции передаточных механизмов, самостоятельно меняется структура механизма для достижения требуемых технологических задач. Такие структурные изменения в механизмах позволяют получить совершенно новые технологические эффекты по следующим направлениям:

- синтез механических систем на основе оценки влияния нелинейных факторов и анализа передаточных механизмов на качество работы машинного агрегата.
- исследование динамики механических систем в переходных режимах движения.
- силовая адаптация рабочего органа к переменной технологической нагрузке.
- применение адаптивных приводов в установках горнорудных и металлургических производств и в манипуляционных механизмах робототехнических систем.

## 2 Методология исследования

Вопросы построения математических моделей механических систем и их проектирования, как и динамика механизмов переменной структуры были рассмотрены в работах многих отечественных и зарубежных ученых [1-6]. Механическое движение в механизмах осуществляется вследствие преобразования какого-либо вида энергии в механическую работу. Такое преобразование главным образом осуществляется в двигателе. Так в зависимости от характера преобразуемой энергии различают тепловые, электрические, пневматические и гидравлические двигатели. Преобразование движения, которое осуществляется передаточными механизмами, характеризуется функциями положения

$$\psi_1(\varphi_1), \psi_2(\varphi_2), \dots, \psi_k(\varphi_k), \quad (1)$$

Функция положения на входе рабочего органа имеет вид

$$\theta = \theta(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_k). \quad (2)$$

При пренебрежении деформациями главного вала имеем

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_k.$$

В двигателях скорость выходного звена зависит не только от значения входного параметра  $u$ , но и от нагрузки, которая характеризуется величиной момента силы. Эти свойства определяются механическими характеристиками двигателей, обозначающими зависимости между законами изменения во времени входного параметра  $u(t)$ , обобщенной координаты выходного звена и обобщенной движущей силы. Так при решении задач динамики механических систем мы рассматриваем только те свойства двигателей, которые в основном определяют характер их взаимодействия с другими функциональными частями машины. В этом случае статическая характеристика двигателя может быть представлена в форме

$$M_d = M_c(u, \dot{\varphi}) \quad (3)$$

Дополнительно к кривошипу или ротору прикладываются моменты упругих или инерционных сил. При этом движущий момент двигателя считается заданной функцией угловой скорости. В таких двигателях движущий момент зависит не только от координаты выходного звена, но и от скорости.

Статическая характеристика в этом случае представляется в форме

$$M_d = M_c(u, \varphi, \dot{\varphi}) \quad (4)$$

По данным измерения  $\dot{\varphi}$  и  $M_c$  определяется зависимость

$$\dot{\varphi} = f(M_c, u, \varphi) \quad (5)$$

### 3 Результаты исследования

При статических режимах работы, т.е. когда параметры  $M_c, u, \dot{\varphi}$  изменяются достаточно медленно или являются постоянными по величине, статические характеристики двигателей отражают их свойства. Значение скорости выходного звена зависит не только от значений ее производных по времени, но и от значения нагрузки.

В первом приближении такая зависимость может быть учтена введением в характеристику двигателя первой производной от  $M_d(t)$  по времени, которую называют динамической характеристикой двигателя.

$$\dot{\varphi} = f(u, M_d + \tau \dot{M}_d, \varphi) \quad (6)$$

где  $\tau$  - постоянная времени двигателя, которая определяет способность электродвигателя преобразовывать электрическую энергию в механическую. При учете динамических характеристик двигателя, например характеристика асинхронного электродвигателя вида, уравнение движения механизма решается совместно с этим уравнением [7].

$$\omega_d = \omega_d^0 [1 - \nu_d (M_d + \tau \dot{M}_d)] \quad (7)$$

где  $\nu_d$  – коэффициент крутизны статической характеристики,  $\tau$  – электромагнитная постоянная времени.

В классическом курсе механики машин рассматривается наиболее простая динамическая модель, которая основана на допущении о недеформируемости элементов.

Полученные на основе этой модели результаты условно называют «идеальными». При динамическом анализе механических систем, одной и той же механической системе может соответствовать целый ряд динамических моделей [8,9]. В этом случае, как правило, решается задача определения инерционных сил при заданном движении звеньев.

При этом вторую задачу динамики приходится решать лишь при рассмотрении машинного агрегата в целом, например, в связи с определением неравномерности вращения ведущих звеньев [10].

Анализ такой кинестатической модели дает представление о динамике механизмов, которое может быть достаточным при статическом характере нагружения.

### 4 Дискуссия

Наиболее перспективной, из рассматриваемого класса устройств, представляется конструкция адаптивной, саморегулирующейся передачи на основе зубчатого дифференциального механизма. Саморегулирование, в эксплуатационном режиме, происходит с помощью замкнутого контура, состоящего из зубчатых колес, который накладывает дополнительную связь на движение звеньев механизма.

В работе [11] показано, что эффект силовой адаптации имеет место в идеальной механической системе при отсутствии трения. В этом случае переход системы из одноподвижного в двухподвижное состояние происходит только путем использования инерционных сил. Исследования выполнены на основе положений теории механизмов и машин и законов теоретической механики. Адаптивный привод содержит электродвигатель и адаптивный зубчатый механизм, обладающий свойством самостоятельно, в зависимости от нагрузки, изменять выходную скорость движения. Это свойство адаптации названо саморегулированием. Саморегулирование выполняется только за счет механики и не требует управления.

На рис. 1 показан график изменения тягового момента  $M$  на выходном валу в  $Нм$  в зависимости от частоты его вращения  $n$  в об/мин, который характеризует экспериментальную тяговую характеристику зубчатого адаптивного вариатора. При этом тяговый момент, на выходном валу механизма в эксплуатационном режиме движения, равен переменному моменту сопротивления.

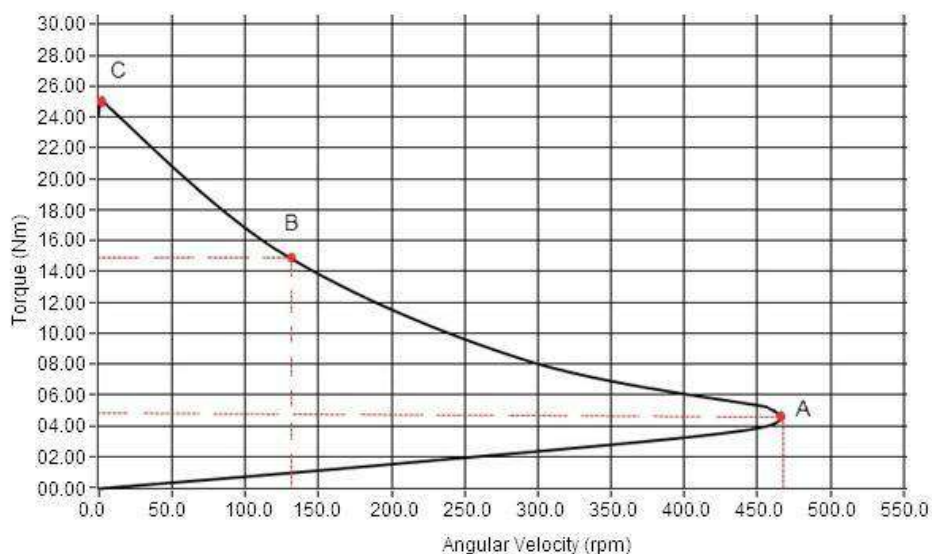


Рисунок 1. Экспериментальная тяговая характеристика зубчатого адаптивного механизма

Влияние крутящего момента на величину угловой скорости: при отсутствии внутренней подвижности в контуре, движение в состоянии с одной степенью свободы –  $OA$ , движение с двумя степенями свободы –  $ABC$  (эксплуатационный режим), промежуточная точка –  $B$ , конец эксплуатационного режима –  $C$  (максимальный момент сопротивления и остановка).

Тяговая характеристика содержит следующие участки.

Кривая  $OA$  – режим пуска (старта) и кривая  $ABC$  – эксплуатационный режим движения. При включении электродвигателя, в режиме пуска, движущий момент быстро изменяется от нуля до номинального значения, которое соответствует мощности электродвигателя.

В режиме пуска (кривая  $OA$ ) механизм движется в состоянии с одной степенью свободы, как одно целое. Относительное внутреннее движение колес внутри замкнутого контура отсутствует. Выходной вал механизма вращается с номинальной скоростью вращения вала электродвигателя. В точке характеристики  $A$  тяговый момент на выходном валу адаптивного механизма равен моменту на валу электродвигателя или входному моменту  $M_{H2} = M_{H1} = 4.80 \text{ Нм}$ .

Эксплуатационный режим движения, кривая  $ABC$ , имеет начало в точке  $A$ , здесь выходной момент сопротивления начинает превышать номинальный тяговый момент  $M_{H2} > M_{H1} = 4.80 \text{ Нм}$ .

Скорость вращения (частота вращения) выходного вала  $n_{H2} = n_{H1} = 460 \text{ об/мин}$  равна частоте вращения входного вала. В этом случае данный механизм переходит в состояние с двумя степенями свободы. Наблюдается силовая адаптация. Происходит самостоятельное изменение частоты вращения выходного вала в обратной зависимости от момента сопротивления. Входная частота вращения и входной момент остаются без изменения и равны соответствующим номинальным значениям параметров электродвигателя.

Адаптивный (саморегулирующий) вибрационный привод представляет собой бесступенчатую, регулируемую зубчатую передачу или замкнутый зубчатый дифференциальный механизм с двумя степенями свободы (рис. 2).

В состав механизма входят стойка  $0$ , входной сателлит  $2$ , входное водило  $H_1$ , блок солнечных колес, центральных зубчатых колес с внешними зубьями ( $1 - 4$ ), блок эпициклических колес, центральных зубчатых колес с внутренними зубьями ( $3 - 6$ ), выходное водило  $H_2$  и выходной сателлит  $5$ . Сателлит  $2$  имеет неуравновешенную массу  $m$ .

Зубчатые колеса  $4-1, 2, 3-6, 5$  образуют замкнутый контур.

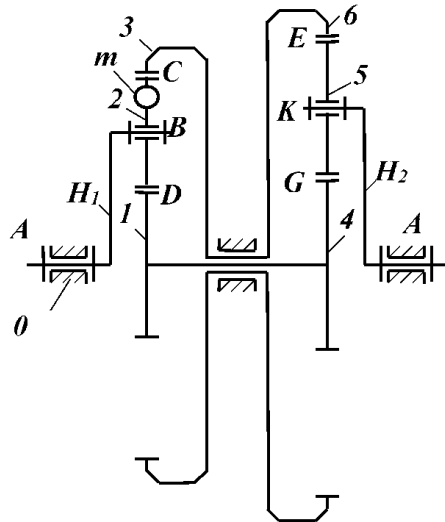


Рисунок 2. Зубчатый адаптивный вибрационный механизм

Благодаря наличию дифференциальной связи внутри замкнутого контура и двух степеней свободы выходное водило  $H_2$  движется вполне определенно со скоростью, обратно пропорциональной выходному моменту сопротивления:

$$\omega_{H_2} = M_{H_1} \omega_{H_1} / M_{H_2}. \quad (8)$$

Уравнение (8) характеризует эффект силовой адаптации выходного звена к переменной нагрузке. Угловые скорости колес, в случае жестких валов, соединяющих колеса 1-4 и 3-6, определяются по формулам [12]:

$$\omega_3 = \frac{\omega_{H_2} (1 - u_{46}^{(H_2)}) - \omega_{H_1} (1 - u_{13}^{(H_1)})}{u_{13}^{(H_1)} - u_{46}^{(H_2)}}, \quad (9)$$

$$\omega_1 = u_{46}^{(H_2)} (\omega_3 - \omega_{H_2}) + \omega_{H_2}, \quad (10)$$

здесь передаточные отношения

$$u_{13}^{(H_1)} = -z_3 / z_1, \quad u_{46}^{(H_2)} = -z_6 / z_4. \quad (11)$$

### Заключение

На данный момент рассматривается вопрос применения адаптивного привода в горнодобывающих отраслях промышленности, в частности, его применения в дробильных устройствах.

При достижении максимального значения переменного сопротивления, адаптивный привод демонстрирует принципиально новое явление. При остановленном рабочем органе, режим движения привода можно назвать стоповым режимом движения. В этот момент электродвигатель будет продолжать движение с прежней скоростью, а подвижная часть модуля остановится. Рабочий режим позволяет преодолеть аварийные ситуации и избежать перегрузки. Выполненный динамический анализ механизмов переменной структуры (МПС) открывает новые возможности для создания адаптивных приводов машин с переменным технологическим сопротивлением.

Список использованной литературы:

- 1 Джолдасбеков У.А. Теория механизмов и машин / У.А. Джолдасбеков. - Алма-Ата.1979. - 260 с.
- 2 Джолдасбеков У.А., Уалиев Г.У., Молдабеков М.М., Тулешов А.К. Моделирование механических систем / У.А. Джолдасбеков, Г.У. Уалиев, М.М. Молдабеков, А.К. Тулешов. - Алма-Ата.1992.- 103 с.
- 3 Бидерман В.Л. Теория механических колебаний: учеб. для вузов / Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. Изд.3, доп. URSS. 2017. - 416 с.
- 4 Антонюк Е.Я. Динамика механизмов переменной структуры / Е.Я. Антонюк Динамика механизмов переменной структуры. Монография. - Киев. Наук. думка. 1988.- 184с.
- 5 Евграфов А.Н. Теория механизмов и машин: учебник / А.Н. Евграфов, М.З. Коловский, Г.Н. Петров. - СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. - 249 с.
- 6 Семенов Ю.А., Семенова Н.С. Теория механизмов и машин в примерах и задачах. Часть 1 : учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 284 с.
- 7 Уалиев Г., Уалиев З.Г. Математическое моделирование динамики механических систем нелинейными характеристиками / Г.У. Уалиев, З.Г. Уалиев. - Алматы, 2007 г., - 332 с.
- 8 Тарабарин В.Б. Коллекция моделей механизмов МГТУ им. Н.Э.Баумана. Историческая часть 1860-1835 / В.Б. Тарабарин. - М.: Первый том, 2019. - 284 с.
- 9 Смелягин А.И. Структура механизмов и машин: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - 308 с.
- 10 Бисембаев К., Өміржанова Ж.М., Уәліев З.Ф. Классикалық механика. Сзықты тербелістер теориясы: оқу құралы / К.Бисембаев, Ж.М.Өміржанова, Уәліев З.Ф. Классикалық механика. Сзықты тербелістер теориясы. - Алматы: Абай атындағы ҚазҰПУ, «Улагат» баспасы, 2019. -284 б
- 11 Ivanov K.S., Ualiev G.U., Ualiev Z.G. Dynamics of adaptive-mechanical CVT (gear variator). 7th International Conference on Optimisation of the Robots and Manipulators (OPTIROB 2013). University Politehnica. Bucharest. Romania. Jun. 2013. Applied Mechanics and Materials.
- 12 Иванов К.С., Ярославцева Е.К. Теория механизмов с двумя степенями свободы. Монография. Lambert Academic Publishing. ISBN: 978-3-659-55393-6. Саарбрюкен. Германия. 2014. 171 стр.

References

1. Dzholdasbekov U.A.(1979) Teorija mehanizmov i mashin [Theory of mechanisms and machines]. Alma-Ata. - 260 (In Russian)
2. Dzholdasbekov U.A., Ualiev G.U., Moldabekov M.M., Tuleshov A.K.(1992) Modelirovanie mehanicheskikh sistem [Modeling mechanical systems]. Alma-Ata. 103 (In Russian)
3. Biderman V.L. (2017) Teorija mehanicheskikh kolebanij: ucheb. dlja vuzov [Mechanical vibration theory]. Izd.3, dop. URSS. 416 . (In Russian)
4. Antonjuk E.Ja. (1988) Dinamika mehanizmov peremennoj struktury [Dynamics of variable structure mechanisms]. Monografija. - Kiev. Nauk. dumka. 184 (In Russian)
5. Evgrafov A.N. (2020) Teorija mehanizmov i mashin: uchebnik [Theory of mechanisms and machines]. SPb.: POLITEH-PRESS,. 249 (In Russian)
6. Semenov Ju.A., Semenova N.S. (2015) Teorija mehanizmov i mashin v primerah i zadachah. [Theory of mechanisms and machines in examples and problems. Part 1] Chast' 1: ucheb. posobie. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta. 284 (In Russian)
7. Ualiev G., Ualiev Z.G.(2007) Matematicheskoe modelirovanie dinamiki mehanicheskikh sistem nelinejnymi harakteristikami [Mathematical modeling of the dynamics of mechanical systems by nonlinear characteristics] / G.U. Ualiev, Z.G. Ualiev. - Almaty, 332 (In Russian)
8. Tarabarin V.B.(2019) Kollekcija modelej mehanizmov [Collection of models of mechanisms] MGTU im. N.Je.Baumana. Istoricheskaja chast' 1860-1835 / V.B. Tarabarin. - M.: Pervyj tom., - 284 (In Russian)
9. Smeljagin A.I.(2002) Struktura mehanizmov i mashin: Uchebnoe posobie.[Structure of mechanisms and machines] - Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 308 (In Russian)
10. Bisembaev K., Өmirzhanova Zh.M., Ualiev Z.F.(2019). Klassikal'nyj mehanika. Syzykty terbelister teorijasy: oqu құралы / K.Bisembaev, Zh.M.Өmirzhanova, Ualiev Z.F. Klassikal'nyj mehanika. Syzykty terbelister teorijasy[Classical mechanics. Theory of linear oscillations: textbook. - Almaty: Abaj atynday QazYPU, «Ulagat» baspasy, -284 (In Kazakh)
11. Ivanov K.S., Ualiev G.U., Ualiev Z.G. Dynamics of adaptive-mechanical CVT (gear variator). 7th International Conference on Optimisation of the Robots and Manipulators (OPTIROB 2013). University Politehnica. Bucharest. Romania. Jun. 2013. Applied Mechanics and Materials.
12. Ivanov K.S., Jaroslavceva E.K. (2014) Teorija mehanizmov s dvumja stepenjami svobody [Theory of mechanisms with two degrees of freedom] Monografija. Lambert Academic Publishing. ISBN: 978-3-659-55393-6. Saarbrjuken. Germanija. 171 str.

МРНТИ 29.15.39  
УДК 539.14

<https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.18>

А.К. Шоканов<sup>1</sup>, Б.Е. Евниев<sup>2</sup>, Е.А. Оспанбеков<sup>1\*</sup>, Ұ.П. Алғазы<sup>1</sup>, С. Жұмақын<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., Қазақстан

\*e-mail: os\_erbol@mail.ru

## «МЕССБАУЭР ЭФФЕКТИСІ» ФИЗИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСЫ

*Аңдатпа*

Бұл мақалада «Мессбауэр эффектісі» физикалық құбылысы, оны қолдану және ғылым үшін практикалық маңызы өзекті болып табылады. Мақалада  $\gamma$ -сәулеленудің резонанстық көріністері, осы әсердің ашылу тарихы және ғалым жүргізген тәжірибелер туралы айтылады. Ядроның ыдырауы, қозған күйдің энергиясы және берілген эффект арқылы энергияны өлшеу туралы ұғымдар қарастырылады.

Мессбауэр эффектісі-ғылымның көптеген салаларында қолданылатын физикалық құбылыс, мысалы: химия, ядролық физика, қатты дене физикасы және т. б. Бұл жұмыс Мессбауэр эффектінің мәнін түсіндіруге және бұл әсердің ашылуы тұтастай ғылым үшін үлкен іргелі және практикалық маңызы бар екенін көрсетуге арналған.

**Түйін сөздер:** резонанстық жұтылу,  $\gamma$ -сәулелену, ядроның ыдырауы, энергия, изотоптар, кристалл, кристаллдық тор, Мессбауэр эффектісі.

*Аннотация*

А.К. Шоканов<sup>1</sup>, Б.Е. Евниев<sup>2</sup>, Е.А. Оспанбеков<sup>1</sup>, Ұ.П. Алғазы<sup>1</sup>, С. Жұмақын<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Кокшетауский университет им. Абая Мырзахметова, г. Кокшетау, Казахстан

## ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ «ЭФФЕКТ МЕССБАУЭРА»

В данной статье актуальностью является физическое явление «эффект Мессбауэра», его применение и практическое значение для науки. В статье речь идет о резонансных поглощениях  $\gamma$ -излучения, история открытия данного эффекта и опыты проведенного ученым. Рассматриваются понятия о распаде ядра, энергия возбужденного состояния и измерение энергии с помощью данного эффекта.

Эффект Мессбауэра – это пример физического явления, которое нашло применение во многих областях науки: химии, ядерной физике, физике твердого тела и т.д. Данная работа призвана объяснить суть эффекта Мессбауэра и показать, что открытие этого эффекта имело большое фундаментальное и практическое значение для науки в целом.

**Ключевые слова:** резонансное поглощение,  $\gamma$ -излучение, распад ядра, энергия, изотопы, кристалл, кристаллическая решетка, эффект Мессбауэра.

*Abstract*

## THE PHYSICAL PHENOMENON OF THE «MÖSSBAUER EFFECT»

Shokanov A. K.<sup>1</sup>, Evniev B. E.<sup>2</sup>, Ospanbekov E. A.<sup>1</sup>, Algazy U.P.<sup>1</sup>, Zhumakyn S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Abay Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

In this article, the relevance is the physical phenomenon of the "Mössbauer effect", its application and practical significance for science. The article deals with resonant absorptions of gamma radiation, the history of the discovery of this effect and the experiments conducted by the scientist. The concepts of the decay of the nucleus, the energy of the excited state, and the measurement of energy using this effect are considered.

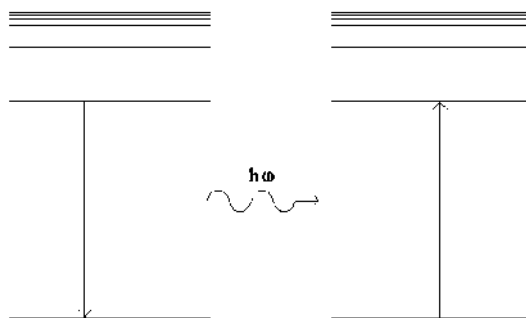
The Mossbauer Effect is an example of a physical phenomenon that has found application in many fields of science: chemistry, nuclear physics, solid-state physics, etc. This work is intended to explain the essence of the Mössbauer effect and to show that the discovery of this effect was of great fundamental and practical importance for science as a whole.

**Keywords:** resonant absorption, gamma radiation, nuclear decay, energy, isotopes, crystal, crystal lattice, Mössbauer effect.

Мессбауэр эффектін сипаттау үшін алдымен бос ядролардың  $\gamma$ -кванттарды шығару және жұтылу құбылысын қарастырылады. Сәулеленудің резонанстық жұтылуы келесі жағдайдан тұрады: егер екі бірдей орта болса, олардың біреуі тербеліс қозғалысының энергиясын шығарса, онда екінші ортаға түсетін сәуле оған сіңеді, ал екінші ортаның өзі сәулелену көзіне айналады.

Бұл құбылыстың мысалы ретінде резонансқа келтірілген екі баптағышты айтуға болады, яғни бірдей табиғи жиілікке (акустикалық резонанс) немесе екі бірдей атомға ие (жарықтың резонанстық жұтылуы). Бұл әсерді 1904 жылы Р.Вуд байқады.

Қоздырылған натрий буларын жарық көзі ретінде таңдап, ол сары сызықты таңдап, оны натрий буымен бірге көлемге жіберді, нәтижесінде көлем барлық бағытта сәуле шығарып, сары жарықпен жана бастады, басқаша айтқанда, натрий атомдары берілген толқын ұзындығымен сәулені жұтады. Жұтқыш пен шығарғыштың энергия деңгейлеріне сәйкес келетін  $h\omega$  шығарғыш квантын үлкен тиімділікпен жұтуына байланысты, жұту атомдары шығарғыш атомдарымен бірдей деңгейге қозды және өздері бірдей кванттарды шығара бастады.



Сурет 1. Сәулелену квантының резонанстық жұтылуы

Ядродағы гамма-кванттар деп аталатын жоғары энергияның деңгейлері арасындағы ауысулар электромагниттік сәулеленудің кванттарын шығаруға немесе жұтылуға әкеледі. Гамма-кванттар үшін де резонанстық жұтылу құбылысын күту табиғи болар еді, бірақ бұл құбылысты ұзақ уақыт байқау мүмкін болмады.

Оның себебі келесідей болды: эмиссия кезінде де, жұтылу кезінде де кері ығысу құбылысы пайда болады,  $\Delta E_R$  энергиясының белгілі бір бөлігі ядроға өткенде, нәтижесінде шығарылған квант өтпелі энергиядан аз болып шығады. Егер сәуле шығару және жұту сызықтары қабаттаспаса (немесе әлсіз қабаттасса), мұндай квантты абсорбер сіңіре алмайды. Оптикалық аймақ үшін сәуле шығару және жұту сызықтарының жылжуы сызық еніне қатысты шамалы болып шығады және резонанстық жұтылу байқалады. Квантов-квант үшін іс жүзінде ешқандай қабаттасу жоқ және жоғарыда айтылғандай, еркін атомдар үшін резонанс жұтылу байқалмады [5].

Массасы  $M$  болатын ядроның энергиясы  $E_0$  қозған күйде болсын. Бұл күйдің ыдырауы кезінде энергиясы  $E_\gamma$  және  $p_\gamma = E_\gamma / c$  импульсі бар  $\gamma$ -квант шығады. Жердегі бірдей ядро үшін берілген  $\gamma$ -кванттың жұтылу ықтималдығы жоғары болады деп күтуге болады. Алайда, іс жүзінде ыдырау энергиясының бір бөлігі  $R$  ядросының кері қайтарылу энергиясына жұмсалады, яғни шығарылған  $\gamma$ -кванттың энергиясы мынаған тең болады:

$$E_\gamma = E_0 - R$$

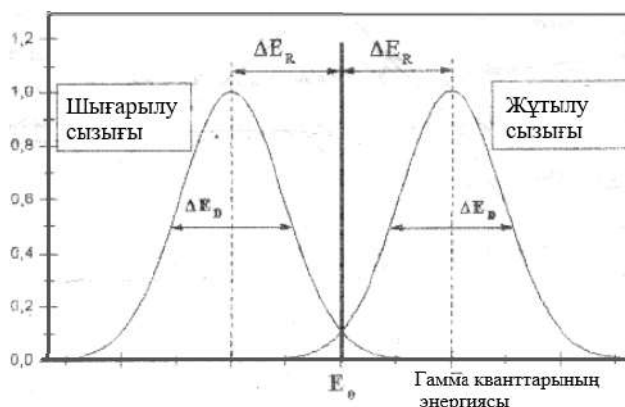
Импульстің сақталу заңын және  $E_0$ -мен салыстырғанда энергияның аз мөлшерін ескере отырып, келесі өрнекті жазуға болады:

$$R = E_0 / 2Mc^2$$

Жылу қозғалысымен байланысты  $\gamma$ -квант энергиясының өзгеруін де ескеру қажет. Доплер әсеріне байланысты, егер ядрода  $\gamma$ -кванттың шығарылу бағытында  $v$  жылдамдығы болса, онда  $\gamma$ -кванттың энергиясы мына шамаға өзгереді:



$$\Delta E_{\gamma} = E_{\gamma} \frac{v}{c}$$



Сурет 2. Бос атомдардың сәулелену спектрі және жұтылу спектрі.  
 $E_0$  - гамма ауысу энергиясы,  $\Delta E_R$  - гамма квантын шығару (сіңіру) кезіндегі ядроның кері қайтарылу энергиясы,  $\Delta E_D$  - доплер сызығының кеңеюі.

Сонымен,  $E_0$  пен  $\gamma$ -кванттық энергияның айырмашылығы ядроның кері қайту энергиясымен және доплер кеңеюінің энергиясымен анықталады:

$$E_0 - E_{\gamma} = \frac{E_0}{2Mc^2} - E_{\gamma} \frac{v}{c}$$

Атомды кері қайтару үшін жоғалған гамма ауысу энергиясының үлесі аз: энергиясы 100 кэВ гамма кванты және массасы 100 ядросы үшін ол тек  $5 \cdot 10^{-7}$  құрайды. Алайда, бұл энергия шығыны  $\gamma$ -сәулелерінің ішкі сызық енімен, яғни  $\gamma$ -сәулелерінің энергиясы ядроның қасиеттерімен анықталатын дәлдікпен салыстырған кезде айтарлықтай болып шығады. Ақырғы ішкі ені белгісіздік қатынастарының салдары болып табылады.

$$\Gamma \tau = \sim.$$

Осы формула бойынша  $10^{-7}$  с өмір сүру уақыты (типтік мән)  $4,6 \cdot 10^{-9}$  эВ сызық еніне сәйкес келеді, бұл ядроның кері қайтуы үшін жоғалған энергиядан әлдеқайда аз. Нәтижесінде сәулелену сызығы абсорбция сызығымен қабаттаспайды және резонанстық жұтылу байқалмайды.

Жылдамдығы жеткілікті үлкен болатын ядролар үшін (ондаған және жүздеген м/с) резонанстық жағдайды қалпына келтіруге болады. Әдетте, эмиссия және жұтылу сызықтары арасында өте аз қабаттасулар бар. Қабаттасуды абсорберге қарай бастапқы ядроларға трансляциялық жылдамдық беру арқылы арттыруға болады.

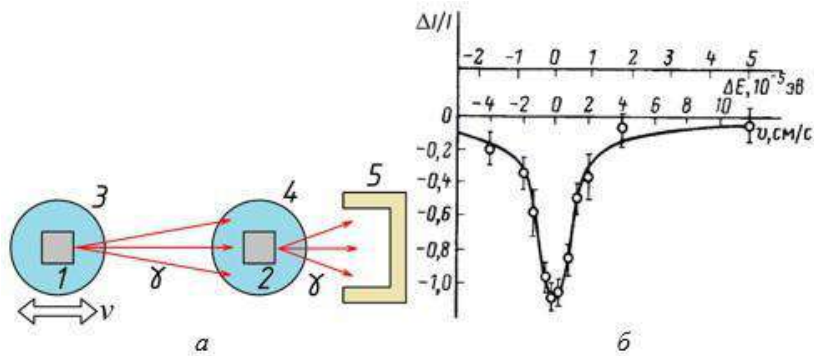
Мессбауэр эффектiсi - қатты денеде болатын физикалық құбылыс. Ол ядроның кері қайтарылу әсерінен гамма-сәулелену энергиясының бір бөлігін жоғалтпастан және байланысқан күйде радиоактивті атомның гамма-сәулесін шығарудан тұрады.

Бұл әсерді сапалы түрде келесідей түсіндіруге болады. Гамма-квант шығарылған кезде кері серпін шығарушы жүйеге ауысуы керек, бірақ бос ядро жағдайынан айырмашылығы, бұл жеке ядро емес, кристалды құрайтын ядролардың көп мөлшерінің өзгеруіне әкеледі. Нөлдік емес ықтималдықпен кері серпін бүкіл кристаллға тұтасымен берілуі мүмкін. Кристалдың массасы шексіз үлкен болғандықтан ( $E_0/c^2$ -мен салыстырғанда), мұндай процесте импульстің берілуі энергияның берілуімен жүрмейді, яғни кері қайтару энергиясы жоғалады. Мұндай «қайтарылмайтын» процестің ықтималдығы - Мессбауэр эффектiнiң ықтималдығы. Бұл жағдайда гамма кванты шығарылған кезде кристалдың ішкі энергиясы өзгермейді, яғни кристалл бастапқыда орналасқан сол кванттық күйінде қалады.

1958 жылы неміс физигі Мессбауэр доплердің кеңеюі нәтижесінде сызықтардың жартылай қабаттасуы жағдайында резонанстық жұтылуын зерттеу бойынша тәжірибелер жүргізіп, d көзін және сіңіргішті салқындату арқылы азайтуға шешім қабылдады. Бұл жағдайда желілердің қабаттасу аймағының азаюына байланысты жұтылған фотондар үлесінің төмендеуі күтілді. Оның орнына, тәжірибеде әсердің жоғарылауы анықталды, бұл қабаттасу аймағының ұлғаюын көрсетті [1].

Мессбауэр ол көрген құбылысты былайша түсіндірді. Бос ядроларда резонанстық жұтылу жүрмейді. Бастапқы және сіңіргіш ядролар кристалдық торда болады. Классикалық механика заңдарына сәйкес, еркін ядродан қатты денеге – кристалға көшу кезінде жағдай өзгермейді. Кристалды байланыс күштерінің әсерінен қалпына келтіру әсері жұмсарады, бірақ резонанс жасауға мүмкіндік бермейді. Алайда, қайтару амплитудасы аздығы соншалықты, классикалық емес, кванттық тексеру қажет. Кванттық механикада кристалды байланыстың әсері классикалық механикадағыдай емес, статистикалық түрде көрінеді. Көптеген жағдайларда бастапқы және сіңіргіш ядролар толық қалпына келеді. Бірақ жағдайлардың аз пайызында  $\gamma$ -кванттарды шығару және жұту қайтарусыз жүреді. Қайтарусыз өту шарттары неғұрлым қолайлы болса, ауысу энергиясы неғұрлым төмен болса және кристалл температурасы соғұрлым төмен болады. Кейбір изотоптар үшін бөлме температурасында да айтарлықтай әсер байқалады [2].

3-суретте Мессбауэр әсерін байқау үшін тәжірибе схемасы көрсетілген. 1-ү сәулелену көзі төмен тұрақты жылдамдықпен 2-сіңіргіш бағытында немесе керісінше қозғалады. Сәулелену көзі мен жұтқыш бірдей ядролардан тұрады және төмен температура сақталатын 3 және 4 криостаттарына орналастырылады. Жұтқыштың артында 5 есептегіш орналасқан. Есептегіш жылдамдығының көздің жылдамдығына тәуелділігі өлшенеді. Егер сәулелену көзінің жылдамдығы жеткілікті үлкен болса, онда шығару сызығы Доплер эффектінің арқасында жылжиды, сондықтан резонанстық жұтылу болмайды. Жылдамдық төмендеген кезде доплердің ығысуы төмендейді, ал шығару сызығы жұтылу сызығына жақындай бастайды. Бұл сызықтар қиылысқан кезде қарқынды резонанстық жұтылу басталады. Нәтижесінде санау жылдамдығы  $b$  суретте көрсетілгендей төмендейді. Осылайша, жылдамдықты біртіндеп өзгерте отырып, Мессбауэр сызығының орналасуы мен енін өлшеуге болады [2].



Сурет 3. (а) Мессбауэр әсерін бақылауға арналған эксперимент схемасы.

(б) Мессбауэр тәжірибесінің нәтижесі. Абсцисса осі бойынша  $v$  көзі мен жұтқыштың салыстырмалы жылдамдығы және шығарылған  $\gamma$ -кванттардың  $\Delta E$  энергиясының тиісті өзгерісі сақталады. Ординат осі бойынша бірдей қалыңдықтағы иридий және платиналы жұтқыштар арқылы өтетін  $\gamma$ -сәулелену қарқындылығының салыстырмалы айырмасы  $\Delta I/I$  келтірілген.

Доплер эффектінің әсерінен резонанстан шығу үшін ядро қандай  $v$  жылдамдықпен қозғалуы керек екенін бағалауға болады. Ол үшін  $v$  жылдамдығымен қозғалатын координаттар жүйесіне өту кезінде пайда болатын фотонның  $\Delta E$  энергиясының өсуі деңгейінің  $\Gamma$  енімен теңестіру керек:

$$\Delta E = vE / c$$

$\Delta E = \Gamma$  қойып, жылдамдықты бағалай аламыз:

$$v = c\Gamma / E$$

Төмен жатқан ядролық деңгейлер үшін  $\Gamma/E$  мәні өте аз. Сондықтан жылдамдық үшін кіші мәндер алынады. Мысалы,  $^{191}\text{Ir}$  иридий изотопы үшін  $v$  жылдамдығы 1.2 см/с тең. Мұндай жылдамдықты зертханалық жағдайда механикалық түрде жүзеге асыру және өлшеу оңай [2].

Мессбауэр классикалық теорияның болжамдарына қайшы келетін төмен температурада иридиядағы шашырау деңгейінің жоғарылауын анықтады. Оның ашылуының мәнін түсіну үшін қатты денелерде жүзеге асырылатын үш жағдайды қарастырылады:

1. Егер бос атомның қайтару энергиясы атомның қатты денедегі байланыс энергиясымен салыстырғанда үлкен болса, онда атом тордағы позициясынан шығарылады және бос атом моделі қолданылады;

2. Егер бос атомның қайтару энергиясы тордың тербелістеріне тән энергиясынан (фонон энергиясы) үлкен болса, бірақ ығысу үшін қажет энергиядан аз болса, онда атом өз орнында қалады, ал оның қайтару энергиясы торды жылытуға жұмсалады;

3. Егер қайтару энергиясы фонондардың энергиясынан аз болса, онда тор кванттық жүйе болып табылады, ол өздігінен қоза алмайды және Мессбауэр эффектiсi пайда болады.

$\gamma$ -сәулеленудің ең маңызды қасиеті-сызықтың ені. Егер  $\gamma$ -квантты шығару кезінде тор қозғалса, онда сызықтың тиімді ені фонондардың энергиясына тең болады. Егер тор қозғалмаса, онда фононсыз сәулелену компонентінің ені тек ауысу болатын ядролық деңгейлердің енімен анықталады. Белгісіздік принципіне сәйкес,  $10^{-7}$  с ядросының өмір сүру уақыты  $10^{-8}$  эВ сызығының еніне сәйкес келеді, бұл тор қозған кезде пайда болатын енен алты есе аз. Алайда, бұл сызықтың ені ядроның айналасындағы электрондармен магниттік диполь мен электрлік квадрупольдік өзара әрекеттесу энергиясының тән мәндерінен аз екендігі маңызды. Осылайша, осы өзара әрекеттесулерге байланысты құбылыстарды Мессбауэр эффектiсi арқылы байқауға және зерттеуге болады. Сызық енінің тағы бір сипаттамасы-оның  $\gamma$ -кванттың толық энергиясына қатынасы. 100 кэВ энергиясы үшін және жоғарыда қарастырылған өмір сүру уақыты үшін бұл қатынас  $10^{-13}$  құрайды. Бұл  $\gamma$ -сәулелердің энергиясын  $10^{-13}$  дәлдікпен анықтауға болады деп тұжырымдалады. Сондықтан  $\gamma$  сәулелер физикалық тәжірибелер үшін қолдануға болатын энергия бойынша ең дәл анықталған электромагниттік сәуле болып табылады.

Қазіргі уақытта Мессбауэр эффектiсi 40-тан астам элементтер үшін байқалды. Ең жиі қолданылатын темір  $^{57}\text{Fe}$  және қалайы  $^{119}\text{Sn}$  изотоптары. Келесі изотоптар да жиі қолданылады:  $^{61}\text{Ni}$ ,  $^{67}\text{Zn}$ ,  $^{99}\text{Ru}$ ,  $^{121}\text{Sd}$ ,  $^{125}\text{Te}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{151}\text{Eu}$ ,  $^{155}\text{Gd}$ ,  $^{166}\text{Er}$ ,  $^{169}\text{Tm}$ ,  $^{170}\text{Yb}$ ,  $^{181}\text{Ta}$ ,  $^{182}\text{W}$ ,  $^{191}\text{Ir}$ ,  $^{197}\text{Au}$ ,  $^{237}\text{Np}$  және т.б. [3, 4].

Қорытындылай келе, Мессбауэр эффектiсi-сол заттың көзінен фотондардың ядролық деңгейлерінің резонанстық қозуы. Резонансты қозуды байқаудың қиындығы ядролық деңгейлердің табиғи ені шығаратын немесе жұтылатын ядролардың кері қайтарылу энергиясымен салыстырғанда едәуір аз болуына байланысты. Отандық ғалымдарымыз Қазақстанның Екібастұз, Шұбаркөл және Қаражыра кен орындарының көмірін Мессбауэр спектроскопиясы арқылы кешенді зерттеулер жүргізді. Көрсетілген көмірдің фазалық және элементтік құрамы туралы алынған ақпарат олардың жоғары температурадағы әрекетін болжау үшін қызығушылық тудырды. Зерттеу нәтижелері басқарылатын жағу әдістерімен көмір қабаттарын өңдеу кезінде от кенжарының жылжуын мониторингтеудің қашықтықтан технологияларын әзірлеу кезінде пайдаланылу мүмкіндігі бар.

Құрамында темір бар минералдардың фазалық құрамын және олардағы Темірдің электронды құрылымын егжей-тегжейлі анықтау барысында  $100 \text{ мг/см}^2$  мөлшерінде аспалар парафинмен араластырылып, сіңіргіштер дайындалды. Мессбауэр үлгілерінің спектрлері бөлме температурасында MS-1104cm спектрометрінде өткізу геометриясында тіркелді, хром матрицасында  $\gamma$ -квант көзі  $^{57}\text{Co}$  болды. Мессбауэр спектрлерін өңдеу SpectrRelax бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды. Нәтижесінде көмірдің бейорганикалық бөлігінің минералогиялық құрамы кен орнынан да, сол кен орнының әртүрлі учаскелерінен де айтарлықтай ерекшеленетіні анықталды [6].

Демек, Мессбауэр эффектiсi ғылымның әртүрлі салаларында көптеген қосымшаларды тапты. Мысалы, Мессбауэр эффектiсiнің көмегімен Мессбауэр ядроларының деңгейлерінің ені өлшенді, белгісіздіктердің арақатынасы тексерілді, фотон энергиясының ауырлық күшіне байланысты көздің биіктігіне тәуелділігі өлшенді. Мессбауэр спектрлерін декодтау химиялық құрамды анықтауға және заттардың кристалды құрылымдарының ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік береді.

*Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

1. Вертхейм Г. Эффект Мессбауэра. Издательство «Мир», 1966.
2. Делягин Н. Н., Еременко Д. О., Корниенко Э. Н., Кузаков К. А., Платонов С. Ю., Сомиков А. В., Шпилькова Л. Г., Яковлева Г. Н., Эффект Мессбауэра. Учебно-методическое пособие. — М.: 2010
3. Фабричный П.Б., Похолок, К.В. Мессбауэровская спектроскопия и ее применение для химической диагностики неорганических материалов. // Курс лекций для студентов и аспирантов хим. факультета МГУ, 2012
4. Белозерский Г. Н. Мессбауэровская спектроскопия как метод исследования поверхностей. М., 1990
5. Афанасьев А. М., Мессбауэра эффект, Физическая энциклопедия, том 3, стр. 100, Москва 1992.
6. Верещак М.Ф., Манакова И.А., Шоканов А.К., Мессбауэровские исследования минералов, содержащихся в углях Казахстана, Вестник НЯЦ РК.-выпуск 4, декабрь 2019.- Б. 13-17.

References

1. Verthejm G. (1966) *Jeffect Messbaujera [Mossbauer effect]. Izdatel'stvo «Mir» (In Russian)*
2. Deljagin N. N., Eremenko D. O., Kornienko Je. N., Kuzakov K. A., Platonov S. Ju., Somikov A. V., Shpin'kova L. G., Jakovleva G. N., (2010) *Jeffect Messbaujera.[Mossbauer effect] Uchebno-metodicheskoe posobie. (In Russian)*
3. *Fabrichnyj P.B., Poholok, K.V. (2012) Messbaujerovskaja spektroskopija i ee primenenie dlja himicheskoj diagnostiki neorganicheskih materialov[Mossbauer spectroscopy and its application for chemical diagnostics of inorganic materials]. // Kurs lekcij dlja studentov i aspirantov him. fakul'teta MGU (In Russian)*
4. *Belozerskij G. N.(1990) Mjossbaujerovskaja spektroskopija kak metod issledovanija poverhnostej [Mössbauer spectroscopy as a method for studying surfaces]. M., (In Russian)*
5. *Afanas'ev A. M.,(1992) Messbaujera jeffect, Fizicheskaja jenciklopedija [Mossbauer effect], tom 3, str. 100, Moskva (In Russian)*
6. *Vereshhak M.F., Manakova I.A., Shokanov A.K., (2019) Messbaujerovskie issledovanija mineralov, sodержashhihsja v ugljah Kazahstana [Mössbauer studies of minerals contained in the coals of Kazakhstan], Vestnik NJaC RK. -vypusk 4, dekabr'.- B. 13-17. (In Russian)*

**ИНФОРМАТИКА. ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ.  
БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ  
ИНФОРМАТИКА. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ  
ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ  
COMPUTER SCIENCE. METHODS OF TEACHING COMPUTER  
SCIENCE. INFORMATIZATION OF EDUCATION**

МРНТИ 73.29.81  
УДК 681.772.7

DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.19>

Б.С. Ахметов<sup>1</sup>, Д.В. Исайкин<sup>2</sup>, М.Б. Береке<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> *Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup> *Казахский университет путей сообщения, г. Алматы, Казахстан*

\*e-mail: [madina13.04@mail.ru](mailto:madina13.04@mail.ru)

**МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ С КАМЕР  
ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Аннотация*

В статье показано развитие методологии изменения разрешения (РЗ) изображений, получаемых с камер видеонаблюдения на железнодорожном транспорте. Исследования выполнены на основе применения методов машинного обучения (ММО) и генетического алгоритма (ГА) при обработке изображения. Благодаря реализации этого подхода удалось расширить функциональные возможности ММО. В частности, предложено осуществлять процесс передискретизации с целевым коэффициентом информативности фреймов изображения с помощью ГА. Описана реализация аппаратно-программной части разработанной системы видеонаблюдения на базе Raspberry Pi. Реализован программный модуль GUI ПП ImageScaling.exe на алгоритмических языках Python и C#.

**Ключевые слова:** системы видеонаблюдения, железнодорожный транспорт, повышение качества изображения, генетический алгоритм.

*Аңдатпа*

Б.С. Ахметов<sup>1</sup>, Д.В. Исайкин<sup>2</sup>, М.Б. Береке<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>2</sup> *Қазақ қатынас жолдары университеті, Алматы қ., Қазақстан*

**ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІНДЕГІ БЕЙНЕБАҚЫЛАУ КАМЕРАЛАРЫНАН БЕЙНЕЛЕРДІҢ САПАСЫН  
ЖАҚСARTУҒА АРНАЛҒАН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ**

Мақалада теміржол көлігіндегі бейнебақылау камераларынан алынған кескіндердің ажыратымдылығын (КА) өзгерту әдістемесі әзірленген. Зерттеулер машиналық оқыту (МО) және суреттерді өңдеудің генетикалық алгоритмі (ГА) әдістерін қолдану негізінде жүргізілді. Осы тәсілді енгізудің арқасында машиналық оқыту әдістерін функционалдығын кеңейтуге мүмкіндік туды. Атап айтқанда, ГА көмегімен кескін кадрларының аппараттық мазмұнының мақсатты коэффициентімен шамадан тыс іріктеу процесін жүргізу ұсынылады. Мақалада Raspberry Pi негізінде жасалған бейнебақылау жүйесінің аппараттық және бағдарламалық жасақтамасын іске асыру сипатталған. ImageScaling.exe бағдарламалық жасақтамасының GUI модулін Python және C # алгоритмдік тілдерінде енгізді.

**Түйін сөздер:** бейнебақылау жүйелері, теміржол көлігі, кескін сапасын жақсарту, генетикалық алгоритм.

Abstract

## MACHINE LEARNING METHODS FOR IMPROVING THE QUALITY OF IMAGES FROM RAILWAY SURVEILLANCE CAMERAS

Akhmetov B.S.<sup>1</sup>, Isaykin D.V.<sup>2</sup>, Bereke M.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup> Kazakhstan University of railway transport, Almaty, Kazakhstan

The article shows the development of the methodology for changing the resolution (RD) of images received from cameras video surveillance on railway transport. Studies were conducted based on the application of machine learning (MLM) and genetic algorithm (GA) in image processing. Through to the implementation of this approach it was able to expand the functionality of the MLM. In particular, it is proposed to implement the process of oversampling with the target coefficient of information content of image frames using GA. The article describes the implementation of the hardware and software part of the developed video surveillance system based on the Raspberry Pi. Also article shows the implemented software module GUI PP ImageScaling.exe in algorithmic languages Python and C #.

**Keywords:** video surveillance systems, railway transport, image quality improvement, genetic algorithm.

### Введение

Системы видеонаблюдения (СВН), используемые на железнодорожном транспорте (ЖДТ), реализуют функции по сбору, передаче и обработке информации. Традиционно подобные системы СВН формируют достаточно большие объёмы передаваемых данных в силу формата видеоизображений. Что, соответственно, влечет за собой возрастание требований к пропускной способности линий связи. Также современные СВН имеют, как правило, и собственные программные модули для обработки изображений, например, программные модули по распознаванию лиц или контуров человека, или распознавание движения [1,2].

СВН должна обеспечить решение следующих задач [2]:

Осуществлять максимальный надзор и контроль за предписанной территорией и инфраструктурными объектами (ИнОб) ЖДТ (переезды, туннели, мосты и др.) в сложных погодных и техногенных условиях.

Способствовать повышению уровня оперативного реагирования на события и чрезвычайные ситуации, возникающие на ИнОб ЖДТ, благодаря их видеофиксации в реальном времени.

Обеспечить контроль за движением подвижного состава (ПС) и другого транспорта на ИнОб.

Осуществлять контроль за проникновением на территорию ИнОб посторонних лиц и транспорта.

Обеспечить отслеживание динамики развития событий в реальном времени и осуществления анализа видеoinформации из архива, при необходимости с подключением модуля для обработки изображения и повышения его РЗ.

**Обзор литературы.** Системы видеонаблюдения на ЖДТ являются одними из ключевых элементов современных систем, способствующих обеспечению безопасности движения на железных дорогах (ж.д.). Качество работы систем видеонаблюдения напрямую влияет на организацию безопасности перевозок. Среди основных требований, предъявляемых к современным системам видеонаблюдения, является интеллектуализация. Ее суть заключается в том, что система должна не только фиксировать видеопоток, а и осуществлять заданную целевую обработку. Техническими требованиями к обработке изображения является функционирование систем видеонаблюдения в автоматическом (или автоматизированном) режиме реального времени. При этом влияние оператора должен быть минимальным [3,4].

Одной из основных задач по созданию и развитию систем автоматизированного управления железнодорожными перевозками является автоматизация процесса контроля передвижения объектов ПС ЖДТ, включая их идентификацию, распознавание опасных и аварийных ситуаций и т.п. В тоже время, одной из важнейших задач интеллектуальных систем технического зрения, которые, в частности, применяются в автоматизированных системах видеомониторинга обстановки на ЖДТ, является повышение качества цифровых изображений. Среди основных задач по обеспечению качества изображений является задача управления разрешением, в частности, его повышение. Последнее исключительно важно для задач распознавания опасных и аварийных ситуаций на ЖДТ, и может способствовать предотвращению возникновения подобных ситуаций, например, за счет интеграции в задачи видеомониторинга систем поддержки принятия решений для оперативного управления дорожной обстановкой.

Поскольку изображение с современных камер видеонаблюдения представляется в цифровом формате, неизбежно встает вопрос, касающийся методов обработки подобных бинарных матриц.

Решение этой задачи может возникнуть, например, для повышения разрешения (РЗ) отдельных кадров изображения, фильтрации и т.п.

Но обработка всего кадра полностью – задача весьма ресурсоёмкая. Поэтому представляется актуальной задачей дальнейшее развитие методов обработки изображений для автоматизированных систем видеонаблюдения.

**Цель статьи.** Развитие методологии изменения разрешения изображений, получаемых с камер видеонаблюдения на железнодорожном транспорте путем применения методов машинного обучения.

**Основной материал статьи.**

Задано – изображение представлено в виде двумерной бинарной матрицы с размерностями  $N \times M$ .

С учетом предлагаемого применения коэффициента информативности фрейма [5, 6] определение его значения, которое будет играть существенное значение для программной реализации метода повышения РЗ, выполним на основе ГА.

ГА будет работать следующим образом:

*Шаг 1.* Формируется начальная популяция, например,  $PO^0$ . Популяция  $PO^0$  состоит из особей  $IND$  т.е.

$$PO^0 = \{PO_{ind}^0\}, ind \in [1, IND] \quad (1)$$

*Шаг 2.* Будем вычислять пригодность особей из популяции (в нашем случае пикселей фона изображения и для определения их КИФ)  $PO^k$ :

$$T_{ind} = F(PO_{ind}^k) \quad (2)$$

где  $F(\cdot)$  – функция оценивания пригодности отдельной особи  $IND$ .

*Шаг 3.* Осуществляется выбор из популяции  $PO^k$  родительской особи

$$F = \{F_i\}: F = S[PO^k] \quad (3)$$

где  $S[\cdot]$  – оператор селекции,  $i \in [1, NO]$ ,  $NO$  – число отбираемых из популяции особей  $IND$ .

*Шаг 4.* Применяем с вероятностью  $p_1$  к выбранным родительским особям оператор кроссинговера:

$$D = CR[F] \quad (4)$$

где  $D = \{D_i\}$  – потомки,  $i \in [1, SO]$ ,  $SO$  – количество потомков,  $CR - [\cdot]$  оператор кроссинговера.

*Шаг 5.* Применяем с вероятностью  $p_2$  к потомкам оператор мутации

$$D^M = M[D] \quad (5)$$

где  $M[\cdot]$  – оператор описывающий мутацию,  $D^M$  – потомки сформировавшиеся после мутации.

*Шаг 6.* К потомкам из набора  $D^M$  применим оператор перестановки:

$$D^R = R[D^M, m] \quad (6)$$

где  $R[\cdot]$  – оператор описывающий перестановку,  $m$  – количество таких перестановок,

$$D^R = \{D_{ij}^R\}, i \in [1; SO], j \in [1, m] \quad (7)$$

Шаг 7. Повторение шагов со 2 по 6 будем выполнять пока не сформируется новое поколение для популяции  $PO^{k+1}$ .

Шаг 8. Повторение шагов со 2 по 7 будем выполнять пока не сформируется заданное количество поколений схождения  $PO^{k+1}$ .

Поскольку генетический алгоритм применяется по отношению к задаче обработки фреймов с разной степенью информативности, например, к фону изображения полученного с камер видеонаблюдения, то особи популяции – это двумерные бинарные матрицы с размерностями  $N \times M$ .

Тогда процедура формирования особей  $PO_{ind}^0$  будет выглядеть следующим образом:

1. Генерируется матрица  $W$ . В данной матрице будет равномерная плотность распределения вероятностей для КИФ, например,

$$W[i, j] \in [0;1], \quad i \in [1; N], \quad j \in [1; M] \quad (8)$$

2. Формирование  $PO_{ind}^0$  на основе  $W$  реализовалось так:

$$PO_{ind}^0[i, j] = \begin{cases} 1, & W[i, j] > 0,7 \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (9)$$

Таким образом, применение кроссингвера в соответствии с изложенной выше процедурой, в отличие от, например, от работ [7, 8] позволяет избежать расходования дополнительных вычислительных ресурсов на обработку обрабатке фреймов, которые соответствуют фону на изображении 1, 2 с низким разрешением. Величина РЗ фона для многих ситуаций мониторинга ситуации на инфраструктурных объектах ЖДТ не столь важна. Поэтому можно принять, что значение  $\psi$  для КИФ будет составлять 0,7–0,9. Если фрейм соответствует важной части изображения, то значение  $\psi = 1$ .

Пример результата использования оператора кроссингвера (программный продукт GUI ПП ImageScaling.exe) для отбора информативных участков с высоким значением КИФ для фреймов изображения, показанного на рис. 1., представлен ниже, см. рис. 1. Соответственно, внизу слева показан фрейм КИФ значения которого определены для участка дороги, ведущей к железнодорожному переезду. А внизу справа фрейм КИФ значения которого определены с применением оператора кроссингвера для участка неба. Как видим переход от информативных пикселей изображения к неинформативным, которые не могут повлиять на оценку ситуации достаточно нагляден.

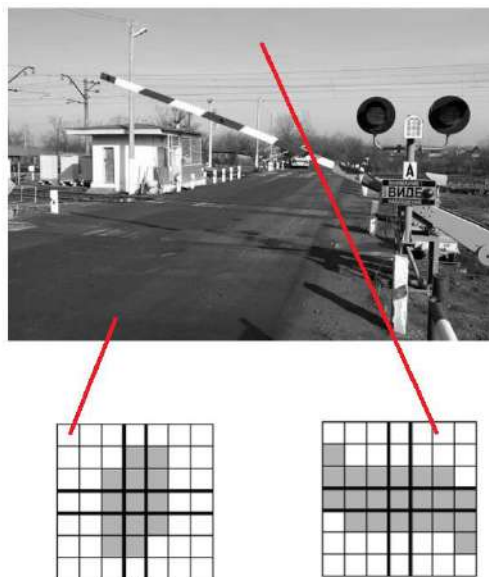


Рисунок 1. Результаты построения входного вектора изображения на основе КИФ



Общий вид модуля (GUI ПП ImageScaling.exe.) для автоматического изменения РЗ изображений, полученных с камер видеонаблюдения, приведен на рис. 2.



Рисунок 2. Общий вид модуля (GUI ПП ImageScaling.exe) для автоматического изменения РЗ изображений, полученных с камер видеонаблюдения

Краткий обзор интерфейса GUI ПП ImageScaling.exe (цифрами от 1 до 5 показаны соответствующие элементы ПП):

1. Полотно для загрузки изначального изображения;
2. Полотно для показа выходного, преобразованного приложения;
3. Выбор метода масштабирования, интерполяция или Super-Resolution
4. Запуск выбранного метода;
5. Детальный просмотр изображения, с возможностью перетаскивания и увеличения РЗ и масштаба изображения.

На рисунке 3 показан пример интерфейса GUI ПП ImageScaling.exe с загруженным в рабочую зону 1 изображением, которое было получено с камеры видеонаблюдения. Полагаем, что данное изображение имеет недостаточное РЗ. И его необходимо увеличить, применяя зависимости (1–9).



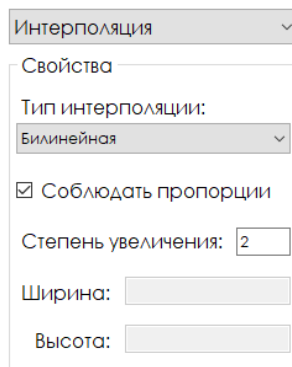
Рисунок 3. Пример интерфейса GUI ПП ImageScaling.exe с загруженным в рабочую зону изображением, которое было получено с камеры видеонаблюдения

Если существует потребность лишь в небольшом увеличении РЗ изображения, лучше попробовать применить обычную интерполяцию.

На рисунке 4 показан пример работы с рабочей областью 3 GUI ПП ImageScaling.exe, которая как раз и предназначается для выбора метода повышения РЗ изображения, полученного с камер системы видеонаблюдения.

На выбор в GUI ПП ImageScaling.exe представлено два типа интерполяции: бикубический и билинейный.

Присутствует возможность задания степени увеличения, а также ручной установки разрешения выходного изображения. Во втором случае присутствует риск потери пропорций изображения при неправильном указании размеров. Результаты применения билинейной интерполяции (увеличение  $\times 2$ ) показаны на рисунках 5 а) и б).



*Рисунок 4. Пример работы с рабочей областью 3 GUI ПП ImageScaling.exe*

На рисунках 5 а) и б) оригиналы изображений (получены с камер видеонаблюдения) представлены слева, результат работы модуля GUI ПП ImageScaling.exe показан справа.



*а)*



*б)*

*Рисунок 5. Примеры применения билинейной интерполяции в модуле GUI ПП ImageScaling.exe (увеличение изображения  $\times 2$ )*

Как видим применение бикубической интерполяции может быть оправдано если оператору важно понимание общей картины в зоне видеонаблюдения. По сути, бикубическая интерполяция выполняется всякий раз, когда оператор системы видеонаблюдения будет изменять размер или развёртку изображений из одной пиксельной сетки в другую. Таким образом, бикубическая интерполяция в GUI ПП ImageScaling.exe приводит к изменению размера изображения и оправдана в ситуации, когда, например, необходимо скорректировать исправления различных искажений объектива видеокамеры, сменить перспективу изображения и т.п. Поскольку любая интерполяция – лишь приближение, то изображение, полученное с камер видеонаблюдения, неизбежно будет терять в качестве.

Тестирование модуля GUI ПП ImageScaling.exe показало, что усовершенствованный метод на основе генетического алгоритма для определения значения коэффициента информативности фрейма дает возможность повысить эффективность передискретизации при незначительном росте вычислительных затрат даже в случаях зашумленных изображений с камер видеонаблюдения.

На рисунках 6 и 7 представлены результаты обработки исходных изображений при помощи соответствующего метода, изложенного выше.

Очевидно, что рисунки 6 б) и 7 б) имеют более высокое разрешение в сравнении с первоначальным вариантом.



Рисунок 6. Применение генетического алгоритма для обработки изображения (Пример 1)



Рисунок 7. Применение генетического алгоритма для обработки изображения (Пример 2)

## Выводы

Предложено развитие методологии изменения разрешения (РЗ) изображений, получаемых с камер видеонаблюдения на железнодорожном транспорте. Исследования выполнены на основе применения методов машинного обучения (ММО) и ГА при обработке изображения. Благодаря реализации этого подхода удалось расширить функциональные возможности ММО. В частности, предложено осуществлять процесс передискретизации с целевым коэффициентом информативности фреймов изображения с помощью ГА. Описана реализация аппаратно-программной части разработанной системы видеонаблюдения на базе Raspberry Pi. Реализован программный модуль GUI ПП ImageScaling.exe. Программная часть модуля реализована на алгоритмических языках Python и C#.

*Список использованной литературы:*

- 1 Шматченко В. В. и др. Проблемы безопасности высокоскоростных железнодорожных пассажирских транспортных систем. // *Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике* 5 (84), 2019, С. 22–30.
- 2 Журавлёва Л. М. и др. Сетевая архитектура систем видеонаблюдения на железнодорожном транспорте. // *Автоматика, связь, информатика* 8, 2018, 14–18.
- 3 Борисова Е. С. Анализ рынка видеонаблюдения на железнодорожном промышленном транспорте // *Аллея науки* 1.10 (2017): 98–102.
- 4 Ивашевский М. Р. Системы видеонаблюдения на железнодорожном транспорте. // *Мир транспорта* 17.5 2020, 298–314.
- 5 Mjolsness E. *Neural networks, pattern recognition, and fingerprint hallucination: thesis ... doctor of philosophy: 5198: TR: 85 / Eric Mjolsness. – California, 1985. – 79 p.*
- 6 Panchal Niyanta Survey on multi-frame image super-resolution / Niyanta Panchal, Bhailal Limbasiya, Ankit Prajapati // *International Journal of Scientific & Technology Research.* – 2013. – Vol. 2, № 11. – P. 233–237.
- 7 Белоусов А. А., Спицын В. Г., Сидоров Д. В. Применение генетических алгоритмов и вейвлет преобразований для повышения качества изображений. // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*, 309(7), 2006. с. 21-26.
- 8 Бучнев О. С. Применение генетического алгоритма для очистки цифрового изображения от коррелированного шума. // *Вестник Воронежского государственного технического университета*, 15(1), 2019 с. 12–17

*References*

- 1 Shmatchenko V. V., et al. (2019) *Problemy bezopasnosti vysokoskorostnyh zheleznodorozhnyh passazhirskih transportnyh sistem. [Problems of safety of high-speed railway and passenger transport systems] Transport Rossijskoj Federacii. Zhurnal o nauke, praktike, jekonomike* 5 (84). S. 22–30. (In Russian)
- 2 Zhuravljova, L. M., et al. (2018) *Setevaja arhitektura sistem videonabljudenija na zheleznodorozhnom transporte. [Network architecture video surveillance system on rail transport] Avtomatika, svjaz', informatika* 8: 14–18. (In Russian)
- 3 Borisova E. S. (2017) *Analiz rynka videonabljudenija na zheleznodorozhnom promyshlennom transporte. [Analysis of the video surveillance market for railway industrial transport] Alleja nauki* 1.10, 98–102. (In Russian)
- 4 Ivashevskij M. R. (2020) *Sistemy videonabljudenija na zheleznodorozhnom transporte. [Video surveillance systems on road transport] Mir transporta* 17.5, 298–314. (In Russian)
- 5 Mjolsness E. (1985) *Neural networks, pattern recognition, and fingerprint hallucination: thesis ... doctor of philosophy: 5198:TR:85 / Eric Mjolsness. California, 79 p.*
- 6 Panchal Niyanta (2013) *Survey on multi-frame image super-resolution / Niyanta Panchal, Bhailal Limbasiya, Ankit Prajapati, International Journal of Scientific & Technology Research.. Vol. 2, № 11. 233–237.*
- 7 Belousov, A. A., Spicyn, V. G., & Sidorov, D. V. (2006) *Primenenie geneticheskikh algoritmov i vejvlet preobrazovanij dlja povyshenija kachestva izobrazhenij. [Application of genetic algorithms and wavelet transforms to improve image quality] Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 309(7) s. 21-26. (In Russian)
- 8 Buchnev O. S. (2019) *Primenenie geneticheskogo algoritma dlja ochistki cifrovogo izobrazhenija ot korrelirovannogo shuma. [Application of a genetic algorithm to remove correlated noise from a digital image] Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 15(1), 12–17. (In Russian)



*А.Р. Байдалина<sup>1</sup>, С.А. Боранбаев<sup>2\*</sup>*

<sup>1</sup>*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

<sup>2</sup>*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*

*\*e-mail: [boranbaevsa@mail.ru](mailto:boranbaevsa@mail.ru)*

## PYTHON ТІЛІНДЕ ДЕРЕКТЕР ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ АЛГОРИТМДЕРІН ПРОГРАММАЛАУ

*Аңдатпа*

Мақалада күрделі деректер құрылымдарына қатысты алгоритмдерді Python тілінде программалау жолдары қарастырылған. Бұл құрылымдар мен оларға тиісті алгоритмдерді білу әртүрлі программалық жабдықтарды құрудың тиімді жолдарын таңдау үшін қажет. «Алгоритмдер және деректер құрылымы» пәнін оқытуда программалаудан бұрын құрылымдарды түсіну маңызды. Себебі, қарастырылып отырылған есепке сәйкес құрылымдарды қолдану барысында осы құрылымдардың мағынасы мен алгоритмдерін жақсы түсіну керек.

Қазіргі уақытта кең қолданыс тауып келе жатқан Python тілінде стандартында құрылым ұғымы жоқ. Мақалада бір жақты байланысқан динамикалық тізбектерге және екілік іздеу ағаштарына қатысты алгоритмдерді Python тілінде программалау мысалдары көрсетілген. Графтарды тереңінен және көлденеңінен қарастыру алгоритмдері Python тіліндегі сөздік арқылы тиімді әрі көрнекі түрде жүзеге асырылды.

**Түйін сөздер:** Python тілі, бір жақты байланысқан тізбек, екілік іздеу ағашы, графтарды тереңінен қарастыру, графтарды көлденеңінен қарастыру, Python тіліндегі сөздіктер.

*Аннотация*

*А.Р. Байдалина<sup>1</sup>, С.А. Боранбаев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Казахстан*

<sup>2</sup>*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан*

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СТРУКТУР ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

В статье рассматриваются способы программирования алгоритмов сложных структур данных на языке Python. Знание этих структур и соответствующих алгоритмов нужно при выборе оптимальных способов при разработке различного программного обеспечения. При изучении предмета «Алгоритмы и структуры данных» важное значение имеет понимание сути структур данных. Связано это с тем, что манипулирование структурой данных, чтобы она подходила к определённой проблеме, требует понимания сути и алгоритмов этой структуры данных.

Приведены примеры программирования алгоритмов, относящихся динамическим спискам и двоичным деревьям поиска на широко применяемом в настоящее время языке Python. Алгоритмы обхода графа в глубину и в ширину оптимально и наглядно реализованы с использованием словаря языка Python.

**Ключевые слова:** язык Python, одно связанный список, двоичные деревья поиска, обход графа в глубину, обход графа в ширину, словарь языка Python.

*Abstract*

## PROGRAMMING DATA STRUCTURE ALGORITHMS IN PYTHON

*Baidalina A.R.<sup>1</sup>, Boranbayev S.A.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

The article discusses ways of programming algorithms for complex data structures in Python. Knowledge of these structures and the corresponding algorithms is necessary when choosing the best methods for developing various software. When studying the subject "Algorithms and Data Structures", it is important to understand the essence of data structures. This is due to the fact that manipulating a data structure to fit a specific problem requires an understanding of the essence and algorithms of this data structure.

Examples of programming algorithms related to dynamic lists and binary search trees in the currently widely used Python language are given. The algorithms for traversing the graph in depth and breadth are optimally and clearly implemented using the Python dictionary.

**Keywords:** Python, single linked list, binary search trees, Depth first graph traversal, Breadth first graph traversal, Python dictionary.

### Кіріспе

Қазіргі уақытта Python тілін қолданылу аясы жылдан жылға кеңею үстінде. Оның негізгі себебі қарапайым қолданбалы есептерді Python тілінде программалау, басқа жоғарғы деңгейдегі алгоритмдік тілдерге қарағанда оңай жүзеге асырылады. C++, Java, Паскаль және т.б. алгоритмдік программалау тілдеріндегі сияқты, программа құрушы адамға есептеу техникасында деректердің өрнектелуі мен орналасу мүмкіндіктерін білуді Python тілі қажет етпейді.

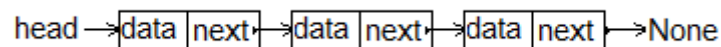
Көптеген оқу орындарында программалау пәндерінде Python тілі жиі қолданыла бастады. Дербес компьютерде программалауды Python тілі арқылы оқыту техникалық мамандықтардың студенттеріне қолайлы болуы мүмкін. IT мамандықтарында программалауды оқытудың келесі сатысы «Алгоритмдер және деректер құрылымы» пәнінде жалғастырылады. Бұл пәнде қарастырылатын барлық алгоритмдер деректердің құрылым деп аталатын арнайы түрі арқылы жүзеге асырылады. Python тілінде құрылым ұғымы жоқ. Құрылым түріндегі деректерді Python тілінде класс арқылы ғана қолдануға болады [1-4]. Ол үшін программалаушы адам объектіге бағытталған программалауды білуі қажет. Деректерді құрылымға қосу, өшіру, ағаш бұтақтарын қарапайым және күрделі бұру сияқты алгоритмдерді класс әдістері арқылы программалау студенттерге қиындық туғызады.

Мақалада жиі қолданылатын деректер құрылымдарының алгоритмдерін Python тілінде күрделі классыз қарапайым программалау қарастырылады.

### Бір жақты байланысқан тізбек

Бір жақты байланысқан тізбек динамикалық деректер құрылымдарының негізгі түрлерінің бірі болып есептеледі. Бір бірімен нұсқау арқылы байланысқан, жадыда әр жерде орналасқан, көбейіп немесе азайып отыратын деректер тобы көптеген күрделі алгоритмдерде қолданылады (1-сурет). Осы құрылымды қолдану арқылы стек, кезек және дек құрылымдары құрылады [5-7]. Сонымен қоса бір жақты байланысқан тізбек хеш кестесінде де қолданылады [5].

Байланысқан тізбектерді өрнектеуді Python тілінде екі класты (түйін және тізбек) қолданып жүзеге асыруға да болады [1-4, 8, 9].



Сурет 1. Бір жақты байланысқан тізбек

Бір жақты байланысқан тізбекті Python тілінде бір класты ғана қолданып программалау мысалы.

```
class Node:          # тізбектің бір элементі (түйіні)
    def __init__(self, val):
        self.data = val
        self.next = None
def add(item):      # тізбекке элемент қосу функциясы
    global head
    new_node = Node(item)
    new_node.next = head
    new_node.data = item
    head = new_node
def remove(item):   # тізбектен элементті өшіру функциясы
    current = head
    previous = None
    found = False
    while current is not None and not found:
        if current.data is item:
            found = True
        else:
            previous = current
            current = current.next      # келесі түйінге ауысу
    if found:
        if previous is None:
            self.head = current.next
        else:
```

```

        previous.next = current.next
    else:
        print(item, ' - Value not found.')
def printList():
    # тізбекті экранға шығару (жазу) функциясы
    current = head
    while current is not None:
        print( current.data, end = " ")
        current = current.next
    print()
# негізгі программа
head = None
add(12)
add(13)
add(-25)
add(34)
printList()
remove(13)
printList()

```

Осы мысалдағы үлгі бойынша екі жақты байланысқан және сақиналы тізбектерді де программалауға болады.

### Екілік іздеу ағашы

Екілік іздеу ағашы үлкен көлемдегі деректер жиындарында (деректер қорын басқару жүйелерінде, эксперттік жүйелерде) ізделінген деректі жылдам табу үшін қолданылады. Python тілінде екілік іздеу ағашының алгоритмдерін программалау мысалы ретінде AVL ағашын қарастырамыз [6, 7]. AVL ағашының ерекшелігі оның тепе-теңдігінде (балансталған), яғни ағаштың кез келген түйінінің оң және сол жақ бұтақтарының биіктіктерінің айырмасы 1 ден аспауы керек. Ағашқа деректі енгізу немесе ағаштан деректі өшіру кезінде ағаш түйіндерінің тепе теңдігі бұзылады. 1-кестеде AVL ағашын теңестіру жолдары көрсетілген.

Кесте 1. AVL ағашын теңестіру жолдары

Тепе-теңдіктің бұзылу жағдайлары	Түзету әдісі
Түйіннің тепе-теңдік коэффициенті -2 және сол жақтағы түйіннің тепе-теңдік коэффициенті -1 болғанда	Солға қарапайым бұру (L)
Түйіннің тепе-теңдік коэффициенті 2 және оң жақтағы түйіннің тепе-теңдік коэффициенті 1 болғанда	Оңға қарапайым бұру (R)
Түйіннің тепе-теңдік коэффициенті -2 және сол жақтағы түйіннің тепе-теңдік коэффициенті 1 немесе 0 болғанда	Солға және оңға күрделі бұру (LR)
Түйіннің тепе-теңдік коэффициенті 2 және оң жақтағы түйіннің тепе-теңдік коэффициенті -1 немесе 0 болғанда	Оңға және солға күрделі бұру (RL)

Python тілінде AVL ағашының алгоритмдерін программалау мысалы.

```

class Tree(object):
    # ағаш құрылымы
    def __init__(self, data):
        # класс конструкторы
        self.data = data
        # ағаш түйініндегі дерек
        self.left = None
        # ағаштың сол жақ бұтағына нұсқау
        self.right = None
        # ағаштың оң жақ бұтағына нұсқау
        self.height = 1
        # ағаш түйінінің биіктігі
def calheight(node):
    # ағаш түйінінің биіктігін есептеу функциясы
    if not node.left:
        if not node.right:
            return 1
        else:
            return 1 + node.right.height

```

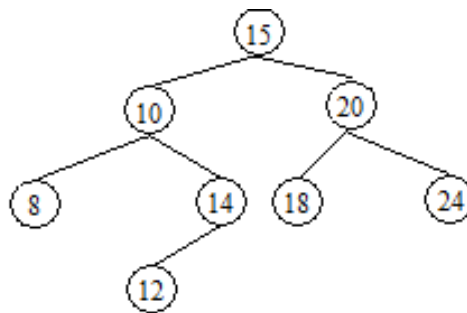
```
else:
    if not node.right:
        return 1 + node.left.height
    else:
        return max(node.left.height, node.right.height)+1
def balance(node):      # ағаш түйінінің тепе – теңдік коэффициентін есептеу функциясы
    if not node.left:
        if not node.right:
            return 0
        else:
            return -(node.right.height)
    else:
        if not node.right:
            return node.left.height
        else:
            return (node.left.height-node.right.height)
def rrotate(node): # R - бұру
    p=node.left
    node.left=p.right
    p.right=node
    node=p
    calheight(node.right)
    calheight(node)
    return node
def lrotate(node): # L - бұру
    p=node.right
    node.right=p.left
    p.left=node
    node=p
    calheight(node.left)
    calheight(node)
    return node
def drrotate(node): # LR - бұру
    node.left = lrotate(node.left)
    node = rrotate(node)
    return node
def dlrotate(node): # RL - бұру
    node.right = rrotate(node.right)
    node = lrotate(node)
    return node
def insert(node, d): # ағашқа жаңа дерек қосу функциясы, аргументтері
    # node - ағаш түбірі, d – енгізілетін дерек
    if node is None: # егер ағаш бос болса
        return Tree(d) # онда, дерек ағаш түбіріне орналастырылады
    if (d < node.data): # деректі екілік іздеу ағашының ережесі бойынша орналастыру
        if not node.left:
            node.left = Tree(d)
        else:
            node.left = insert(node.left, d)
            if(balance(node) == 2):
                if(balance(node.left) == 1):
                    node = rrotate(node)
                else:
                    node = drrotate(node)
    elif (d > node.data):
        if not node.right:
            node.right = Tree(d)
        else:
```



```
node.right = insert(node.right, d)
if(balance(node) == -2):
    if(balance(node.right) == -1):
        node = lrotate(node)
    else:
        node = dlrotate(node)
else:
    print(d, " - already exists")
node.height = calheight(node)
return node
def delete(node, d): # ағаштан деректі өшіру функциясы, аргументтері
                    # node - ағаш түбірі, d – өшірілетін дерек
if (d < node.data):
    node.left = delete(node.left, d)
elif (d > node.data):
    node.right = delete(node.right, d)
else:
    if not node.left:
        if not node.right:
            temp = node
            node = None
        else:
            temp = node.right
            node = temp
        del temp
    elif not node.right:
        if not node.left:
            temp = node
            node = None
        else:
            temp = node.left
            node = temp
        del temp
    else:
        temp = node.right
        while temp.left:
            temp = temp.left
        node.data = temp.data
        node.right = delete(node.right, temp.data)
if node:
    node.height= calheight(node)
    if(balance(node) > 1):
        if(balance(node.left) > 0):
            node = rrotate(node)
        else:
            node = drrotate(node)
    elif(balance(node) < -1):
        if(balance(node.right) < 0):
            node = lrotate(node)
        else:
            node = dlrotate(node)
return node
def treeprint(node): # ағашты жоғарыдан төмен қарастыру арқылы экранға жазу
if node is not None:
    print (node.data, ' ', end = ' ')
    treeprint(node.left)
    treeprint(node.right)
def size(node): # ағаштағы деректер санын есептеу функциясы
```

```
if node==None:
    return 0;
return (size(node.left) + 1 + size(node.right));
def find(node, a): # ағаштан деректі іздеу функциясы, аргументтері
    # node - ағаш түбірі, a – ізделінетін дерек
    if node == None:
        print(a, "- sany jok")
        return False # егер ізделінген дерек ағашта жоқ болса
    else:
        if a == node.data:
            print(a, "- sany bar")
            return True # егер ізделінген дерек табылса
        else:
            if a < node.data:
                return find(node.left, a)
            else:
                return find(node.right, a)
root = None # ағаш түбірі
k = [15, 10, 20, 24, 8, 14, 18, 12 ] # берілген сандар тізімі
root = insert(root, k[0]) # ағашқа бірінші санды орналастыру
for i in range(1, len(k)): # ағашқа қалған сандарды орналастыру
    insert(root, k[i])
treeprint(root) # ағаштағы деректерді экранға шығару
print()
print(size(root)) # ағаштағы дерек саны
print(find(root, 10)) # ағаштан 10 санын іздеу
print(find(root, 16)) # ағаштан 16 санын іздеу
delete(root, 20) # ағаштан 20 санын өшіру
treeprint(root)
```

Программада 2 суреттегі екілік іздеу ағашын қарастырылған.



Сурет 2. Екілік іздеу ағашының мысалы

Осы мысалдағы үлгі бойынша АВЛ, қызыл-қара және үйме ағаштарының алгоритмдерін программалауға болады.

### Графтарды Python тілінде анықтау.

Графтарды сыбайластық және түйістілік матрицалары арқылы анықтауды Python тілінде екі өлшемді тізім түрінде жазуға болады [5 -7, 10].

Сонымен қоса графтың сыбайластық тізбегін Python тілінде *сөздік арқылы* қарастыру көрнекі, әрі тиімді болады. Граф *төбелері* сөздіктің *кілті* болады, ал оған сыбайлас *төбелер тізімі* осы кілттің *мәні* болады.

Графты сөздік арқылы анықтау мысалы.

```
>>> graph = {'x1': ['x1', 'x3', 'x5'], 'x2': ['x2', 'x5'], 'x3': [], 'x4': ['x3'], 'x5': ['x4'], 'x6': ['x1', 'x5']}
>>> print( graph.keys())
```

```
dict_keys(['x1', 'x2', 'x3', 'x4', 'x5', 'x6'])
>>> print( graph.values())
dict_values(['x1', 'x3', 'x5'], ['x2', 'x5'], [], ['x3'], ['x4'], ['x1', 'x5'])
>>> graph['x1']
['x1', 'x3', 'x5']
>>> graph['x1'][0]
'x1'
>>> len(graph['x1'])
3
```

### Графты тереңдігінен қарастыру.

Граф төбелерін қарастырудың екі негізгі алгоритмі белгілі: графты «тереңдігінен» және «көлденеңінен» қарастыру [3]. Бірінші жағдайда алгоритмде стек құрылымы, ал екінші жағдайда – кезек құрылымы қолданылады.

Python тілінде графты тереңдігінен қарастыру алгоритмін програмалау мысалы.

```
def dfs(graph, root): # функция аргументтері: graph – граф құрылымы, root – бастапқы төбе
    path = [] # қарастыру тізімі, басында бос
    стек = [root] # стекке алғашқы төбені жазамыз
    while стек: # стек бос болғанша, қайталау
        node = стек.pop() # стектен кезекті төбені аламыз
        if node not in path: # егер ол төбе қарастырылмаған болса
            path.append(node) # онда оны стектегі қарастыру тізіміне қосамыз
            стек.extend([x for x in graph[node] if x not in path]) # стекке осы төбеге сыбайлас, бірақ әлі
            қарастырылмаған төбелерді қосамыз
        # print(стек) # стектегі төбелерді көріп отыруға болады
    return path # нәтиже, қарастырылу реті бойынша құрылған тізім
```

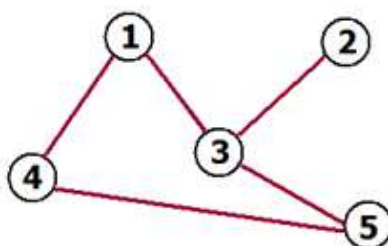
# негізгі программа

```
graph = { 1: [3, 4], 2: [3], 3: [1, 2, 5], 4: [1, 5], 5: [3, 4] } # графты сөздік арқылы анықтау
print(dfs(graph, 1))
```

Нәтиже.

```
[1, 4, 5, 3, 2]
```

Програмада 3 суреттегі граф қарастырылған.



Сурет 3. Граф мысалы

### Графты көлденеңінен қарастыру.

Python тілінде графты көлденеңінен қарастыру алгоритмін програмалау мысалы.

Бұл мысалда да 3 суреттегі граф қарастырылған.

```
def bfs(graph, root): # функция аргументтері: graph – граф құрылымы, root – бастапқы төбе
    path=[] # қарастыру тізімі, басында бос
    кезек = [root] # кезекке алғашқы төбені жазамыз
    while кезек: # кезек бос болғанша, қайталау
        vertex = кезек.pop(0) # кезектен келесі төбені аламыз
        if vertex not in path: # егер ол төбе қарастырылмаған болса,
```

```
path.append(vertex) # онда оны қарастыру кезегіне қосу
kezek.extend(node for node in graph[vertex] if node not in path) # осы төбеге сыбайлас, бірақ әлі
қарастырылмаған төбелерді кезекке қосамыз
# print(kezek) # кезектегі төбелерді көріп отыруға болады
return path # нәтиже, қарастырылу реті бойынша құрылған тізім
# негізгі программа
graph = { 1: [3, 4], 2: [3], 3: [1, 2, 5], 4: [1, 5], 5: [3, 4] }
print(bfs(graph, 1))
Нәтиже.
[1, 3, 4, 2, 5]
```

### Қорытынды

Алгоритмдер және деректер құрылымы пәнінде қарастырылатын күрделі алгоритмдерді программалау үшін студенттер программалау тілін жақсы білуі керек. Егер студенттер «Алгоритмдеу және программалау» пәнінде Python тілін меңгерген болса, онда күрделі деректер құрылымдарының алгоритмдерін де осы тілде программалауды үйрену керек. Деректер құрылымдарының алгоритмдерін кең тараған алгоритмдік тілдерде (Си, C++, Java және т.б.) қолдану туралы оқулықтар бар.

Қазіргі уақытта деректер құрылымдарының алгоритмдерін Python тілінде қолдану туралы оқулық қазақ және орыс тілдерінде де жоқ. Ашық дерек көздерінде Python тілінде бір күрделі құрылым екі класс арқылы өрнектеу көрсетілген. Дерек түйіні бір класс, ал деректің өзі (бір және екі жақты байланысқан тізбектер, ағаштар) екінші класс арқылы қарастырылған [8, 9].

Мақалада деректер құрылымдарын алгоритмдерін қарапайым құрылым түріндегі бір класс арқылы программалауға болатыны қажетті мысалдармен көрсетілген.

Python тілінде графтарды сөздік арқылы өрнектеу графты қолданудың көрнекі, әрі түсінікті әдісі болады. Басқа алгоритмдік тілдерде (Си, C++, Java және т.б.) сөздік ұғымы жоқ.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Lee K., Hubbard S. *Data Structures and Algorithms with Python*. - Springer, 2015, 363 p.
- 2 Dr. B. Agarwal. *Hands-On Data Structures and Algorithms with Python*. - Packt Publishing, 2018, 398 p.
- 3 Narasimha K. *Data Structures and Algorithmic Thinking with Python*. - CareerMonk Publications, 2016, 471p.
- 4 Лутц М. *Программирование на Python. Том 2*. – М.: Символ-Плюс, 2018, 992 с.
- 5 Хопкрофт Дж.Э., Ульман Д.Д., Ахо А.В. *Структуры данных и алгоритмы. Классическое издание*. – М.: Вильямс, 2018 г., 400 с.
- 6 Бабичев С.Л. *Лекции по алгоритмам и структурам данных*. – М.: МАКС Пресс, 2019, – 344с.
- 7 Павлов Л.А., Первова Н.В. *Структуры и алгоритмы обработки данных. Учебник*. – М.: Лань, 2020 г., 256 с.
- 8 *The Python Tutorial [Электронный ресурс]*. – URL: <https://docs.python.org/3/tutorial/datastructures.html#dictionaries> (оқылым күні: 15.01.2021)
- 9 *Python - Data Structure [Электронный ресурс]*. – URL: [https://www.tutorialspoint.com/python\\_data\\_structure/](https://www.tutorialspoint.com/python_data_structure/) (оқылым күні: 15.01.2021).
- 10 Тим Р. *Совершенный алгоритм. Графовые алгоритмы и структуры данных*. – М.: Питер, 2019 г., 256 с.

### Refereces

- 1 Lee K., Hubbard S. *Data Structures and Algorithms with Python*. - Springer, 2015, 363 p.
- 2 Dr. B. Agarwal. *Hands-On Data Structures and Algorithms with Python*. - Packt Publishing, 2018, 398 p.
- 3 Narasimha K. *Data Structures and Algorithmic Thinking with Python*. - CareerMonk Publications, 2016, 471p.
- 4 Lutc M. (2018) *Programmirovanie na Python. Tom 2*. []. М.: Simvol-Pljus, - 992. (In Russian)
- 5 Hopkroft Dzh.Je., Ul'man D.D., Aho A.V. (2018) *Struktury dannyh i algoritmy. [Data structures and algorithms]. Klassicheskoe izdanie*. – М.: Vil'jams,-, 400. (In Russian)
- 6 Babichev S.L. (2020) *Lekcii po algoritmam i strukturam dannyh. [Lectures on Algorithms and Data Structures]*.– М.: MAKS Press, – 344. (In Russian)
- 7 Pavlov L.A., Pervova N.V. *Struktury i algoritmy obrabotki dannyh. [Data structures and algorithms]. Uchebnik*. – М.: Lan',- 256. (In Russian)
- 8 *The Python Tutorial [Electronic resource]*. – URL: <https://docs.python.org/3/tutorial/datastructures.html#dictionaries> (оқылым күні: 15.01.2021)
- 9 *Python - Data Structure [Electronic resource]*. – URL: [https://www.tutorialspoint.com/python\\_data\\_structure/](https://www.tutorialspoint.com/python_data_structure/) (оқылым күні: 15.01.2021).
- 10 Tim R. *Sovershennyj algoritm. (2019) Grafovye algoritmy i struktury dannyh. [Perfect algorithm. Graph algorithms and data structures]*. М.: Piter,- 256. (In Russian)

*Ж.Ш. Бактыбаев<sup>1</sup>, М.С. Тұрысбекова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
\*e-mail: [zhanat09@mail.ru](mailto:zhanat09@mail.ru)*

## **БОЛАШАҚ ПЕДАГОГТАРДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ҚҰЗЫРЛЫҒЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ**

*Аңдатпа*

Мақалада Қазақстан Республикасының білім беруді дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы, Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңы, «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы секілді нормативтік құжаттардағы ақпараттандыру жағдайында оқушылар меңгеруге қажет білім, білік, дағдының көлемі арттырудың тиімділігі анықталған, құзыреттілік педагогтың ақпараттық теориялық және сауаттылық негіздері көрсетілген.

Мақалада ақпараттық қоғам жағдайында кез келген болашақ педагогқа ақпараттық білім негіздерін игерту, ақпараттық- коммуникациялық технология (АКТ) құралдарын өзіндік білім алуға қолдану мен оның мүмкіндіктерін кәсіби қызметтеріне танымдық және дидактикалық құрал ретінде пайдалану дағдыларын қалыптастыру қажеттілігі қарастырылған. Еліміздегі жоғары оқу орындарында болашақ педагогта мамандарын даярлау қажеттіліктері мен әлеуметтік –педагогикалық іс-әрекеттерінің негізгі бағыттары баяндалынады. Және де, болашақ педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығын қалыптастыру жайында анықтамалар мен еліміздің және шет елдік ғалымдардың еңбектеріне шолу жасалынған.

**Түйін сөздер:** ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, цифрлық Қазақстан, Интернет технологиялары, педагогтің әдістемелік жүйесі, ақпараттық-коммуникациялық құзырлық.

*Аннотация*

*Ж.Ш. Бактыбаев<sup>1</sup>, М.С. Тұрысбекова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ**

В статье определяется эффективность увеличения объема знаний, навыков и умений обучающихся в условиях информатизации в таких нормативных документах, как Государственная программа развития образования Республики Казахстан на 2020-2025 годы, Закон Республики Казахстан «Об образовании», Государственная программа «Цифровой Казахстан», рассмотрены теоретические основы грамотности информационно-коммуникационной компетентности педагога.

В статье рассматривается необходимость у любого будущего учителя в информационном обществе овладения основами информационных знаний, использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для самообразования и формирования навыков использования их потенциала как познавательного и дидактического инструмента в профессиональной деятельности. Описаны потребности будущих учителей в вузах страны и основные направления социально-педагогической деятельности. Также имеются ссылки на формирование информационно-коммуникативных компетенций будущих учителей и обзор работ отечественных и зарубежных ученых.

**Ключевые слова:** информационно-коммуникационные технологии, цифровой Казахстан, Интернет-технологии, методическая система педагога, информационно-коммуникационная компетенция.

*Abstract*

## **METHODOLOGICAL BASES OF FORMATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS**

*Baktybayev Zh.Sh.<sup>1</sup>, Turysbekova M.S.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

The article determines the effectiveness of increasing the volume of knowledge, skills and abilities of students in the context of informatization in such regulatory documents as the State Program for the Development of Education of the Republic of Kazakhstan for 2020-2025, the Law of the Republic of Kazakhstan "On Education", the State Program "Digital Kazakhstan", theoretical basics of literacy of information and communication competence of a teacher.

The article discusses the need for any future teacher in the information society to master the basics of information knowledge, use information and communication technologies (ICT) for self-education and develop skills to use their potential as a cognitive and didactic tool in professional activity. The needs of future teachers in the country's universities and the main directions of social and pedagogical activities are described. There are also links to the formation of information and communication competencies of future teachers and a review of the work of domestic and foreign scientists.

**Keywords:** information and communication technologies, Digital Kazakhstan, Internet technologies, methodical system of the teacher, information and communication competence.

### **Кіріспе**

Қазіргі кезде біздің қоғамымыз дамудың жаңа кезеңіне көшіп келеді. Бұл – ақпараттық кезең, яғни компьютерлік техника мен оған байланысты барлық ақпараттық-коммуникациялық технологиялар педагогтар қызметінің барлық салаларына кірігіп, оның табиғи ортасына айналып отыр. Қазақстан Республикасының білім беруді дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында «Қазіргі білім беру жүйесінің ажырамас бөлігі дамыған цифрлық инфрақұрылым болып табылады» деп көрсетілген [1]. Қазақстан Республикасының «Білім туралы» Заңының 11-бабының 9 тармағында оқытудың жаңа инновациялық технологияларын, оның ішінде кәсіптік білім беру бағдарламаларының қоғам мен еңбек нарығының өзгеріп отыратын қажеттеріне тез бейімделуіне ықпал ететін несиелік қашықтан оқыту, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды енгізу және тиімді пайдалану міндеті қойылған [2].

Ақпараттық-коммуникациялық құзырлық 2011 жылы енгізілген, цифрлық Қазақстан мемлекеттік бағдарламасында білім саласындағы ақпараттық-коммуникациялық құзырлық цифрлық сауаттылықпен сипатталды. “Цифрлық Қазақстан” мемлекеттік бағдарламасы бекітілді, білім саласындағы ақпараттық-коммуникациялық құзырлығын дамыту индексын 30 орынға дейін көтеру көзделіп отыр [3]. Осыған орай, қазіргі таңда еліміздің білім жүйесінде жаңашылдық қатарына ақпараттық кеңістікті құру енгізілді. Ақпараттандыру жағдайында оқушылар меңгеруге қажет білім, білік, дағдының көлемі күннен күнге артып, мазмұны өзгеріп отыр. Білім беру жүйесінде ақпараттық – коммуникациялық технологияларды қолдану арқылы білімнің сапасын арттыру, білім беру үрдісін модернизациялаудың тиімді тәсілдері пайдаланылуда және одан әрі жетілдірілуде. 2019 жылғы «Педагог» мәртебесінде де педагогтың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығына аса ден қойылған, себебі болашақ педагогтың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығы – оқу мен оқытудың тиімділігін арттыру негізі болып табылады [4]. Құзыреттілік педагогтың ақпараттық теориялық және сауаттылық негіздерін көрсетеді. Мысалы, еркін сөйлеу, кәсіби қажетті ақпаратты білуге, өңдеуге, оқушылармен өзара қарым-қатынасы және т.б.

### **Зерттеу нәтижелері**

Бүгінгі таңда жоғары мектепте ақпараттық білімді қалыптастыруда түрлі қиыншылықтар кездесуде. Атап айтсақ, педагогтардың біліктілігін арттыру жағдайында оқу бағдарламаларының мазмұны компьютерлік сауаттылықты қалыптастыру мен офистік бағдарламаларды үйретумен ғана шектеліп келеді. Бұл мазмұн ақпараттық-коммуникациялық құралдардың дамуына байланысты педагогтардың дайындық деңгейіне сай келмейді. Сондықтан, әлеуметтік сұраныстарға сай біліктілікті арттыру жүйесіндегі білім беру нәтижелерінің бірі ретінде педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығын қалыптастыру өзекті мәселе болып табылады.

Білім берудің қазіргі таңдағы даму кезеңі оқу-тәрбие үдерістері туралы ғылыми білімнің кіріктірілген саласы және жеке тұлғаның компьютерлік сауаттылығын қалыптастыру ретінде педагогика ғылымындағы іргелі салалардың арасындағы байланыстардың мәнділігінің артуымен және кіріктірілген бағыттармен сипатталады. Кіріктірілген бағыттардың бірі – білім беруді ақпараттандыру. Білім беруді ақпараттандыру оқыту мен тәрбиелеудің психологиялық-педагогикалық мақсаттарына жету үшін білім саласындағы барлық мағлұматтарды бір жүйеге келтіріп, жаңа білімді қалыптастыруды қамтамасыз ететін ақпаратты жинау, сақтау, тарату технологиялары мен құралдарын қолдануға бағытталған адамзат қызметінің ғылыми-практикалық саласы.

Білім беруді ақпараттандыру – білім беру жүйесінің барлық қызметіне ақпараттық-коммуникациялық технологияны енгізу, оны пайдалану, білім берудегі ұлттық моделді дамыту, білім беру сапасын арттыру және оқыту мен тәрбиелеудің психологиялық-педагогикалық мақсаттарын жүзеге асыру бағытында оның мүмкіндіктерін қолдану үдерісі.

Білім беруді ақпараттандыру келесі мақсаттарға, атап айтқанда:

- ақпараттық және телеқатынастық технологияларды пайдалану негізінде білім саласындағы барлық қызмет түрлерінің тиімділігін арттыруға;

- ақпараттық қоғам талабына сай жаңа формациядағы мұғалімдерді дайындаудың кәсіби сапасын жетілдіруге жетуді қамтамасыз етеді.

Білім беруді ақпараттандыру – бұл ақпараттық-коммуникациялық технология құралдар мен интерактивті жабдықтарды білім беру саласына қолданудың әдіснамалық және тәжірибелік құндылықтарының заңдылықтарын зерттеп, оқыту мен тәрбиелеудің психологиялық және педагогикалық мақсаттарына бағытталған білім беру ұйымдарын қамтамасыз ету үдерісі болып табылады.

Бұл үдеріс біліктілікті арттыру жүйесінде келесі бағыттар бойынша дамиды.

- педагогтардың біліктілігін арттыру механизміндегі ғылыми-педагогикалық ақпараттар мен ақпараттық-әдістемелік материалдарды автоматтандыру арқылы оның қолданылу аясын жетілдіру;

- ақпараттық қоғам жағдайында педагогтардың кәсіби даму бағыттарының міндеттерін негізге ала отырып, біліктілікті арттыру мазмұнын, әдістері мен оны ұйымдастыру түрлерін таңдау және оның әдіснамасын жетілдіру;

- педагогтардың ақпараттық қабілетін дамытуға, өздігінен білім алуға, түрлі ақпараттарды өздігінен өңдеу сияқты әрекеттерге бағытталған өзіндік білім алудың жүйесін ақпараттық-коммуникациялық технология арқылы құру.

Бұл мәселені шешу үшін қажетті ғылыми-теориялық алғышарттар жасалды. Олар А.К. Айламазян, Ю.К. Бабанский, А.А. Вербицкий, Л.Э. Зеер, В.С. Леднев, Д.Ш. Матрос, В.А. Слостенин, А.В. Усова, Н.М. Яковлева және т. б. педагогтер мен психологтардың жұмыстарымен анықталған. В.А.Слостенин "бұл білім берудің тиісті стратегиялық доктриналарын жүзеге асырудың әдіснамалық бағыттарын жүзеге асыратын оқу-тәрбие жүйесінің барлық компоненттерін негіздеуге деген көзқарас. Әрине, бұл тәсілдің өзі жалғыз болмауы мүмкін, ол қолданылатын білім беру стратегияларында балама болуға мүмкіндік береді" деген [5]. Күрделі педагогикалық процесс ретінде ақпараттық-коммуникациялық күзінеттіліктің қалыптасуын түсінуге сүйене отырып, оны түсіну әдіснамалық ретінде әр түрлі тұрғыдан жүзеге асырылуы керек, біз оны зерттеудің негіздерін жүйелі-әрекеттік және құзыреттілік тәсілдерімен негіздеуіміз.

Педагогтің әдістемелік жүйесі - бұл мақсатты, тұлғаның қалыптасуына, оқудың сапасына ықпал ететін мұғалімнің әдістемелік ұстанымы мен ұйымдастыру формаларының өзара байланысқан жиынтығы. Курсты ұйымдастырудың әдістемелік жүйесі педагогтың кәсіби іс-әрекетінің әдістемелік және ақпараттық құрамдарының қасиеттерін қанағаттандыратындай деңгейде ұйымдастырылуы керек. Педагогтардың біліктілігін АКТ бойынша қайта даярлауды ұйымдастыру барысында түрлі дидактикалық практикумдар сериясы ұсынылады. Мысалы, «Ақпараттық-коммуникациялық технология құралдарының мүмкіндіктерін оқу үдерісінде қолдану әдістемесі» атты практикалық жұмыстардың бағдарламасы келесі бөлімдерден тұрады:

Дидактикалық жүйелер және технологиялар. Дидактикалық жүйелер. Педагогикалық технология және инновация. Білім беру ұйымдарындағы инновациялық ізденістер. АКТ құралдарын қолдану арқылы оқыту тұжырымдамасы және технологиясы. АКТ құралдарының өзара сабақтастығы. Нәтижеге бағдарланған оқытудағы дидактикалық жүйелер мен технологиялар. Білім беру ұйымдарын басқару мен оқу-тәрбие үдерісінде АКТ құралдарын жүйелеп қолданудағы түрлі көзқарастар. Жобалау әдісі.

Оқу пәнін модельдеу негіздері. Мақсат қою және модельдеу. Түрлі технологияларды қолдану арқылы мазмұнды сұрыптап, даярлау. Технологияның тұжырымдамалық идеясына бейімдеп мазмұнды құру. Электрондық оқулықтардың мазмұндық құрылымы мен оған қойылатын талаптар. АКТ құралдарына бейімдеп мектеп пәндерін оқыту мазмұнына салыстырмалы талдау жасау.

Білімді стандарттау проблемалары. Педагогтардың АКТ-құзырлылығына қойылатын талаптар және оны стандарттау проблемалары. Біліктілікті арттыру жүйесінің стандарты және модульдік бағдарламалар. Курстың оқу бағдарламаларын талдау.

Заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолданудың психологиялық негіздері. Мектеп пәндерін оқытуда ақпараттық-коммуникациялық технологияның мүмкіндіктерін қолдану жолдары. Ақпараттық-коммуникациялық технологияның мүмкіндіктерін сатылап қалыптастыру технологиясы. Өзіндік бақылау және рефлексия. Оқушылардың ойлау қабілетін дамыту жолдары. Оқушылардың танымдық қабілетін қалыптастыру тәсілдері. Оқушының ізденістік қызметін АКТ

құралдары арқылы ұйымдастыру негіздері. Мектептің оқу жұмысын ұйымдастырудағы тұлғалық-іс-әрекеттік тәсіл.

Мониторинг жүргізуде АКТ құралдарын қолдану. Оқушылардың білімін тексеру бойынша мониторинг жүргізуде Электрондық Портфолионы қолдану жолдары.

Педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық технологияны қолдану әдістемесі. Қолданбалы программалық құралдарды қолданудың мүмкіндіктері. Web-технология. Flash-технология. Электрондық оқу материалдарын жасау технологиясы. Сайттар мен портал дар жасау әдістері.

Бірақ, аталған мәселелерді тек қайта даярлау курстарын ұйымдастыру барысында өткізу жеткіліксіз. Сондықтан біліктілікті арттыру жүйесінде педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын қалыптастыруды ұйымдастыру келесі бағыттарды қамтиды:

- педагогтарды санаттар бойынша жіктеп, АКТ-ның мүмкіндіктерін пәнді оқытуға жан-жақты қолдануды үйрету келешегін айқындау.

- облыстық (қалалық) біліктілікті арттыру институттарында арнайы, тақырыптық және проблемалық курстар санын арттыру.

- педагогтардың виртуальды ашық шығармашылық ортасын құру.

- педагогтардың ішінен ең үздік педагогикалық тәжірибелерді зерттеп, тарату [6].

Бірінші кезеңде педагогтар үшін пәнді оқытудың базалық ұғымдары және ақпараттық-коммуникациялық технология құралдарының мүмкіндіктері жан-жақты қарастырылған. Мектеп пәндері мазмұнының заманауи ақпараттық технологиялар құралдарының динамикалық өзгерісіне сәйкес әдістер мен құралдарды қолданумен байланысты мәселелерді де қарастыру ұсынылады.

Педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын қалыптастыруды ұйымдастыру үшін арнайы, тақырыптық және проблемалық курстарға бөліп өткізу қарастырылған. Үздіксіз біліктілікті арттыру арқылы педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын қалыптастыра аламыз. Егер мұндай бағытта өткізілмесе, онда бұл үдеріс сол күйінде өзгеріссіз қалады.

Педагогтар өз пәндеріне жан-жақты қолдану үшін ұсынылып отырған модульдерге қосымша пәндік ерекшеліктерге сәйкес, не болмаса, тереңдетіп үйренемін деушілерге байланысты тренингтер тақырыптары ұсынылып отыр. Тренингтің негізгі мақсаты педагогтардың интерактивтік технологияның мүмкіндіктерін жан-жақты үйрету мен олардың осы бағыттағы құзырлылықтарын қалыптастыруға негізделген.

Педагогтың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын қалыптастыруда курстық шаралармен шектелу мүмкін емес. Сондықтан аталған ойды жетілдіру үшін курсаралық шараларды өткізудің мәні мен маңыздылығы өте зор.

Семинар-тренингтер мен халықаралық, республикалық және облыстық ғылыми-тәжірибелік конференциялар «Информатиканың бүгіні мен келешегі», «Білім берудегі ақпараттық-коммуникациялық технологиялар», «Қашықтықтан біліктілікті көтеру проблемалары: бүгіні мен келешегі» тақырыптары бойынша үш жылда бір рет өткізіліп отырады. Оның мақсаты педагогтардың кәсіби құзырлылығы мен шеберлігін АКТ бойынша қалыптастыруға бағытталған.

Педагогтар үшін қашықтықтан біліктілікті көтеру курстарын өткізу қажет. Аталған курсты ұйымдастыру барысында педагогтар өздеріне қажетті әдістемелік көмектерді ала алатындай деңгейге жеткізу ұсынылады. Егер аталған курс ұйымдастырылатын болса, онда мұғалімдердің ақпараттық-коммуникациялық және кәсіби құзырлылығы қалыптасқан тұлға дайындалып шығады деген қорытынды жасай аламыз.

Педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын қалыптастыру оның мақсаттық-тұлғалық ретінде бөліп қарастыруды қажет етеді. Бұл бағытта келесі мәселелер негізге алынды:

- мұғалімнің сандық және сапалық құрамына талдау жасау;

- курсты сапалы түрде ұйымдастырудың мазмұндық құрылымын жасау; үздіксіз білім берудің мәніне талдау жасай отырып, курстарды ұйымдастыру әдістемесін жетілдіруді дамыту келешегін қарастыру;

- педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын кезеңдеп қалыптастырудың тәсілдерін жасау.

Сипатталған бағыттардың стратегиялық идеясы үздіксіз біліктілікті арттыру жүйесі арқылы педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын қалыптастыруды дамытуға негізделеді. Ақпараттық ортада педагогтардың мәртебесін арттыру және пән мазмұнының динамикалық



өзгерісіне сәйкес ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығы қалыптасқан тұлға ретінде қарастыру негізгі, әрі өзекті мәселелердің бірі болып табылады [7-8].

Курс барысында педагогтардың шығармашылық жұмыстарын ұйымдастыру үшін түрлі деңгейлердегі жұмыстар атқарылады: АКТ мүмкіндіктерін қолдану арқылы сабақтастырылған сабақтарды жасау, мультимедиа өнімдерін қолдану арқылы электрондық оқу материалдарын құру, мультимедиялық электрондық оқу-әдістемелік кешендерге қойылатын дидактикалық және техникалық талаптарды талқылау, аралас топтар құру арқылы интерактивтік жабдықтармен жұмыс жасау әдістерін меңгеру және т.б.

Курс соңында шығармашылық топтар дөңгелек үстел, көрме-презентациялар, шебер-кластар өткізу арқылы өзіндік жұмыстарын қорғайды. Курс барысында тыңдаушылардың сұранысына сәйкес тақырыптық консультациялар, практикалық сабақтар, Интернет-форумдар, ойын тренингтері, семинар мен конференциялар ұйымдастырылады.

#### Практика

Біліктілікті арттыру жүйесінде педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық технологияны игеру деңгейін айқындайтын диагностика жетілуі қажет. Сондықтан олардың білім деңгейіне байланысты шартты түрде бірнеше деңгейге бөлуге болады. Берілген деңгейлердің әрқайсысы бір-бірін толықтырып, шығып отыруы қажет. Мұндай диагностикалық зерттеулер арқылы тыңдаушылардың ақпараттық-коммуникациялық технологиялар мен интерактивтік жабдықтарды меңгеру деңгейі сапалы көрсеткіштерге жететіндігі жүргізілген зерттеулер барысында дәлелденді.

Педагогтардың АКТ-ны қолдану біліктілігі мыналар:

- АКТ-ның дидактикалық мүмкіндіктері туралы жалпы мағлұматтарының болуы;
- білім беру ұйымдарының бірыңғай ақпараттық кеңістігі туралы, ДК (дерес компьютер) құрылысы мен оның жұмыс істеуі, ақпаратты енгізу-шығару құрылысы, компьютерлік желілер мен оларды оқу-тәрбие үдерісінде пайдалану мүмкіндіктері туралы түсініктерінің болуы;
- жалпы білім беру саласындағы кәсіби пән қызметіне бағдарланған электрондық білім беру ресурстары мен электронды баспа нарығының үдерісі туралы мақсатты бағдарламаларды жүзеге асыру барысында орындалған сандық білім беру ресурстары туралы түсініктің болуы;
- сандық білім беру ресурстарын оқу-тәрбие үдерісіне енгізу әдістемесі негіздерін игеру;
- ақпараттық ортаны ұйымдастыру амалдарын, операциялық жүйе интерфейсін, файлдық операцияларды орындау, файлдық жүйе ретіндегі ақпараттық-білім беру ортасын ұйымдастыру амалдарын, қосымшалар мен электронды білім беру ресурстарын қондыру, жою және ақпаратты енгізу-шығарудың негізгі амалдарын меңгеріп қолдану;
- пәннің саласына сәйкес электрондық дидактикалық материалдармен жұмыс құжаттарын (үлестірмелі материалдарды, презентациялар, т.б.) офистік программалық құралдармен дайындаудың келесі әдістерін білу: а) мәтінді пернетақтадан енгізіп, оны форматтау тәсілін; ә) графикалық элементтері бар үлестірмелі материалдарды векторлық графика құрал-саймандарымен жұмыс амалдары арқылы дайындау; б) кесте мәліметтерімен жұмыс істеу (тізім, ақпараттық карта, қарапайым есептемелер жасау) амалдарын білу; в) графиктер мен диаграммалар тұрғызу амалдарын білу; г) педагогикалық тұрғыдан таныстыру, презентациялау (сабаққа, педагогикалық кеңесте шығып сөйлеуге, баяндамаға және т.б. арналған) әдістемесін білу;
- білім беруде пайдаланылатын көрнекі және дидактикалық материалдарға арналған графикалық иллюстрацияларды растр графикасы негізінде дайындаудың қарапайым амалдарын білу: а) растр бейнелерді кейіннен презентациялар мен Web-беттерде пайдалану үшін түзету және оңтайландыру амалдарын білу; ә) бейнелерді басып шығару, CD-дискіге жазу амалдарын меңгеру;
- интернет желісінің базалық сервистерін және технологиясын білім беруде пайдалану тұрғысынан білу: а) білім туралы ақпаратты WWW-дан навигациялау, іздеу, ақпараттарды алу және оны педагогикалық үдерісте кейіннен пайдалану үшін сақтау амалдары; ә) электрондық поштамен және телеконференциялармен жұмыс істеу амалдары; б) файл архивтерімен жұмыс істеу амалдары; с) Интернет-технологиялармен жұмыс істеу амалдары;
- білім беру үдерісін қашықтықтан ұйымдастыру технологиялары мен ресурстары және оларды педагогикалық жұмысқа кірістіру мүмкіндіктері туралы ұғымы болуы;
- оқу-тәрбие үдерісін қолдау сайтын жасаудың технологиялық негіздерін білу а) оқу-тәрбие үдерісін қолдану сайтының мақсаты, құрылымы, навигация және дизайн құралдары туралы түсініктерінің болуы; ә) web-бет құрылымы туралы мағлұматының болуы; б) білім беру ақпаратын

сайт-файл жүйесі түрінде көрсету мүмкіндігін қамтамасыз ететін сайтжасаудың қарапайым алдарын білу; в) оқу-тәрбие үдерісін қолдау сайты Интернетте жариялау амалын білу.

Педагогтарда ақпараттық-коммуникациялық технологияны қолдану біліктілігін қалыптастырудың негізгі тәсілдері:

- ақпаратты компьютермен өңдеу технологиясын теориялық және тәжірибе жүзінде оқып үйрену;
- түрлі (жалпы, арнайы, оқу) маңыздағы бағдарламалық қамсыздандыруды оқып-үйрену және оны оқыту барысында қолдану мүмкіндігін талдау;
- пәнді оқытуда АКТ-ны тәжірибеде пайдалану және оның тиімділігін негіздеу, дәлелдеу амалдарын әзірлеу;
- пәнді оқыту әдістемесін АКТ пайдалану мүмкіндігіне сәйкес өзгерту, телекоммуникация құралдары арқылы АКТ-ны сабақта қолдану тәжірибесін алмасу мәдениетіне баулу [9].

Ақпараттық-коммуникациялық технологияны жалпы білім беру пәндерін оқытуда қолдану табыстылығы мен тиімділігіне педагогтардың АКТ-ны қолдануға деген ынтасы болса, жалпы және оқулықтың мазмұнына сәйкес мультимедиялық электрондық оқулықтарын қолдануды меңгерсе, АКТ-ның пәнді оқыту жүйесіндегі орнын анықтай алса ғана кепілдік беруге болады.

Педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығын қалыптастыру мәселелерін шешу жеткіліксіз. Біліктілікті арттыру саласында АКТ құралдарын қолдану әдістері мен тәсілдері және олардың желілік шығармашылық қоғамын жетілдіру - білім беруді ақпараттандырудың негізгі мақсаттарын жүзеге асыру жайттарының бірі болып табылады.

Біліктілікті арттыру жүйесінің дәстүрлі моделінен ақпараттық қызмет пен ақпараттық өзара байланыстылыққа негізделген оқыту моделіне көшу білім беруді ақпараттандыру жағдайында педагогтардың белсенділігін дамыту мен оны пайдаланудың шарттарын құруға негіз болды. Біліктілікті арттыруды қалыптастыру жүйесі келесі компоненттерден тұрады: мақсаттылық, ынталандырушылық, мазмұндылық, тұлғалық әрекеттік, процессуалдық, басқарушылық, және бағалаушылық-нәтижелілік. Ақпараттық-коммуникациялық технологияны пайдалана отырып, біліктілікті арттырудың түпкі мақсаты - педагогтардың АКТ-ны пайдалану арқылы ақпараттық сауаттылығын арттыру, ақпараттық мәдениеті мен ақпараттық құзырлығын дамыту, ой-өрісін кеңейту, оларды жалпы, кәсіби- әдіснамалық мәдениеттің шынайы иелеріне айналдыру болып табылады [10].

Ақпараттық-коммуникациялық технологияның жеделдетіп дамуына байланысты курсты қашықтықтан оқытуды ұйымдастыру бағыттары қарастырылуда. Интерактивтік тақтаны оқу үдерісіне қолдану барысында педагогтардың АКТ бойынша құзырлықтарын қалыптастыру нормаларын айқындайтын курстар ұйымдастырылды. Қазіргі уақытта құзырлықтың бірнеше түрі бар, соның бірі - ақпараттық коммуникациялық құзырлық.

Ақпараттық-коммуникациялық құзырлықты қазіргі білім жүйесінің әр түрлі саласына ендіру барынша ауқымды және кешенді сипат алуда. Білімге ақпараттық-коммуникациялық құралдарын енгізу тың мүмкіншіліктер туғызады. Қазіргі таңдағы өзекті мәселелердің бірі қашықтан оқыту да, ақпараттық-коммуникациялық технологияның болашақ педагогтардың белсенділігін арттырады. Қазақстан Республикасындағы облыстарындағы жаңа ақпараттық – коммуникациялық технологиялар саласындағы құзыреттілікті пайдаланушылар үлесін пайыздық көрсеткішімен 1-кестеде көрсетеміз.

*Кесте 1. Қазақстан Республикасындағы облыстарындағы жаңа ақпараттық – коммуникациялық технологиялар саласындағы құзыреттілікті пайдаланушылар үлесі (пайызбен %)*

№	Қала аты	2018	2019	2020
1	Алматы	45,39%	62,79%	71,90%
2	Астана	32,59%	40,69%	65,90%
3	Қарағанды	41,89%	35,69%	55,70%
4	Қызылорда	47,69%	60,9%	78,1%
5	Шымкент	55,39%	70,23%	82,49%
6	Ақтау	39,23%	47,39%	65,29%
7	Семей	36,29%	42,59%	68,20%

Соңғы үш жылдағы ақпараттық-коммуникациялық құзыреттіліктерді қолдану заман талабына сай дамып келе жатқанын байқаймыз. Қазіргі заманғы болашақ педагог үшін оқыту пәніне иелік ету жеткіліксіз: ол оқыту процесінің тиімділігін арттыруға ықпал ететін маңызды элементтер ретінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялармен жұмыс істеуге құзырлы болуы керек. Тек ақпараттық-коммуникациялық құзыреттілік болашақ педагогқа оңтайлы білім деңгейіне жетуге мүмкіндік береді, сабақта және сабақтан тыс уақытта өз жұмысын оңтайлы ұйымдастыруға көмектеседі. Осыған байланысты, болашақ педагогте ақпараттық-коммуникациялық технологиялар саласындағы құзыреттілікті қалыптастыру қазіргі заманғы педагогикалық білім берудің басым міндеттерінің бірі болып табылады, өйткені ақпараттық-коммуникациялық технологияларды өз қызметінде белсенді және сауатты қолданатын педагог аймақтағы жалпы ақпараттық-коммуникациялық технологияларды дамыту үшін ынталандырушы факторлардың бірі болып табылады. Білім беруде ақпараттық-коммуникативтік технологияларды қолданудың теориялық негіздері саласындағы құзырлықтар оқытудың әртүрлі типтері үшін ақпаратты ұсыну тәсілдерін зерделеуге де бағытталған. Болашақ педагог ғылыми терминологияны игеруі керек, символдық белгілерді, формулаларды, ұғымдарды қолдануы керек, зерттелетін пән мен ақпараттық технологиялар саласында тұжырымдамалық аппараттың дамуына және қалыптасуына ықпал етуі керек [11].

Біздің ойымызша, ақпараттық құзырлылық ақпаратпен жұмыс істеу тек қазіргі ақпараттық технологияларды қолдана білу білігімен байланысты емес, сонымен бірге дәстүрлі технологияны қолдану біліктілігін де қамтуы тиіс.

Педагогтардың біліктілігін ақпараттық-коммуникациялық технология бойынша арттыру компьютерлік сауаттылық, қолданбалы программалық құралдармен жұмыс, мультимедиялық электрондық оқулықтарды жасау әдістері, интерактивтік тақта құралдары арқылы Флипчарттарды жасау әдістері, интерактивтік жабдықтармен жұмыс, онлайн режимінде интерактивтік сабақтарды құру технологиясы, Интернет желісімен жұмыс жасау әдістері, сайттарды және порталдарды жасау технологиясы т.б. мазмұндармен толықтырылып отырды.

Біліктілікті арттыру жүйесін ақпараттандырудың даму тарихына педагогикалық тұрғыдан талдау келесі даму бағыттарын айқындауға мүмкіндік берді. Біріншіден, материалдық-техникалық базамен қамтамасыз етудің динамикалық өзгерісі (компьютерлендіруден бастап интернеттендіруге дейінгі аралық қамтылған), яғни компьютер типтерінің жиі өзгеруі, білім беру ұйымдарының Интернет желісіне қосылуы, интерактивтік тақталармен жабдықтауы, қолданбалы программалық құралдармен қамтамасыз етілуі, желілік өзара қарым-қатынастарды ұйымдастыруға негізделген техникалық жабдықтар, мультимедиялық электрондық оқу-әдістемелік кешендер және т.б. Екіншіден, ақпараттық-коммуникациялық технологияны қолдану арқылы білім сапасын арттыруды ұйымдастырушылық-әдістемелік тұрғыдан жаңалау (біліктілікті арттыру институттарында АКТ саласын жетілдіруге байланысты құрылымдық бөлімдердің құрылуы, атап айтқанда, информатика кабинеті, ақпараттық технология орталығы, білім беруді ақпараттандыру бөлімі, қашықтықтан оқытудың аймақтық орталықтары және т.б.). Үшіншіден, педагогтардың ақпараттық теңсіздігін төмендетіп, шығармашылық деңгейде АКТ құралдарының мүмкіндіктерін қолдану (Президенттік, үкіметтік бағдарламаларды іске асырудан бастап, қолданбалы программалық құралдардың мүмкіндіктерін өздігінен педагогикалық қызметтеріне шығармашылық тұрғыдан қолдану), ашық программалық пакеттердің мүмкіндіктерін үйрету бағытында тренингтер ұйымдастыру, өздігінен электрондық сабақтар мен мультимедиялық электрондық оқулықтарды жасауға байланысты арнайы курстар өткізу және т.б. шараларды алуға болады.

Енді педагогтардың АКТ саласы бойынша біліктілігін арттыру мен қайта даярлау бағыттарын сипаттай отырып, олардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығын қалыптастыру мәселелерін атауға болады:

- әрбір аймақ өзінің білім берудегі ақпараттандыру бағдарламасын, оның ішінде білім беру саласында педагогтардың біліктілігін арттыру бағдарламасын, оқу жоспарларын және аймақтық біліктілік арттыру институттарымен тікелей (жоғары оқу орындарымен), әрі көлденең бағытта (өзара) байланыстарды жүзеге асыру;
- білім беруде АКТ құралдарын жүзеге асыру мүмкіндігін жан-жақты қарастыруда информатиканың іргелі ұғымдарын педагог мамандардың біліктілігін арттыру курстарының оқу бағдарламаларының мазмұнына енгізу;

- біліктілікті арттыру институттарында пән мұғалімдерін бастапқы компьютерлік дайындықтан және білім беру саласында интернет-ресурстары мен желілік технологияларды қолдануды тереңдетіп оқыту қарастырылады. Сонымен бірге отандық білім берудің іргелі бағыттарын сақтау және бағдарлы бағытта ақпараттық-коммуникациялық технологияны нақты оқу пәндерінде үйрету жеткіліксіз деңгейде екендігі анықталып отыр.

- педагогтардың біліктілігін арттыруға сәйкес ақпараттық-коммуникациялық технология құралдарын қолдану жеткілікті деңгейде қарастырылмай келеді, мысалы, педагогтарды қашықтықтан оқыту және қайта даярлау осы уақытқа дейін енгізілмей келеді [12].

Болашақ педагогтарға қойылатын талаптарға сәйкес оқу жұмыстарын ұйымдастыруға бағытталған педагог мамандардың келесі құзырлықтарын қалыптастырудың деңгейлері 2-кестеде қарастырылған.

*Кесте 2. Болашақ педагогтарға қойылатын талаптарға сәйкес оқу жұмыстарын ұйымдастыруға бағытталған педагог мамандардың құзырлықтарын қалыптастырудың деңгейлері*

<i>Пәндік</i>	<i>мамандық қызметтеріне байланысты қойылатын проблемаларды шешу қабілеттілігі</i>
<i>Аналитикалық бақылау</i>	<i>пәндік іс-әрекеттерін талдау мен бақылау проблемаларын шешу қабілеттілігі.</i>
<i>Ұйымдастырушылық</i>	<i>оқушылардың өзіндік іс-әрекеттерін ұйымдастыруға бағытталған проблемаларды шешу қабілеттілігі.</i>
<i>Бейімделген</i>	<i>қазіргі жағдайдың өзгерістері мен талаптарына сәйкес проблемаларды шешу қабілеттілігі.</i>
<i>Ынталы психологиялық</i>	<i>психологиялық, жекетұлғалық, жекетұлғалар арасындағы өзара қарама-қайшылықты шешу проблемаларының қабілеттілігі.</i>

Болашақ педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығын қалыптастыру дағдыларын мына түрде жіктей аламыз:

– ақпараттарды сұрыптау дағдысы; кез келген ақпараттық үдерістер (ақпараттарды жинау, кодтау, жіберу, сақтау, өңдеу, түрлендіру) мен жоғары деңгейдегі технологиялар құрамына енетін элементарлық ақпараттық-коммуникациялық технологиялар;

– орта деңгейдегі технологиялардың қызметін атқаруды іске асыратын және белгілі бір салалар бойынша технологияларды (мәтіндік процессор, кестелік процессор, деректер қоры, эксперттік жүйелер, гипермәтіндер, модельдеу жүйелері) қолдануға бағытталған базалық ақпараттық-коммуникациялық технологиялар;

– АКТ арқылы алған білімін практикамен байланыстыра білу дағдысы;

– өздігінен білім алудың ақпараттық ортасын құра білу дағдысы;

– онлайн режиміндегі интерактивтік сабақтарды талдай алу дағдысы;

– кәсіби іс-әрекетіне АКТ құралдарын сұрыптап, пайдалана алу дағдысы;

– интерактивтік қарым-қатынастар жасау арқылы тәжірибелерін ортаға салу дағдысы.

Тұжырымдар

Зерттеу барысында жалпы дидактикалық қағидаларға негізделген педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық технологияны меңгеру біліктілігіне қойылатын талаптарды қанағаттандыру қағидалары тұжырымдалды:

- ақпараттық-коммуникациялық технологияны қолдану бағыттары үш құраушы бөліктен тұрады, олар: білу, пайдалана білу, оқу жұмысында қолдана білу;

- педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық технологияны қолдану-біліктілігін жоғарғы оқу орындарында оқуға дейінгі кезеңде; жоғарғы оқу орындарында (ЖОО) оқу кезеңінде; біліктілікті арттыру кезеңінде; өздігінен біліктілігін арттыру барысында қалыптасады; педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық технологияны қолдану біліктілігіне қойылатын талаптарды жасағанда және диагностикалау барысында аталған құрамдар бөлінбейді, яғни кіріктірілген біліктілік анықталады;

- педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық технологияны қолдану-біліктілігіне қойылатын талаптарын жасау үшін нормативтік базаның қажеттілігі – тиісті уақыт кезеңінде жалпы орта білім беретін мектепте информатикаға және АКТ-ға даярлауға қойылатын талаптар мен педагогикалық

ЖОО-дағы (бұған қоса педагогикалық және әдістемелік даярлық) талаптарды белгілейтін құжаттар мен материалдар.

Қорыта айтқанда, ақпараттық-коммуникациялық күзiреттiлiктi қалыптастыру күрделi педагогикалық процесс болғандықтан, бiлiм жүйесiнде белсендiлiк пен күзiреттiлiктi қолдану оны әр түрлi тұрғыдан қарастыруға мүмкiндiк бередi. Ақпараттық мәдениеттi дамыту қазiргi педагогтың ақпараттық күзiрлiгiне қойылатын талаптарына сай анықталады:

1. қазiргi бiлiм беру жүйесiндегi ақпараттық кеңiстiк туралы бiртұтас түсiнiктi қалыптастыру (бүкiләлемдiк ақпараттық ресурстарға бағдарлау, ақпараттарды iздеу алгоритмi мен ақпараттарды аналитикалық-синтетикалық тұрғыдан өңдеу әдiстерiн меңгерту).

2. ақпараттық (дербес жағдайда, компьютерлiк) сауаттылық: оқу-әдiстемелiк, озық тәжiрибелердi зерттеу, ғылыми-зерттеу нәтижелерiн түрлендiру мен технологияларды қолдану әдiстерiн меңгерту; қолданбалы программалық құралдарды меңгерту; жаңа программалық құралдарды меңгерту.

3. өз қызметтерiн жаңа ақпараттық технологияның мүмкiндiктерiн пайдалану: жаңа ақпараттық технологияның мүмкiндiктерi туралы бiлiм; коммуникациялық қызметтердi пайдалану дағдысы; бiлiм беру процесiнiң ерекшелiктерiн ескере отырып, педагогикалық программалық құралдарды қолдану және оларды өз қызметтерiмiзге сәйкес бейiмдеп пайдалану.

Сонымен, бiлiктiлiктi арттыру жүйесiнде ақпараттық-коммуникациялық күзiрлiлiкты қалыптастыруда жоғарыда көрсетiлген әдiстемелер айтарлықтай орын алады деп ойлаймыз.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тiзiмi:

1 Қазақстан Республикасында бiлiм берудi және ғылымды дамытудың 2020 – 2025 жылдарға арналған мемлекеттiк бағдарламасын бекiту туралы/ Қазақстан Республикасы Үкiметiнiң 2019 жылғы 27 желтоқсандағы № 988 қаулысы/ <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900000988>

2 Қазақстан Республикасының «Бiлiм туралы» Заңы. 27.07.2007 ж. – URL: <http://adilet.zan.kz/kaz/docs>

3 «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттiк бағдарламасы, Қазақстан Республикасы Үкiметiнiң №827 Қаулысы, 12.12.2017 ж. URL: <https://zerde.gov.kz/upload/docs>

4 «Педагог мәртебесi туралы» Қазақстан Республикасының Заңы, № 293-VI ҚРЗ., 27.12.2019 ж. <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z1900000293>

5 Матрос Д.Ш., Полев Д.М., Мельникова Н.Н. Управление качеством образования на основе новых информационных технологий; Педагогическое общество России, М.; 2017. – 95 с.

6 Слатенин В.А. и др. Педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 192 с.

7 Мұхамбетжанова С.Т., Мелдебекова М.Т. Педагогтардың ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану бойынша күзiрлiлiктерiн қалыптастыру әдiстемесi. Алматы: ЖШС «Дайыр Баспа», 2010 ж. – 110 б.

8 Ospanova B.; Saktaganov B.; Rahmet U. Realization Of Variation Content Of University Education In The Context Of Professional Competence Formation Of Future Teacher Конференция: 3rd World Conference on Psychology and Sociology Местоположение: TURKEY публ.: NOV 06-08, 2014 PROCEEDINGS OF 3RD WORLD CONFERENCE ON PSYCHOLOGY AND SOCIOLOGY Серия книг: Procedia Social and Behavioral Sciences Том: 185 Стр.: 290-293 Опубликовано: 2015 URL: <http://apps.wojofknowledge.com>

9 Маркова А.К. Кәсiби күзiреттiлiктiң даму деңгейi, 2019. [https://ust.kz/word/pedagogtardyn\\_g\\_kasibi\\_kuziretiligin\\_damydyagy\\_adistemelik\\_jumystar](https://ust.kz/word/pedagogtardyn_g_kasibi_kuziretiligin_damydyagy_adistemelik_jumystar)

10 Полат Е.С. Бiлiм саласындағы жаңа педагогикалық және мәлiметтiк технологиялық жүйесi, 2000. – 148 б.

11 Imeridze M. IMPLEMENTATION OF THE EXPERIMENTAL MODEL OF FUTURE TEACHERS' MEDIA EDUCATION COMPETENCE FORMATION Автор: SCIENCE AND EDUCATION Выпуск: 1 Стр.: 102-106 Опубликовано: 2016 URL: <http://apps.wojofknowledge.com>

12 Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. – М.: Школа-Пресс, 1994. – 205 с.

#### Refereces

1 Kazakstan Respublikasynda bilim berudi zhane gylymdy damytudyn 2020 – 2025 zhyldarga arналған мемлекеттiк бағдарламасын бекiту туралы (2019) [About approval of the State program of development of education and science in the Republic of Kazakhstan for 2020-2025]. Kazakstan Respublikasy Ykimetinini 2019 zhyley 27 zheltoksandagy № 988 kaulysy/ <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900000988> (In Kazakh)

2 Kazakstan Respublikasynyn «Bilim turaly» Zany (2007) [Law of the Republic of Kazakhstan "On Education"] 27.07.2007 zh. – URL: <http://adilet.zan.kz/kaz/docs> (In Kazakh)

3 «Cifrlyk Kazakstan» мемлекеттiк бағдарламасы (2017) [State program "Digital Kazakhstan"] Kazakstan Respublikasy Ykimetinini №827 Kaulysy, 12.12.2017 zh. URL: <https://zerde.gov.kz/upload/docs> (In Kazakh)

4 «Pedagog martebesi turaly» Kazaxstan Respublikasynym Zamy (2019) [Law of the Republic of Kazakhstan "On the status of a teacher." ] № 293-VI ҚРЗ., 27.12.2019 zh. <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z1900000293> (In Kazakh)

5 Matros D.Sh., Polev D.M., Mel'nikova N.N. (2017) Upravlenie kachestvom obrazovaniya na osnove novyh informacionnyh tehnologij [Management of quality education on the basis of new information technologies]. Pedagogicheskoe obshchestvo Rossii, M.;- 95. (In Russian)

6 Slastenin V.A. i dr. (2017) Pedagogika: Ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ped. ucheb.zavedenij [Pedagogy: Textbook. student allowance. higher ped. учеб.заведений]. M.: Izdatel'skij centr «Akademija», – 192. (In Russian)

7 Muhambetzhanova S.T., Meldebekova M.T. (2010) Pedagogtardyn akparattyk-kommunikacijalyk tehnologijalardy qoldanu bojnynsha kuzrylyktaryn kalypastyru adistemesi. [Methods of formation of teachers' competencies in the use of information and communication technologies] Almaty: ZhShS «Dajyr Baspa», - 110. (In Kazakh)

8 Ospanova B.; Saktaganov B.; Rahmet U. Realization Of Variation Content Of University Education In The Context Of Professional Competence Formation Of Future Teacher Конференция: 3rd World Conference on Psychology and Sociology Местоположение: TURKEY публ.: NOV 06-08, 2014 PROCEEDINGS OF 3RD WORLD CONFERENCE ON PSYCHOLOGY AND SOCIOLOGY Серия книг: Procedia Social and Behavioral Sciences Том: 185 Стр.: 290-293 Опубликовано: 2015 URL: <http://apps.webofknowledge.com>

9 Markova A.K. (2019) Kasibi kuzyrettiliktin damy dengeji [Level of development of professional competence] [https://ust.kz/word/pedagogtardyn\\_kasibi\\_quzyrettiligin\\_damytydagy\\_adistemelik\\_jumystar](https://ust.kz/word/pedagogtardyn_kasibi_quzyrettiligin_damytydagy_adistemelik_jumystar) (In Kazakh)

10 Polat E.S. (2000) Bilim salasyndazy zhaңa pedagogikalық zhәне mәlimettik tehnologijalyқ zhyjesi [New pedagogical and information technology system in the field of education].- 148. (In Kazakh)

11 Imeridze M. IMPLEMENTATION OF THE EXPERIMENTAL MODEL OF FUTURE TEACHERS' MEDIA EDUCATION COMPETENCE FORMATION Avtor: SCIENCE AND EDUCATION Vypusk: 1 Str.: 102-106 Opublikovano: 2016 URL: <http://apps.webofknowledge.com>

12 Robert I.V. (1994) Sovremennye informacionnye tehnologii v obrazovanii: didakticheskie problemy, perspektivy ispol'zovaniya [Modern information technologies in education: didactic problems, perspectives of use] – M.: Shkola-Press, 1994. – 205. (In Russian)

МРНТИ 20.15.13  
УДК 004.4

DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.22>

Г.Т. Балакаева<sup>1</sup>, Ж.П. Базарбек<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
\*e-mail: [gulnurr76@gmail.com](mailto:gulnurr76@gmail.com)

## КӘСІПОРЫНДЫ БАСҚАРУ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІ ҮШІН ҚОЛДАНБАЛЫ МОДУЛЬДЕРДІ ӘЗІРЛЕУ

*Аңдатпа*

Бұл жұмыс кәсіпорынды басқару ақпараттық жүйесі үшін қолданбалы модульдерді әзірлеуге арналған. Зерттеу жұмысының мақсаты ақпарат алмасудың тиімділігін арттыру болып табылады. Жұмыста жүйелік тәсілді жүзеге асыру үшін зерттеу объектісінің барлық маңызды аспектілері жан-жақты зерттелген. Кәсіпорынды басқару ақпараттық жүйесі үшін қолданбалы модульдерді әзірлеу барысында MongoDB және .NET CORE технологиялары пайдаланылды. Кәсіпорындардағы деректер алмасу, дайындау, өңдеуді жеңілдету үшін деректер қоры құрылып, мүмкін болған барлық функциялары қолданылды. Кәсіпорын жүйесін басқаруға мүмкіндік беретін ақпараттық жүйенің екі модулі әкімшілік және кадрлық модуль жасалынды. Автоматтандырылған жүйе деректер алмасу барысында адами факторлар әсерінен кететін көптеген қателіктердің алдын алады. Деректерді жинақ түрінде сақтау арқылы, біз көп өлшемді деректермен жеңіл әрі жеделдетілген түрде өңдеп, ақпарат алмаса аламыз.

**Түйін сөздер:** кәсіпорынды басқару, ақпараттық жүйе, MongoDB, .NET CORE, жүйелік тәсіл, қолданбалы модуль.

*Аннотация*

Г.Т. Балакаева<sup>1</sup>, Ж.П. Базарбек<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Данная работа посвящена разработке прикладных модулей для информационной системы управления предприятием. Целью исследовательской работы является повышение эффективности информационного обмена. Для реализации системного подхода в работе всесторонне изучены все существенные аспекты объекта исследования. При разработке прикладных модулей для информационной системы управления предприятием были использованы технологии MongoDB и .NET CORE. Для упрощения обмена, подготовки, обработки данных на предприятиях создавались базы данных и использовались все возможные функции. Разработаны два модуля информационной системы, позволяющие управлять системой предприятия-административный и кадровый. Автоматизированная система позволяет избежать многих ошибок, которые происходят в процессе обмена данными под воздействием человеческих факторов. Сохраняя данные в виде сбережений, мы можем легко и ускоренно обрабатывать и обмениваться информацией с многомерными данными.

**Ключевые слова:** управление предприятием, информационная система, MongoDB, .NET CORE, системный подход, модуль приложения.

*Abstract*

## DEVELOPMENT OF APPLICATION MODULES FOR AN ENTERPRISE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM

Balakayeva G.<sup>1</sup>, Bazarbek Zh.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

This work is devoted to the development of application modules for the enterprise management information system. The purpose of the research work is to increase the efficiency of information exchange. In order to implement a systematic approach, all the essential aspects of the object of research are comprehensively studied. When developing application modules for the enterprise management information system, MongoDB and .NET CORE. To simplify the exchange, preparation, and processing of data, enterprises created databases and used all possible functions. Two modules of the information system have been developed that allow managing the enterprise system-administrative and personnel. The automated system allows you to avoid many errors that occur in the process of data exchange under the influence of human factors. By storing data as savings, we can easily and quickly process and exchange information with multidimensional data.

**Keywords:** enterprise management, information system, MongoDB, .NET CORE, systems approach, application module.



### **Кіріспе**

Қазіргі тез дамып жатқан бәсекелі коммерциялық ортада, икемделетін және қуатты құрушы компаниялар бәсекелестікке төтеп бере алады, шығындарды азайтуды қадағалап отырған компаниялар және прогрессивті деректер инновацияларын ұсыну арқылы коммерцияның шеберлігін арттырады. Деректер инновациясын қолдану – ақпараттық технологиялар дамыған уақытта жеңіске жету үшін компанияның әдіснамасының маңызды компоненті. Қазіргі кездегі ақпараттық технологиялар компанияларға жұмысшылар арасындағы табысты байланыс пен ортақ түсіністік үшін мәліметтер базасын құруға мүмкіндік береді, сонымен қатар әкімшіліктің барлық деңгейлерінде шешім қабылдауға дайындықты қолдайды [1].

Болашақта деректерді жаңарту саласындағы келісімдер жеке тұлғалардың, мәліметтер мен коммерциялардың біртұтас механикалық келісімдер кешені ретінде бірыңғай мәліметтер шеңберіне біріктірілуіне мүмкіндік беруі керек. Бұл жұмыстың мәні қазіргі заманғы Executive Information System (EIS) тұжырымдамасын қарастыру болып табылады: ішкі кәсіпорынды басқаруды дәстүрлі оңтайландырудан венчурлық мәліметтер шеңберіне көшу, ұқсас кәсіпорын интерфейсімен әрекет ететін барлық кәсіпорын серіктестері үшін ашық. Бұл жұмыстың ең басты мақсаты - венчурлық мәліметтер шеңберін жетілдіру шеңберіндегі көптеген заңдылықтарды тану [2].

Мәліметтер активтері әрекеттерді басқару шеңберінде өмірлік маңызды компонент болып табылатын әкімшілік таңдау жасау үшін өте маңызды. Кез-келген кәсіпорынның іс-әрекеті деректерді жинауға, дайындауға, жіберуге және орналастыруға арналған әкімшілендіруге байланысты. Іс-әрекеттің барлық негізгі бөлімдерінен шығатын мәліметтер ағындары барлық басқа құрылымдар сияқты бақылау мәселесі мен басқару органын біріктіретін ақпараттық шеңбер қалыптастырады [2]. Қадамдар бойынша әрекет жасау алға жылжудың, тұрақты жұмыс жасау мақсаттары мен мақсаттарын нақты түрде орындауға ықпал етеді. Зерттеу жұмысының мәні - тұтастай алғанда әкімшілік құрылымын игеру деңгейін арттыру үшін мәліметтер базасын сипаттау.

Ақпараттық желі дегеніміз - басқару мақсатына жету үшін ақпаратты жинауға, сұрыптауға, жүргізуге және шығаруға арналған ресурстардың, әдістердің және қызметкерлердің интеграцияланған жиынтығы. Қазіргі жағдайда ақпаратты өңдеудің негізгі техникалық құралы дербес компьютер болып табылады. Қазіргі заманғы ақпараттық жүйелердің көпшілігі ақпаратты емес, мәліметтерді түрлендіреді. Сондықтан оларды көбінесе мәліметтерді өңдеу жүйелері деп атайды [3].

Дегенмен, қазіргі кездегі өмірлік қызмет кезеңіндегі кәсіпорындарға тән ақпараттық жүйелердің ерекшеліктерін көрсету маңызды болып көрінеді.

Жүйе дегеніміз - бұл бағытталған әрекеттер үшін бір-бірімен өзара әрекеттесетін бөліктер мен элементтерден тұратын тұтастық. Кәсіпорынның ақпараттық жүйесінің элементтері ретінде технологиялық элементтер (ақпараттық модель, бағдарламалық жасақтама, техникалық база) және басқарушы элементтер (пайдалану жөніндегі нұсқаулық, өзгерістер енгізу, бағдарламалық жасақтама пакетін техникалық қолдау, пайдаланушыларды оқыту ережелері) ажыратылады [4]. Ақпараттық жүйенің негізін ақпарат құрайды. Ақпарат деңгейі - бұл субъективті шама, өйткені оны нақты қолданушы белгілейді. Ақпараттық жүйелерді зерттеу кезінде мәліметтер ұғымы жиі қолданылады, бұл оның мағынасы белгілі бір жағдайда қолданылған кездегі ақпарат [5].

### **Материалдар мен тәсілдер**

Кәсіпорынды басқару ақпараттық жүйесі үшін қолданбалы модульдерді эзирлеу барысында MongoDB және .NET CORE технологиялары пайдаланылды. MongoDB - кесте схемасын сипаттауды қажет етпейтін құжатқа негізделген мәліметтер базасын басқару жүйесі. Бұл NoSQL жүйелерінің классикалық мысалдарының бірі болып саналады, JSON тәрізді құжаттар мен мәліметтер базасының схемасын қолданады. Ол веб-дамытуда, атап айтқанда, JavaScript-ке негізделген MEAN стегінде қолданылады [6]. MongoDB-дің артықшылықтары:

1. Реляциялық мәліметтер базасынан айырмашылығы, MongoDB құжатқа негізделген мәліметтер моделін ұсынады, бұл MongoDB-ны жылдамырақ, масштабталатын және пайдалануды жеңілдетеді;

2. Оңтайлы платформа;

3. Қарапайым масштабтау: дерекқордың күрделі схемасының болмауы, деректерді сақтау тұжырымдамасының өзгерісі кезіндегі қайта құру қажеттілігі;

4. Деректерді сақтаудың ыңғайлылығы: дәстүрлі SQL-де кестелер болса, MongoDB -де жинақ бар. Ал, егер реляциялық мәліметтер базасында кестелерде қатаң құрылымдалған объектілердің бір типі сақталса, онда коллекцияда құрылымы әртүрлі және қасиеттер жиыны әртүрлі объектілер болуы мүмкін.



Сонымен қатар, егер реляциялық мәліметтер қорында жолдар сақталса, онда MongoDB құжаттарды сақтайды. Жолдардан айырмашылығы, құжаттар құрылымы бойынша күрделі ақпаратты сақтай алады [7].

.NET - бұл бағдарламалық жасақтаманың модульдік ашық платформасы. ASP.NET Core - бұл шағын веб-сайттардан бастап үлкен веб-порталдар мен веб-қызметтерге дейінгі әр түрлі веб-қосымшаларды құруға арналған технология. Бір жағынан, ASP.NET Core - ASP.NET платформасының дамуының жалғасы [8].

Бұл жұмыста кәсіпорын жүйесін басқаруға мүмкіндік беретін ақпараттық жүйенің екі модулі жасалынды. Бұл модульдер әкімшілік және кадрлық модуль болып табылады. Аталған модульдер кәсіпорын үшін жұмысты жеңілдетуге мүмкіндік береді, мысалы, жұмысқа қабылдау немесе жұмыстан шығу процестерін алсақ болады. Автоматтандырылған жүйе құжаттармен жұмысты едәуір жеңілдетеді және жеделдетеді. Бұл әдісті енгізу кезінде барлығы дерлік автоматтандырылған, оларды жеңілдету маңызды, ал адам факторының әсерімен байланысты білінбейтін қателіктер ықтималдығы төмендейді [9]. Мысалы, кадрлар бөлімі қызметкерді абайсызда өшіріп жіберуі немесе бөлімнен тыс жұмыс тағайындауы мүмкін. Автоматтандыруға қосылудағы барлық проблемалар жойылады, өйткені жүйе қандай құжаттарды және қайда жіберуді жақсы біледі. Автоматтандырылған жүйе жұмыс уақытын қысқартуға көмектеседі. Бұл жүйе кез-келген деректермен оңай жұмыс істей алады, ал адамға үлкен көлемді талдау қиын болады. Жүйе уақыт ішінде кез-келген бағытта есептер құруға мүмкіндік береді. Осылайша, бақылау және жұмыс процесі бойынша барлық жұмыс минимумға дейін азаяды.

Іске асырудың мақсаты - кадрлар бөлімінің қазіргі жұмыс жүйесінің жоғарыда аталған кемшіліктерін мүмкіндігінше жою және оған енгізілген функциялардың сапасына және мерзіміне оң әсер ететін сәттерді қосу:

- кейбір функцияларды орындау уақытын қысқарту;
- құжаттар мен есептерді автоматты түрде жасау;
- қарапайым және тривиальды іздеу;
- күндер мен кесте нөмірлерін автоматты түрде жоспарлау [10];

#### **Жұмыс сипаттамасы**

##### **1. Негізгі функциялар**

- жұмысқа алу/шығару
- жұмыс кезеңдері

##### **2. Барлық деректерді талдау**

Біз кадр қабылдау бөлімі кезінде барлық деректерді талдауға тиіспіз. Барлық қажетті деректер тексеріледі. Егер оқытушы немесе қызметкер барлық талаптардан өткен болса, бұйрық жасалады.

##### **3. Еңбек шартын жасасу**

Жұмысқа қабылдау кезінде қызметкер келісімшартты толтырады, онда ол өзінің мәліметтерін жазады. Бұл кадрлар бөлімімен жасалынады.

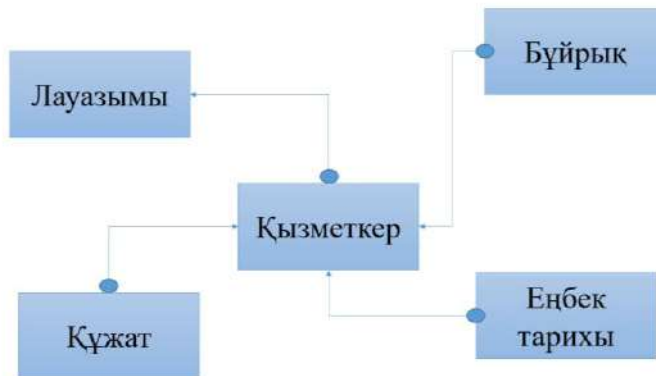
##### **4. Жеке іс қағазы**

Қызметкер кәсіпорынға жұмысқа орналасқанда, оған жеке парақша ашылады, онда жұмыс үшін қажетті барлық мәліметтер болады. Бұл файлдар мұрағатталатын болады. Файлда біз келесі деректерді көре аламыз:

1. Жеке деректер:
  - туған күні;
  - мекен-жайы;
  - төлқұжат туралы мәліметтер;
  - әлеуметтік жағдайы.
2. Тәжірибе туралы ақпарат;
3. Қызметкер қай жерде жұмыс істеді;
4. Қанша уақыт қызметте болды.

Автоматтандырылған жүйе құжаттармен жұмысты едәуір жеңілдетеді және тиімді етеді. Бұл әдіс іске асырылған кезде, барлығы толығымен автоматтандырылған болады, оларды жеңілдету өте маңызды, ал адам факторларынан туындаған кездейсоқ қателіктер ықтималдығы төмендейді [11]. Мысалы, абайсызда кадрлар бөлімі қызметкерді жұмыстан шығарып жіберуі немесе бөлімнен тыс жұмыс тағайындауы мүмкін. Автоматтандыруға қосылудың барлық проблемалары жойылады, өйткені жүйе нақты нені және қайда жіберу керектігін біледі (1-сурет). Автоматтандырылған жүйе

жұмыс уақытын қысқартуға көмектеседі. Бұл жүйе кез-келген деректермен оңай жұмыс істей алады, ал адамға үлкен көлемді талдау қиын болады. Жүйе қысқа уақыт ішінде кез-келген бағытта есептер құруға мүмкіндік береді. Осылайша, бақылау және құжат айналымы бойынша барлық жұмыстар минимумға дейін азаяды [12].

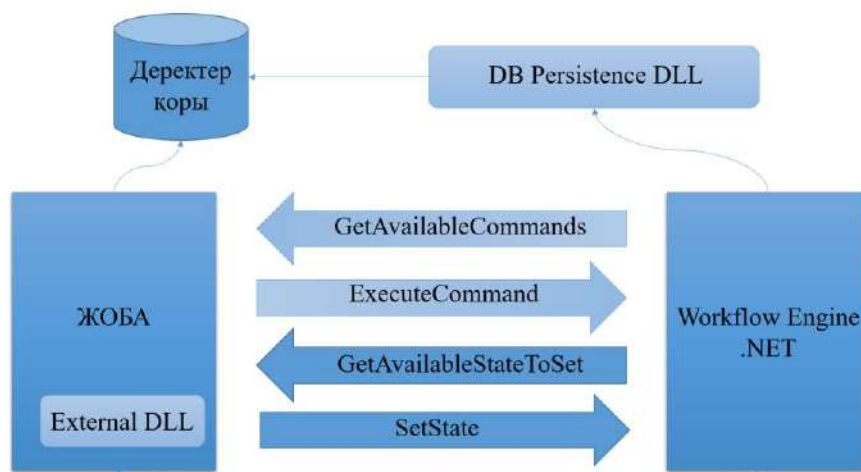


Сурет 1. Субъект қатынастарының сызбасы

**Жұмыс процесінің қозғалтқышы.** Құжаттарды мақұлдауымен жұмыс істеу үшін WorkflowEngine жаңа жүйесі қолданылды. Нарықта оның көптеген платформалары бар, бірақ бұл жаңа түрі [12]. Осылайша, бұл біздің жұмысымызға жұмыс үрдісін қосуға мүмкіндік беретін компонент.

Қолданудың артықшылықтары:

- Веб-шолғышта схема құрастырушысының әдісі;
- Жоғары өнімділік;
- Қолданбаның жұмыс процесіне оңай және жылдам қосу;
- Схема кезеңінде нақты уақыт режимінде реттеу;
- Деректер базасын жеткізушілер: MS SQL Server, MongoDB, RavenDB, Oracle, MySQL, PostgreSQL (2-сурет) [13].



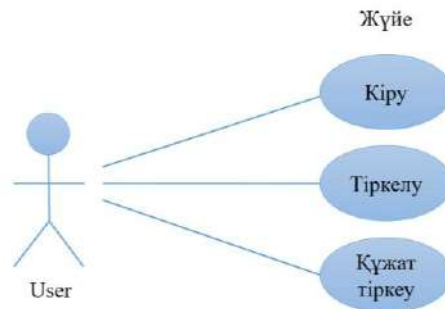
Сурет 2. Жобадағы жұмыс процесінің қозғалтқышы

### Ақпараттық жүйеде процестерді дамыту

Бұл жұмыс ASP.Net ядросында әзірленген және код Visual Studio-да жүзеге асырылады. Сонымен, мұнда жобаның деректер көзін, қолданушы интерфейсін және басқару логикасын жеке элементтерге бөлу қолданылды. Бұл қарапайым MVC модулі. Мұнда деректерді беретін және контроллерге

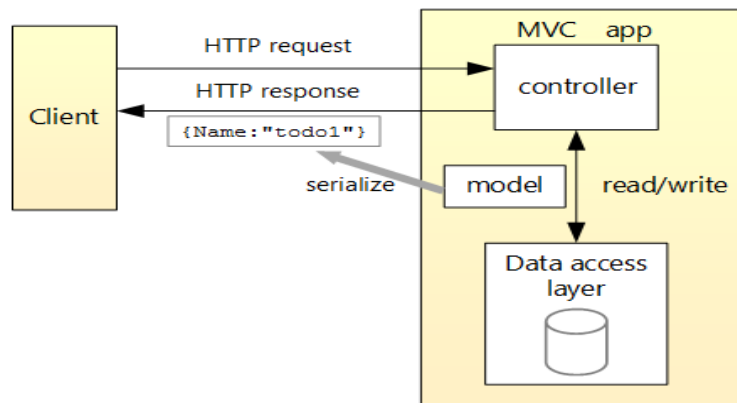
реакция беретін модель бар; модельдің өзгеруіне әсер ететін көрініс; пайдаланушыға өзгерістер қажет деген контроллер [13].

Мұнда пайдаланушының кіруге және шығуға болатындығын, оның парағына фотосуреттер қосуға болатындығын көрсететін пайдаланушы жағдайларының диаграммасы келтірілген (3-сурет).

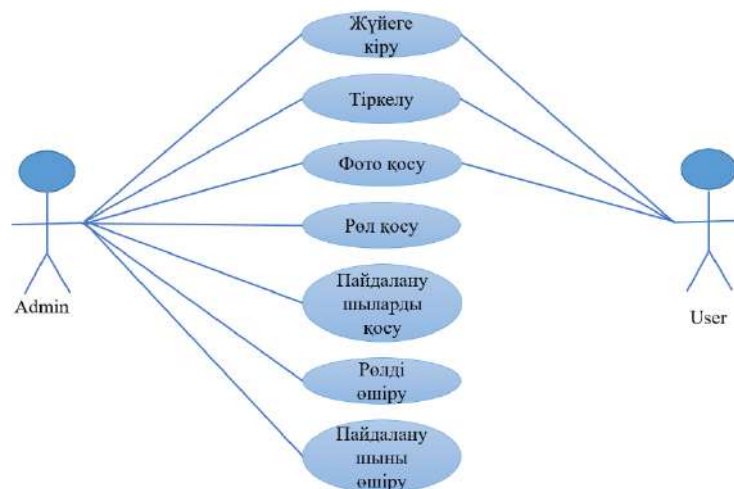


Сурет 3. Пайдаланушының пайдалану схемасы

Бірінші Visual Studio-да .Net Core-мен жұмыс істеуге қажетті барлық құралдарды жүктеу қажет. ASP жобасын құру кезінде шаблону жоқ таза тізімде жұмыс жасалынды. Сондай-ақ, модель, контроллер және көріністі білдіретін MVC simple-мен жұмыс жасау туралы шешім қабылданды (4-сурет).



Сурет 4. MVC қосымшасы



Сурет 5. Admin және пайдаланушының пайдалану іс диаграммасы

Әзірлеу кезінде пайдаланушыларға өз есептік жазбаларын мәліметтер базасына қосуға мүмкіндік беретін тіркеу және кіру модельдері жасалды. Тіркелу және кіру үшін модельдер, көріністер жасалды және есептік жазбаның контроллеріне кейбір функциялар қосылды.

**Нәтижелер.** Рөлдерді аяқтағаннан кейін жұмыс Workflow Engine-тен басталды. Келесі қадамда NuGet пакеттері орнатылды:

.NET Framework үшін:

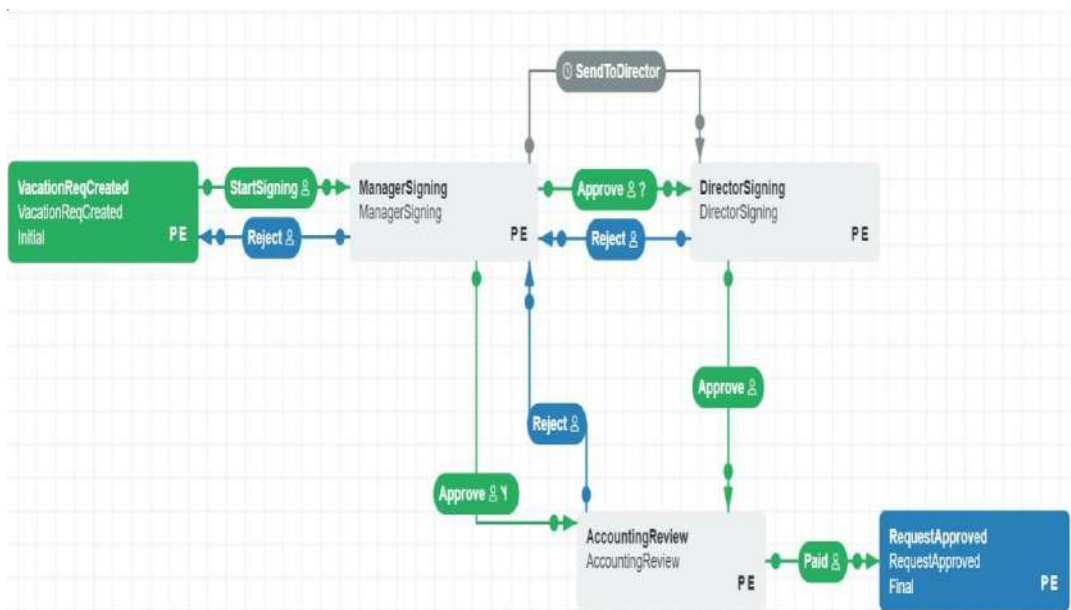
- WorkflowEngine.NET-Core
- WorkflowEngine.NET-ProviderForMSSQL

.NET Core үшін::

- WorkflowEngine.NETCore-Core
- WorkflowEngine.NETCore-ProviderForMSSQL [14].

Жұмыс процесі үшін актерлер, командалар мен таймер құрылып, орнатылды. Актерлерге өтпелердің бірін орындауға рұқсат етіледі.

Мысалы, демалыс сұранысының жұмыс процесі көрсетілген. 6-суретте іс-әрекеттер мен кезендерге өту процестері бар.



Сурет 6. Workflow Engine жұмыс процесінің көрінісі

Бұл суретте құжат айналымын көрсететін xml схемасы көрсетілген. Схемада 5 іс-шара бар. Онда жасыл түспен бастапқы белсенділік және көк түсте соңғы белсенділік бар. Әрекеттер арасында өтпелі және ауыспалы ауысулар болады, бұл актерға тұжырымдардың бірін таңдауға мүмкіндік береді.

7-суретте осы жұмыс процесіне қатысатын актерлер көрсетілген. Команданы кім орындайтынын көрсету қажет болған кезде ауысу параметрлері ұсынылған.

**Actors** ↗ ✕

Name	Rule	Value
Author		
Manager	IsDocumentManager	
Director	CheckRole	Director
Accountant	CheckRole	Accountant

Create

Save Cancel

Сурет 7. Актер параметрі

Осы актердің барлығы мәлімдемелердің бірін таңдаған кезде оған түсініктеме бере алады және келесі немесе алдыңғы актерларға құжаттың қазіргі жағдайы туралы бірнеше сөйлемдер қосады. Сондай-ақ, олардың әр актерге қатысты ережелері бар. Мысалы, Директордың Check Role функциясы ережесі бар. Өтпелі күйде атауды және әрекеттерді, қайда және қайда баратындығын белгілеу қажет. Әрі қарай, осы команданы берген актерлердің параметрлері және осында рұқсат етілгендей ауысу түрі бар (8-сурет).

Сурет 8. Өтпелі уақытты орнату

Менеджерден Директорға SendToDirector деп аталатын жіберілетін таймердің іске қосылуы бар. Келесіге дейін екі іс-шара белгіленді. Сонымен, 8-суретте және 9-суретте таймермен ауысу параметрлері көрсетілген.

Сурет 9. Таймер триггерінің ауысуы

xml схемасында параллель жұмыс процесі көрсетілген. Параллель жұмыс процесінің процесі параллель шоктармен орындалады [15]. Менеджер директорға сұраным жібергенде, ал параллель есепшіге сұрау жібергенде көрсетіледі. Осы директордан кейін, егер ол рұқсат берсе, есепшіге де сұраныс жібереді.

Қосымшаның негізгі функцияларын әзірлегеннен кейін барлық негізгі платформаларда қол жетімді есеп беру функциясын құру идеясы пайда болады. Ол үшін .Net Core функциясы STIMULSOFT-мен бірге қолданылады. STIMULSOFT-пен жұмыс істеу үшін қажетті пакеттерді орнатты. Жұмыс туралы, қызметкерлер туралы есептер ақпаратты тез алуға және өнімділікті арттыруға көмектеседі. STIMULSOFT сапалы есеп шығаруға көмектеседі.

Барлық кезеңдерде екі жақты таңдау бар. Олар актердің таңдауы бойынша артқа немесе алға қарай жүреді. Бұл қадамдар хабарламаны актерлерге бағыттайтын немесе қайта бағыттайтын батырмаларды білдіреді.

Нәтижесінде жұмысшыларға арналған басқару жүйесі дайын болды. Жұмыс процесінің жүйесі жаңа бағдарламаның көмегімен жасалды. Сондай-ақ, жұмыс туралы жартылай есептер әзірленді. Осылайша, жоғарыда сипатталған дамыған модульдер бізге қысқа мерзімде басқаруға, деректерді өзгертуге және қажетті ақпаратты алуға мүмкіндік берді.

### **Қорытынды**

Қорытындылай келе, бұл жұмыс корпорацияның басқару жүйесінің жетілдірілген нұсқасын жасауға арналған. .Net Core платформасы негізінде бұл модель бірнеше артықшылықтарға ие. Жоғарыда айтылғандай, платформа ашық және кросс-платформа болып табылады, бұл осы модульді қолдану аясын кеңейтуге мүмкіндік береді. Дамудың жаңа технологиялары қолданылды, олар бүгінде үлкен форматта қолданылмаған. Зерттеу жұмысына арналған қосымша ASP.Net Core MVC көмегімен жасалынды. Жұмыстың өзектілігі мынада: күн сайын компаниялар арасындағы бәсекелестік өсіп отырады және әр уақытта көлем ұлғаяды. Компанияны ұстап тұру үшін жүйені әрдайым жақсарту қажет. Бұл жұмыстың тұжырымдамасы сіз жұмысыңызды жылдам аяқтауға мүмкіндік беретін айналымдағы параллель процестерді қолдана алатындығыңызға байланысты өнімділікті арттыра отырып, қызметкерлерге бақылауды ұсынады.

Workflow Engine белгілі бір жұмыс үшін минималды өзгертулермен жұмыс процесін қосуға мүмкіндік береді. Бұл пәрменді қолдану өте ыңғайлы және оны сатып алуды білгенге дейін онымен тегін жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Ол тез дамығандықтан, компания қаржылық материалдар мен уақытты көп мөлшерде үнемдей алады. Соңында қосымшаның екі модулі жасалды: әкімшілік модуль және кадрлық модуль. Әкімшілік модуль барлық қызметкерлерді және кәсіпорынның одан әрі жұмысын басқаруға мүмкіндік береді. Кадрлық модуль персоналды басқаруға, оларға лауазым тағайындауға немесе жоғарылатуға мүмкіндік береді. Бұл жұмысты бүкіл компания кәсіпорын жұмысын жеңілдету үшін қолдана алады. Өзірленген модуль кәсіпорын қызметкерлерінің іс-әрекеттерін бақылау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

### *Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

- 1 Elena S., n.d. *Enterprise Information Systems Of New Generation*. [online] *Foresight.ifmo.ru*. Available at: <[http://foresight.ifmo.ru/ict/shared/files/201311/1\\_151.pdf](http://foresight.ifmo.ru/ict/shared/files/201311/1_151.pdf)>.
- 2 *Selecthub.com*. 2020. *ERP Examples | Examples Of ERP Systems For 2020*. [online] Available at: <<https://www.selecthub.com/enterprise-resource-planning/erp-examples-features-platforms/>>.
- 3 *Fossdoc.com*. 2020. *Классификация Информационных Систем Предприятий*. [online] Available at: <<https://fossdoc.com/ru/klassifikacija-informacionnyh-sistem>> .
- 4 *.NET Core*. (2020). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/.NET\\_Core](https://ru.wikipedia.org/wiki/.NET_Core)
- 5 Loudon Kenneth S., Loudon Jane P. (2009). *Management Information Systems: Digital Firm Management (11th ed.)* M Prentice Hall / CourseSmart. p. 164.
- 6 *Workflow Engine .NET: Main Page*. (2020). Retrieved from <https://workflowengine.io/api-reference/index.html>
- 7 *NuGet Gallery | Packages*. (2020). Retrieved from <https://www.nuget.org/packages>
- 8 *Basic Operations*. (2020). Retrieved from <https://workflowengine.io/documentation/main-terms/basic-operations/>
- 9 *Workflow Engine*. (2020). Retrieved 2020, from <https://workflowengine.io/documentation/workflowengine/>
- 10 *Information system | Definition, Examples, & Facts*. (2020). Retrieved 2020, from <https://www.britannica.com/topic/information-system>
- 11 *Поддержка платформы .NET Core 3.0 - Stimulsoft*. (2020). Retrieved 2020, from <https://www.stimulsoft.com/ru/blog/news/support-for-net-core-3-0>
- 12 *Information system | Definition, Examples, & Facts*. (2020). Retrieved 2020, from <https://www.britannica.com/topic/information-system>.
- 13 *Collaboration System - Computer Business Research*. (2020). Retrieved 2020, from <http://www.computerbusinessresearch.com/Home/enterprise-resource-planning-and-collaborative-systems/collaboration-system>
- 14 *Benchmarking cloud serving systems with YCSB / Brian F Cooper, Adam Silberstein, Erwin Tam et al. // Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing / ACM*. – 2010. – P. 143–154.
- 15 *Nayak Ameya, Poriya Anil, Poojary Dikshay. Type of NOSQL Databases and its Comparison with Relational Databases // International Journal of Applied Information Systems*. 2013. Vol. 5, no. 4. P. 16-19.



References

- 1 Elena S., n.d. *Enterprise Information Systems Of New Generation*. [online] Foresight.ifmo.ru. Available at: <[http://foresight.ifmo.ru/ict/shared/files/201311/1\\_151.pdf](http://foresight.ifmo.ru/ict/shared/files/201311/1_151.pdf)>.
- 2 Selecthub.com. 2020. *ERP Examples | Examples Of ERP Systems For 2020*. [online] Available at: <<https://www.selecthub.com/enterprise-resource-planning/erp-examples-features-platforms/>>.
- 3 FosSDoc.com. 2020. *Классификация Информационных Систем Предприятий [Classification of Enterprise Information Systems]* [online] Available at: <<https://fosSDoc.com/ru/klassifikacija-informacionnyh-sistem>> .
- 4 .NET Core. (2020). Retrieved from [https://ru.wikipedia.org/wiki/.NET\\_Core](https://ru.wikipedia.org/wiki/.NET_Core)
- 5 Loudon Kenneth S., Loudon Jane P. (2009). *Management Information Systems: Digital Firm Management (11th ed.)* M Prentice Hall / CourseSmart. p. 164.
- 6 Workflow Engine .NET: Main Page. (2020). Retrieved from <https://workflowengine.io/api-reference/index.html>
- 7 NuGet Gallery | Packages. (2020). Retrieved from <https://www.nuget.org/packages>
- 8 Basic Operations. (2020). Retrieved from <https://workflowengine.io/documentation/main-terms/basic-operations/>
- 9 Workflow Engine. (2020). Retrieved 2020, from <https://workflowengine.io/documentation/workflowengine/>
- 10 Information system | Definition, Examples, & Facts. (2020). Retrieved 2020, from <https://www.britannica.com/topic/information-system>
- 11 Platform support.NET Core 3.0 - Stimulsoft. (2020). Retrieved 2020, from <https://www.stimulsoft.com/ru/blog/news/support-for-net-core-3-0>.
- 12 Information system | Definition, Examples, & Facts. (2020). Retrieved 2020, from <https://www.britannica.com/topic/information-system>.
- 13 Collaboration System - Computer Business Research. (2020). Retrieved 2020, from <http://www.computerbusinessresearch.com/Home/enterprise-resource-planning-and-collaborative-systems/collaboration-system>
- 14 Benchmarking cloud serving systems with YCSB / Brian F Cooper, Adam Silberstein, Erwin Tam et al. // *Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing / ACM*. – 2010. – P. 143–154.
- 15 Nayak Ameya, Poriya Anil, Poojary Dikshay. *Type of NOSQL Databases and its Comparison with Relational Databases // International Journal of Applied Information Systems*. 2013. Vol. 5, no. 4. P. 16-19.

МРНТИ 20.01.45  
УДК 004.8:372.8

DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.23>

Е.Ы. Бидайбеков<sup>1</sup>, Л.Л. Босова<sup>2</sup>, Н.Т. Ошанова<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия

\*e-mail: nurzhamal\_o\_t@mail.ru

## ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

### Аннотация

В статье рассматривается обучение школьной информатике в условиях цифровизации образования. Представим краткую характеристику этапов, уже пройденных общеобразовательными школами России и Казахстана на пути цифровизации образования, и отметим особенности содержания обучения информатике на каждом из них. Различия в содержании школьного образования наших государств стали ощутимы только в последнее десятилетие; этот период мы рассмотрим более детально. Содержание школьного курса информатики, соединяя в себе фундаментальные и прикладные аспекты, должно непрерывно развиваться, обеспечивая тем самым, соответствие современному уровню развития области информатики и информационных технологий.

**Ключевые слова:** школьная информатика, ИКТ, компьютеризация, информатизация, цифровизация, цифровые технологии, робототехника.

### Аңдатпа

Е.Ы. Бидайбеков<sup>1</sup>, Л.Л. Босова<sup>2</sup>, Н.Т. Ошанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Мәскеу педагогикалық мемлекеттік университеті, Мәскеу қ., Ресей

## БІЛІМ БЕРУДІ ЦИФРЛАНДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДА МЕКТЕП ИНФОРМАТИКАСЫН ОҚЫТУ

Мақалада білім беруді цифрландыру жағдайында мектеп информатикасын оқыту туралы қарастырылған. Ресей мен Қазақстанның жалпы білім беретін мектептері білім беруді цифрландыру жолында өткен кезеңдердің қысқаша сипаттамасын ұсынамыз және олардың әрқайсысында информатиканы оқыту мазмұнының ерекшеліктері аталған. Біздің мемлекеттеріміздің мектеп білімінің мазмұнындағы Информатика пәні бойынша айырмашылықтар соңғы онжылдықта ғана байқала бастағандығы және бұл кезең толығырақ ұсынылып отыр. Мектептегі информатика курсының мазмұны іргелі және қолданбалы аспектілерді біріктіре отырып, үнемі дамып отыруы керек, осылайша информатика және ақпараттық технологиялар саласындағы қазіргі даму деңгейіне сәйкес келеді.

**Түйін сөздер:** мектеп информатикасы, АКТ, компьютерлендіру, ақпараттандыру, цифрландыру, цифрлық технологиялар, робототехника.

### Abstract

## TEACHING SCHOOL INFORMATICS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF EDUCATION

Bidaibekov Ye.Y.<sup>1</sup>, Bosova L.L.<sup>2</sup>, Oshanova N.T.<sup>1</sup>

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

The article deals with teaching school informatics in the context of digitalization of education. We will present a brief description of the stages already passed by general education schools in Russia and Kazakhstan on the path of digitalization of education, and note the features of the content of computer science training in each of them. The differences in the content of school education in our countries have become noticeable only in the last decade; this period will be considered in more detail. The content of the school course of computer science, combining fundamental and applied aspects, should be continuously developed, thereby ensuring compliance with the current level of development of the field of computer science and information technology.

**Keywords:** school informatics, ICT, computerization, informatization, digitalization, digital technologies, robotics

### Введение

Цифровые технологии широко и активно проникают во все сферы жизни общества: экономическую, политическую, социальную и духовную. Без них уже невозможно представить работу организаций, предприятий, больниц, школ, университетов, учреждений культуры; они есть в каждом современном доме. Происходящее на наших глазах преобразование методов осуществления



профессиональной деятельности во всех сферах жизни путем интеграции цифровых технологий и перехода к модели принятия решений, основанной на данных, принято называть цифровой трансформацией или цифровизацией. В условиях цифровизации радикально изменяется социальный заказ системе образования, основные требования к результатам которого формулируются в терминах базовой грамотности (языковой, числовой, естественно-научной, цифровой, финансовой, гражданской и научной), компетенций (критическое мышление, креативность, коммуникация, кооперация) и качеств характера (любопытство, инициативность, настойчивость, адаптивность, лидерство, социальная и культурная осведомленность) [1]. В свою очередь, возможность обеспечения подрастающему поколению качественного образования, отвечающего требованиям общества, непосредственно связывается с цифровой трансформацией образования, которая, по мнению А.Ю. Уварова, представляет собой масштабное и системное обновление целей и содержания обучения, инструментов, методов и организационных форм учебной работы в развивающейся цифровой среде, направленное на всестороннее развитие каждого ученика, формирование у него компетенций, необходимых для жизни в цифровом мире и деятельности в цифровой экономике [2].

Начало технологическому переоснащению общеобразовательной школы, благодаря которому в настоящее время мы можем говорить о цифровой образовательной среде, было положено в середине 80-х годов прошлого века, когда была принята программа ускорения социально-экономического развития Советского Союза. Решение об обеспечении компьютерной грамотности учащихся и широком внедрении электронной вычислительной техники в учебный процесс [7] входило в пакет мер по развитию электронной промышленности, повсеместному внедрению микропроцессорной техники, созданию роботизированных производств и ускорению научно-технического прогресса. Именно в 1985 году в учебные планы общеобразовательных школ России, Казахстана и других союзных республик был введен предмет «Основы информатики и вычислительной техники», на протяжении нескольких десятилетий сохранявший монополию на формирование цифровых навыков школьников.

### Методология исследования

Происходящему в наше время процессу цифровизации образования предшествовали процессы его компьютеризации и информатизации, которым сопутствовало освоение школьниками учебного предмета «Информатика» (рис.1). Проследим, как менялось его содержание на каждом этапе, и представим свое видение того, каким должно быть образование школьников в области информатики в условиях цифровизации.



Рисунок 1. Этапы на пути цифровизации образования и школьный курс информатики

Представим краткую характеристику этапов [2], уже пройденных общеобразовательными школами России и Казахстана на пути цифровизации образования, и отметим особенности содержания обучения информатике на каждом из них.

*Компьютеризация.* Некоторые характеристики этапа:

- компьютеры сосредоточены в компьютерных классах;
- учащиеся используют цифровые технологии, как правило, на уроках информатики; могут использовать на интегрированных уроках, проводимых учителями-предметниками вместе с учителем информатики в инициативном порядке;
- учащиеся используют цифровые технологии на учебных занятиях не более нескольких часов в неделю;
- доступный в школе цифровой контент ограничен по содержанию; он приобретается у компаний разработчиков и может разрабатываться учениками под руководством учителя информатики;

• по мнению руководителей и педагогического коллектива школы, проблемы использования цифровых технологий имеют второстепенное значение по сравнению с другими стоящими перед школой проблемами.

Цифровые технологии в содержании школьного курса информатики:

- алгоритмизация и программирование;
- практические навыки обработки текстовой, графической и числовой информации;
- знакомство с технологиями хранения информации;
- монополия школьного курса информатики на формирование цифровых навыков школьников.

*Информатизация.* Некоторые характеристики этапа:

• практически все работники школы (учителя и администрация) обеспечены персональными цифровыми устройствами;

- в каждой школе есть точка доступа к сети интернет; каждая школа имеет свой сайт;
- в каждом учебном кабинете имеется необходимое цифровое оборудование;
- многие учителя используют компьютеры в своей повседневной работе;

• учителя-предметники объединяются в сетевые сообщества – виртуальные методические объединения;

• доступный в школе цифровой контент ограничен по содержанию; школы получили доступ к ресурсам сети интернет (образовательным порталам, коллекциям и каталогам цифровых ресурсов); учителя-предметники начинают создавать цифровой контент;

• основная учебная работа с использованием цифровых технологий проводится в помещении школы или в виде домашних заданий;

• в школах параллельно с бумажными начинают использоваться электронные журналы и электронные дневники;

• использование цифровых технологий в школе ориентировано, преимущественно, на интересы и возможности учителей, а не учащихся.

Цифровые технологии в содержании школьного курса информатики:

- алгоритмизация и программирование;
- практические навыки обработки текстовой, графической, мультимедийной и числовой информации;

• знакомство с технологиями хранения информации, с сетевыми технологиями.

Завершая рассмотрение этапов компьютеризации и информатизации, являющихся, по сути, предысторией цифровизации, обратим внимание на то, что при их описании мы сознательно фиксировали внимание на характеристиках, инвариантных для общего образования России и Казахстана. Различия в содержании школьного образования наших государств стали ощутимы только в последнее десятилетие; этот период мы рассмотрим более детально.

### **Результаты исследования**

По мнению зарубежных и отечественных экспертов [2], активная фаза цифровизации в развитых странах началась в 10-х годах нашего века и приобрела массовый характер примерно пять лет назад. Назвав современное состояние системы образования как этап *ранней цифровизации*, перечислим его наиболее четко прослеживаемые черты:

• каждый обучаемый имеет доступ к высокоскоростному интернету, компьютеру и другому цифровому оборудованию в школе и дома;

• школы оснащены широким спектром цифрового оборудования, в том числе робототехнического оборудования, 3D-принтерами, комплектами виртуальной реальности и др.;

• в школе создана и функционирует развивающаяся цифровая образовательная среда;

• учителя-предметники активно используют цифровые учебные материалы, онлайн-сервисы и ресурсы, при необходимости применяют дистанционные образовательные технологии;

• расширяется спектр моделей использования интернета для обучения школьников; используются облачные технологии;

• одной из задач обучения в школе становится формирование цифровых навыков учащихся;

• в школах массово внедряются системы цифрового администрирования, положено начало переходу на безбумажный режим работы;

- школа все шире использует возможности цифровой среды для взаимодействия с учащимися, родителями и представителями местного сообщества;
- школьники, их родители, представители бизнеса и высшего образования проявляют большой интерес к содержанию школьного курса информатики.

Посмотрим, какова же в настоящий момент ситуация с информатикой в России и Казахстане, насколько она отвечает современным мировым тенденциям развития это учебного предмета.

*Информатика в общеобразовательных школах России.* Действующие федеральные государственные образовательные стандарты общего образования не предусматривают обязательного изучения информатики в начальной школе; многие теоретические аспекты информатики на уровне начальной школы интегрированы в курс математики, базовые пользовательские навыки осваиваются обучающимися в рамках курса технологии и отрабатываются в процессе использования средств ИКТ при изучении всех других предметов. Нет в настоящее время и обязательного изучения информатики в 5–6 классах, где, как и в начальной школе, курс информатики может быть включен в учебный план образовательной организации по выбору участников образовательных отношений.

Обязательным является изучение информатики в 7–9 классах; выпускники основной школы могут выбрать информатику в качестве выпускного экзамена.

В 10–11 классах информатика может изучаться на базовом или углубленном уровне в зависимости от выбранного профиля обучения, или не изучаться совсем. Выпускники 11 класса могут выбрать выпускной экзамен по информатике, результаты которого учитываются при поступлении в вузы на специальности и направления, связанные с информатикой и информационными технологиями.

Информатика входит в предметную область «Математика и информатика». Содержание современного российского школьного курса информатики структурировано по следующим тематическим разделам: «Введение» (Информация и информационные процессы. Компьютер – универсальное устройство обработки данных); «Математические основы информатики» (Тексты и кодирование. Дискретизация. Системы счисления. Элементы комбинаторики, теории множеств и математической логики. Списки, графы, деревья); «Алгоритмы и элементы программирования» (Исполнители и алгоритмы. Управление исполнителями. Алгоритмические конструкции. Построение алгоритмов и программ. Анализ алгоритмов. Робототехника. Математическое моделирование); «Использование программных систем и сервисов» (Файловая система. Подготовка текстов и демонстрационных материалов. Электронные (динамические) таблицы. Базы данных. Поиск информации. Работа в информационном пространстве. Информационно-коммуникационные технологии).

*Информатика в общеобразовательных школах Казахстана.* С 2012 года информатика является обязательным для изучения предметом в 7-9 и 10-11 классах в зависимости от направления обучения [4]; в содержание основного среднего образования включена образовательная область «Математика и информатика». С 2014 года введен учебный предмет «Информационные и коммуникационные технологии», обязательный для изучения в начальной школе. Выпускные экзамены по информатике в 9 и 11 классах не предусмотрены. Базовое содержание учебного предмета «ИКТ» для 1-4 класса в школах Казахстана структурировано по таким разделам как: «Компьютер» (устройства компьютера, программное обеспечение: назначение компьютерных программ, меню программ, запуск и завершение работы программы, использование команды открытия и сохранения файлов в компьютерных программах; безопасность: правила техники безопасности) «Представление и обработка информации» (графика: назначение графического редактора, открытие и сохранение рисунков, создание изображений с использованием инструментов редактора); «Вычислительное мышление» (алгоритмы: алгоритмы, исполнитель, составление и использование алгоритмов при создании рисунков в графическом редакторе). Содержание учебного предмета «Информатика» для 5-9 класса включает следующие разделы: «Компьютерные системы» (устройства компьютера; программное обеспечение; компьютерные сети); «Информационные процессы» (представление и измерение информации, создание и преобразование информационных объектов); «Компьютерное мышление» (моделирование; алгоритмы; программирование); «Здоровье и безопасность» (эргономика; информационная и онлайн безопасность).

Содержание предмета «Информатика» для 10-11 класса общественно-гуманитарного направления структурировано по следующим тематическим разделам: «Компьютерные системы» (облачные технологии; информационная безопасность); «Создание и преобразование информационных объектов» (теория дизайна; создание видео контента; веб-проектирование; 3D-моделирование);

«Информационные процессы и системы» (современные тенденции развития информационных технологий); «Разработки приложений» (мобильные приложения, IT Startup).

Содержание учебного предмета «Информатика» для 10-11 класса естественно-математического направления включает следующие разделы: «Аппаратное и программное обеспечение» (аппаратное обеспечение; программное обеспечение); «Представление данных» (системы счисления; логические основы компьютера; кодирование информации); «Информационные процессы и системы» (реляционная база данных; разработка базы данных; структурированные запросы; современные тенденции развития информационных технологий); «Создание и преобразование информационных объектов» (3D-моделирование; web (веб)-проектирование); «Разработка приложений» (алгоритмы и программы; мобильные приложения, IT Startup); «Компьютерные сети и информационная безопасность» (организация компьютерных сетей; меры безопасности при работе в сети).

*Школьная информатика в мире.* Характеризуя ситуацию со школьной информатикой в развитых зарубежных странах (США, Великобритания, Франция и др.) нельзя не отметить, что на протяжении многих лет информатика там подменялась пользовательскими курсами, в результате чего к концу первого десятилетия XXI века она, фактически, исчезла. В последнее десятилетие ситуация радикально изменилась: было признано, что информатика является строгой академической дисциплиной и имеет большое значение для будущего выпускников школ; в школы начали возвращаться курсы информатики, точнее компьютеринга, предполагающего три направления подготовки, каждое из которых дополняет другие и необходимо ученикам для успешной жизнедеятельности во все более цифровом мире: computer science (CS), информационные технологии (IT) и цифровая грамотность (DL) [5]. Достаточно подробное изложение подходов к организации обучения школьников информатике в отдельных странах представлено нами в работах [6] и [7], [8]. В зависимости от того, какое место занимает информатика в учебных планах школ, были выделены:

1) страны, учебные планы которых предусматривают обязательное изучение информатики (Англия, Китай, Ирландия, Литва, Словения, Франция и др.);

2) страны, учебные планы которых предусматривают факультативное изучение информатики (Германия, Нидерланды, Израиль, Испания, Италия, Португалия, Республика Корея, США, Эстония и др.);

3) страны, учебные планы которых не предусматривают изучение информатики как самостоятельной учебной дисциплины, но в обязательном порядке включают некоторое содержание в другие дисциплины (Финляндия, Новая Зеландия, Япония и др.);

4) страны, в которых изучение информатики подменяется освоением пользовательских курсов (Бельгия, Чехия и др.).

При этом следует подчеркнуть, что ситуация с официальным статусом курса информатики в системе образования многих зарубежных стран изменяется буквально на наших глазах: факультативное изучение предмета заменяется на обязательное; обязательное изучение предмета из старших классов «спускается» в среднюю и / или начальную школу и т.д. Кроме того, следует отметить, что за рубежом в последние годы приоритетное внимание уделяется курсам информатики для младших школьников, направленным на формирование и развитие их вычислительного (компьютерного) мышления, под которым понимаются «мыслительные процессы, участвующие в постановке проблем и их решения таким образом, чтобы решения были представлены в форме, которая может быть эффективно реализована с помощью средств обработки информации. ... вычислительное мышление пересекается с логическим мышлением и системным мышлением. Оно включает в себя алгоритмическое мышление и параллельное мышление, которые, в свою очередь привлекают другие виды мыслительных процессов, таких, как композиционные рассуждения, действия по шаблону, процедурное мышление и рекурсивного мышление» [9]. Завершая рассмотрение зарубежного опыта обучения школьников информатике, еще раз подчеркнем такие его черты, как: обязательность изучения соответствующих дисциплин; ранний старт и непрерывность. Что касается обучения информатике в школах России и Казахстана, то мы проигрываем ведущим зарубежным странам в непрерывности, а Россия еще и в том, что обязательное обучение информатике начинается поздно, с 7 класса. Отдельно остановимся на содержании школьного курса информатики, отметив, что нигде в мире этот вопрос не решен окончательно; особенно остро этот вопрос встал в период цифровизации, когда, осознав значение информатики для жизни и деятельности человека в цифровом мире, все участники образовательного процесса и широкие круги общественности озаботились тем, чему же надо «учить детей сегодня для их успеха завтра» [10].

## Дискуссия

Представление о том, как должно в идеале выглядеть содержание непрерывного курса школьной информатики, изложено в материалах Американской ассоциации учителей информатики (Computer Science Teachers Association — CSTA) [11]. Представленная CSTA рамочная программа построена вокруг пяти основных содержательных линий: 1) вычислительные системы; 2) сети и интернет; 3) данные и анализ; 4) алгоритмы и программирование; 5) влияние информационных технологий. Это содержание в том или ином объеме представлено во всех современных школьных курсах информатики; в том числе оно достаточно хорошо коррелирует с содержательными блоками курсов информатики для основной и старшей школы России и Казахстана. Содержание школьного курса информатики, соединяя в себе фундаментальные и прикладные аспекты, должно непрерывно развиваться, обеспечивая тем самым, соответствие современному уровню развития области информатики и информационных технологий. Рассмотрим более подробно отдельные новые компоненты содержания школьного курса информатики, тесно связанные с цифровизацией.

*Робототехника.* Перестройка экономики под цифровой формат влечет за собой развитие «умных» технологий, автоматизацию и роботизацию. Робототехника из узко профессиональной сферы на наших глазах становится частью современной технологической культуры и человеческой деятельности в целом. Социальная значимость робототехники (как и в свое время программирования) говорит о том, что она становится необходимым элементом общего образования. На сегодняшний день накоплен определенный опыт освоения робототехники в рамках внеурочной деятельности (кружки, соревнования и пр.). Вместе с тем, одной из важнейших задач является встраивание робототехники в содержание общеобразовательных учебных курсов, прежде всего, – в школьный курс информатики. Традиционно, в школьном курсе информатики присутствуют вопросы, связанные с управлением виртуальным исполнителем. Робототехнические устройства могут быть включены в курс информатики как новые исполнители алгоритмов, использование которых позволит учащимся: познакомиться с тем, как информация (данные) представляется в современных робототехнических системах; ознакомиться с влиянием ошибок измерений и вычислений на выполнение алгоритмов управления реальными объектами (на примере учебных автономных роботов). Школьники смогут научиться составлять несложные алгоритмы управления исполнителями с использованием основных управляющих конструкций последовательного программирования и записывать их в виде программ на выбранном языке программирования и выполнять эти программы. Они получат возможность познакомиться с понятием «управление», с примерами того, как компьютер управляет различными системами (роботы, летательные и космические аппараты, станки, оросительные системы, движущиеся модели и др.); познакомиться с учебной средой составления программ управления автономными роботами и разобрать примеры алгоритмов управления, разработанными в этой среде. У учеников будет возможность (в курсе информатики или во внеурочной деятельности): узнать о данных от датчиков, например, датчиков роботизированных устройств; получить представления о роботизированных устройствах и их использовании на производстве и в научных исследованиях. Именно робототехнический блок в курсе информатики основной школы является наиболее перспективной точкой содержательного роста самого предмета, уже на данном этапе демонстрируя учащимся современные направления развития отрасли информационных технологий и трансформацию инженерных профессий [12].

*Информационная безопасность.* Цифровая трансформация всех сфер общественной жизни обострила проблемы информационной безопасности – состояния защищенности информации, которой обладает человек, исключения недопустимых рисков её уничтожения, искажения и утечки, которые могут привести к невозможным потерям или ущербу для лица, обладающего этой информацией. Пропаганда экстремизма и терроризма в социальных сетях, возрастающая негативная роль запрещенной информации в Интернете, манипуляция сознанием и поведением детей, отсутствие цензуры становятся не только социальной, но и педагогической проблемой, поскольку ее решение напрямую зависит от уровня и качества образованности подрастающего поколения, степени зрелости личности и готовности ее к самореализации в обществе. В условиях повсеместного распространения Интернета, высокопроизводительных персональных компьютеров и разнообразных мобильных устройств речь идет о формировании культуры информационной безопасности у самых широких слоев населения, основополагающие принципы которой изложены в рекомендациях Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Суть данного документа очень коротко может передать словами «осведомленность» и «ответственность»: все граждане должны быть осведомлены

о необходимости обеспечивать информационную безопасность; ответственность – все граждане несут ответственность за информационную безопасность. Центр тяжести по вопросам формирования культуры информационной безопасности переносится сегодня на школьный курс информатики [13].

*Инновационные цифровые технологии.* Цифровое окружение современного человека с каждым днем становится все более полным и совершенным. Цифровые устройства и технологии активно используются в процессе изучения многих школьных дисциплин. По сравнению с другими школьными предметами общеобразовательный курс информатики обладает особыми свойствами:

- 1) информационные технологии являются не только средством обучения, но и объектом изучения;
- 2) ученики, их родители и учителя-предметники ожидают, что на уроках информатики школьникам объяснят, как «работает» новое средство обучения, а также научат им пользоваться.

### **Заключение**

Так, на протяжении нескольких десятилетий информатика и информационные технологии ассоциировались со стационарным персональным компьютером, установленным на нем локальным программным обеспечением и наличием сети, позволяющей обмениваться данными между ее узлами. Однако развитие вычислительной техники и распространение глобальной сети сделали возможным использование «облачных» вычислений, что подразумевает переход вычислительных ресурсов от дискретных устройств к общим централизованным кластерам, связанным посредством сети Интернет [14]. Компьютерная техника стала доступна каждому и в настоящее время является неотъемлемой частью быта для большей части современного общества. При этом явно прослеживается тенденция перехода от стационарных персональных компьютеров к более мобильным, переносным устройствам – ноутбукам, нетбукам, планшетам, смартфонам. Использование мобильных технологий в современном школьном курсе информатики подразумевает два аспекта:

- 1) обучающиеся изучают мобильные устройства, облачные и мобильные технологии;
- 2) школьники учатся применять облачные и мобильные технологии для решения разнообразных задач в условиях современной цифровой образовательной среды, обеспечивающей: обмен информацией и документами, необходимыми для учебного процесса, учащихся друг с другом и с преподавателями; выполнение совместных проектов при работе в группах; коллективное редактирование совместных документов; сетевой сбор информации от участников образовательного процесса; осуществление текущего и итогового контроля.

Еще один пример – технологии расширенной реальности (виртуальная реальность, дополненная реальность), позволяющее лучше воспринимать и понимать окружающую действительность; в образовании эти технологии обеспечивают наглядность, концентрацию внимания, вовлеченность, безопасность и эффективность. Так, приложения виртуальной реальности позволяют обучающимся ощутить, как работает гравитация, происходят физические взаимодействия в космосе; дополненную реальность применяют при проведении лабораторных работ по физике, химии и другим наукам.

Технологии виртуальной и дополненной реальности начинают входить в повседневную жизнь и профессиональную деятельность современного человека; в рамках общеобразовательного курса информатики школьники могут познакомиться с тем, как «устроены» эти технологии.

В настоящее время интенсивно развиваются направления, связанные с интеллектуальными методами обработки и анализа данных. Интеллектуальные системы анализа данных призваны минимизировать усилия человека, принимающего решения, в процессе анализа данных, а также в настройке алгоритмов анализа. Многие интеллектуальные системы анализа данных не только позволяют решать классические задачи принятия решения, но и способны выявлять причинно-следственные связи, скрытые закономерности в системе, подвергаемой анализу. Практически все профессии недалекого будущего будут связаны с интеллектуальными алгоритмами. Знакомить школьников уже сегодня с понятием искусственного интеллекта, его современными возможностями и направлениями развития – задача школьного курса информатики периода цифровизации [12].

Можно предположить, что значимые результаты этого цифровизации образования будут видны уже к концу наступающего десятилетия. Важно, чтобы информатика и учитель информатики, став важной частью и активным участником этого процесса, заняли достойное место в обновленной школе.

Список использованной литературы:

- 1 Компетенции «4К»: формирование и оценка на уроке: Практические рекомендации / авт.-сост. М.А. Пинская, А.М. Михайлова. – М.: Корпорация «Российский учебник», 2019. – 76 с.
- 2 Цифровая трансформация и сценарии развития общего образования / А.Ю. Уваров; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 108 с.
- 3 Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 марта 1985 г. № 271 «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс». URL: <http://vo.hse.ru/data/2015/04/20/1095612939/22post0.pdf>
- 4 Государственный общеобязательный стандарт основного среднего образования РК, Государственный общеобязательный стандарт начального образования РК, URL: <http://smk.edu.kz/>
- 5 Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers // URL: <http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf>
- 6 Босова Л.Л. Современные тенденции развития школьной информатики в России и за рубежом // Информатика и образование. 2019. № 1 (300). С. 22-32.
- 7 Босова Л.Л. Школьная информатика в России и в мире // Информатизация образования и науки. 2018. № 3 (39). С. 134-145.
- 8 Oshanova N., Anuarbekova G., Shekerbekova S., Arynova, G. Algorithmization and programming teaching methodology in the course of computer science of secondary school. Australian Educational Computing. -Australia, 2019. V.34. –Iss.1. EID: 2-s2.0-85077907420 ISBN: 1443833X 08169020
- 9 Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. Committee for the Workshops on Computational Thinking; National Research Council. 2010. The National Academic Press. 2010. 115 p.
- 10 Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования / И.Д. Фрумин, М.С. Добрякова, К.А. Баранников, И.М. Реморенко; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2018. – 28 с.
- 11 K–12 Computer Science Framework. 2016 // <http://www.k12cs.org>
- 12 Босова Л.Л., Самылкина Н.Н. Современная информатика: от робототехники до искусственного интеллекта // Информатика в школе. 2018. № 8 (141). С. 2-5.
- 13 Босова Л.Л. Об информационной безопасности в общеобразовательной школе // Информатика в школе. 2017. №7 (130). С. 5-9
- 14 Конева С.Н., Бидайбеков Е.Ы. Облачные технологии как инструмент цифровой трансформации образования // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Мат. IV Международной научной конференции. В двух частях. Красноярск, 2020. С. 454-461.

References

- 1 Kompetencii (2019) «4K»: formirovanie i ocenka na uroke: Prakticheskie rekomendacii [4K": formation and assessment in the lesson: Practical recommendations] avt.-sost. M.A. Pinskaja, A.M. Mihajlova. – M.: Korporacija «Rossijskij uchebnik», 76. (In Russian)
- 2 A.Ju. Uvarov (2020) Cifrovaja transformacija i scenarii razvitija obshhego obrazovanija [Digital transformation and scenarios for the development of general education]. Nacional'nyj issledovatel'skij universitet «Vysshaja shkola jekonomiki», Institut obrazovanija. M.: NIU VShJe, -108. (In Russian)
- 3 Postanovlenie CK KPSS i Soveta Ministrov SSSR ot 28 marta 1985 g. № 271 «O merah po obespecheniju komp'juternoj gramotnosti uchashhihsja srednih uchebnyh zavedenij i shirokogo vnedrenija jelektronno-vychislitel'noj tehniky v uchebnyj process». [On measures to ensure computer literacy of students of secondary educational institutions and the widespread introduction of electronic computing technology in the educational process. "] URL: <http://vo.hse.ru/data/2015/04/20/1095612939/22post0.pdf> (In Russian)
- 4 Gosudarstvennyj obshheobjazatel'nyj standart osnovnogo srednego obrazovanija RK, [State compulsory standard of basic secondary education of the Republic of Kazakhstan] Gosudarstvennyj obshheobjazatel'nyj standart nachal'nogo obrazovanija RK, URL: <http://smk.edu.kz/> (in Kazakh)
- 5 Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers // URL: <http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf>
- 6 Bosova L.L. (2019) Sovremennye tendencii razvitija shkol'noj informatiki v Rossii i za rubezhom [Modern trends in the development of school informatics in Russia and abroad]. INFO. № 1 (300). 22-32. (In Russian)
- 7 Bosova L.L. (2018) Shkol'naja informatika v Rossii i v mire [School informatics in Russia and in the world] Informatizacija obrazovanija i nauki. № 3 (39). 134-145. (In Russian)



## STEMMING OF KAZAKH LANGUAGE

*Bogdanchikov A.V.<sup>1</sup>, Baimuratov O.A.<sup>1</sup>, Ayazbayev D.A.<sup>1\*</sup>*

*<sup>1</sup>Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan*

*\*e-mail: [dauren.ayazbayev@sdu.edu.kz](mailto:dauren.ayazbayev@sdu.edu.kz)*

### *Abstract*

Nowadays natural language processing is widely used. For instance, it can be used to translate text, in search engines systems, text topic identification. Such applications require preprocessing of text. It should be done, because preprocessing of text can influence on system accuracy. Text preprocessing can be done by several ways. One approach is identifying root of word. Advantage of identifying root of word is that it can save memory of computer, because repeated roots will be saved one time. This paper describes stemming systems, which can identify root of word. In literature review part authors reviewed to stemming algorithms, which can identify roots of words of Russian, Uzbek, Turkish languages. Then authors proposed stemming system, which can identify root of word of Kazakh language. In current paper authors describe how their system works. To test the system words from various parts of speech were entered. Proposed system can identify roots of noun, verb, adjective, numeral words. The system response can be seen in table 1. Pictures below show what kinds of suffixes, endings can be concatenated with root of word of Kazakh language. However not all combinations are shown in pictures. In conclusion part advices for how to develop stemming system are written.

**Keywords:** stemming, morphology, suffix, ending, parts of speech, algorithms.

### *Аңдатпа*

*А.В. Богданчиков<sup>1</sup>, О.А. Баймуратов<sup>1</sup>, Д.А. Аязбаев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Сулейман Демирель атындағы университет, Қаскелең қ., Қазақстан*

**ҚАЗАҚ ТІЛІНІҢ СӨЗІНІҢ ТҮБІРІН АНЫҚТАЙТЫН ЖҮЙЕ**

Бүгінгі таңда табиғи тілді өңдеу кең пайдаланылады. Мысалы: бір мәтінді басқа тілге аудару үшін, іздеу жүйелерінде, мәтіннің тақырыбын анықтағанда қолданады. Бұндай қолданыстардың алғашқы сатыларының бірі – мәтінді өңдеу. Өйткені ол жүйенің дәлдігіне әсер ете алады. Мәтінді өңдеудің әртүрлі әдістер бар. Мәтінді өңдеудің бір әдісі – сөздің түбірін анықтау. Сөздің түбірін анықтау арқылы компьютердің жадысын үнемдеуге болады. Өйткені қайталанатын түбірлер бір рет қана сақталынады. Бұл мақалада сөздің түбірін табатын жүйелер туралы талқыланады. Авторлар әдебиетке шолу бөлімінде орыс, өзбек, түрік тілдерінің сөздерінің түбірін анықтайтын алгоритміне шолу жасай отырып, қазақ тілінің сөздерінің түбірін анықтайтын жүйеге ұсыныс береді. Мақалада авторлардың жүйелері қалай жұмыс істейтіні жайлы жазылған. Жүйенің қаншалықты дәл істейтінін тексеру үшін авторлар жүйеге әртүрлі сөз таптарындағы сөздерді енгізді. Жүйе зат есімнің, етістіктің, сын есімнің, сан есімнің түбірлерін таба алады. Жүйенің қайтарған жауабын 1-кестеден көруге болады. Мақаланың суреттерінен қазақ тілінің сөзінің түбіріне қандай жұрнақтарды, жалғауларды жалғауға болатынын көруге болады. Дегенмен, суреттерде барлық қиыстырулар көрсетілмеген. Авторлар мақаланың қорытынды бөлімінде сөздің түбірін анықтайтын жүйені қалай жасау керектігіне кеңес береді.

**Түйін сөздер:** сөздің түбірі, морфология, жұрнақ, жалғау, сөз таптары, алгоритмдер.

### *Аннотация*

*А.В. Богданчиков<sup>1</sup>, О.А. Баймуратов<sup>1</sup>, Д.А. Аязбаев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Университет имени Сулеймана Демиреля, г. Каскелен, Казахстан*

**СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ КОРЕНЬ СЛОВА КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА**

На сегодняшний день обработка естественного языка широко применяется. Например, ее можно применить: при переводе текста, в поисковых системах, при определении темы текста. В таких применениях сначала следует предварительно обработать текст, так как она может повлиять на конечный результат. Существуют разные методы предварительной обработки текста. Одним из них является: определение корня слова. Данный метод может сберечь память компьютера. Потому что, повторяющиеся корни будут сохранены один раз. В данной статье рассматриваются разные системы, которые могут определять корни слов. В обзоре литератур рассматриваются алгоритмы для русского, узбекского, турецкого языков. Далее авторы предлагают свою систему, которая может определять корень слова казахского языка. В статье авторы описывают как работает их



система. Чтобы проверить точность работы системы, было введено слова из разных частей речи. Предложенная система может определять корни имен существительных, прилагательных, числительных, глаголов. Ответ системы можно увидеть в таблице №1. Из рисунков статьи можно увидеть какие суффиксы, окончания можно соединять с корнями слов казахского языка. И тем не менее, в рисунках приведены не все комбинации. В заключении авторы дают советы по разработке системы, которая может определять корни слов.

**Ключевые слова:** корень слова, морфология, суффикс, окончание, части речи, алгоритмы.

## 1 Introduction

Nowadays application of natural language processing is wide. For instance, it can be used to explore people's opinions regarding some topic [1], in search engine system to recommend query [2], in machine translation systems and topic identification [3]. Sometimes text should be preprocessed. It is necessary to get better result. Preprocessing can be done by several ways. One approach is preprocessing by stemming. Stemming is the process of identifying root of word by removing the last characters from it [4]. The last characters can be suffixes, endings. For instance, to identify root of Kazakh word “қасқырдан”, the last characters will be deleted until left part will be found in dictionary. In this case when ending “дан” will be deleted, word “қасқыр” will be found in dictionary. Hence “қасқыр” will be root. For languages with a lot of suffixes, endings stemming can be useful. Because there is no need to store all word forms, hence computer memory can be saved. In addition, stemming can be applied in spell checking systems. Currently there are many stemming algorithms, but all of them cannot be applied to the same language. It is because of languages can have different rules. In this paper we propose our stemming system for the Kazakh language.

## 2 Literature Review

Stemming can be preprocessing step of some analysis. Hence it can influence on the result of experiment. Nowadays there are many stemming algorithms for various languages. For example, in works [5-8] authors described algorithms respectively for Kazakh, Russian, Uzbek, Turkish languages. Languages can have different rules. Therefore one algorithm designed for specific language cannot be applied to other languages. In [6] stemming algorithm is written in Snowball string processing language. Snowball has compiler, which can translate Snowball program into source code of programming languages like C#, Go, Java, Javascript, Object Pascal, Python and Rust. In [7] authors discussed about Lovins stemmer, Porters stemmer, Dawson stemmer, Paice/Husk stemmer and Krovetz stemmer. In [7] authors tested Lovins and Paice/Husk stemmers by Uzbek words. After evaluating existing stemmers authors proposed their Uzbek stemmer. In [8] authors discussed about “A-F”, “L-M” algorithms to find out root of word. Authors of [9] paper developed stemming system for Arabic language. To identify root of word authors used FARASA text processing toolkit and Lucene library. Peculiarity of their stemming system is that it can identify plurality form of word.

## 3 Methodology

Kazakh language is an agglutinative language. According to [10] it has 10 parts of speech. In this paper following parts of speech were analyzed: noun, verb, adjective, numeral. [11] was used as a stemming dictionary. [11] was chosen because it contains part of speech. Pictures 1, 2, 3, 4 respectively show what kinds of suffixes and endings can be concatenated with noun, verb, adjective, numeral of Kazakh language. However they don't show all concatenation combinations.



Figure 1. Concatenation of noun with suffixes, endings

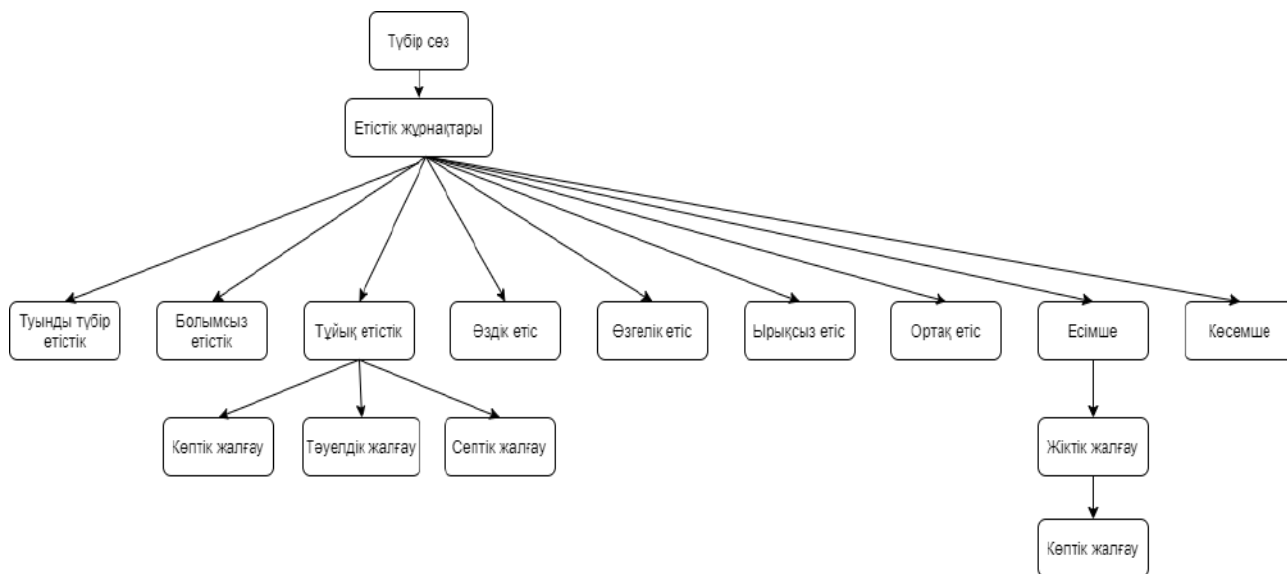


Figure 2. Concatenation of verb with suffixes, endings

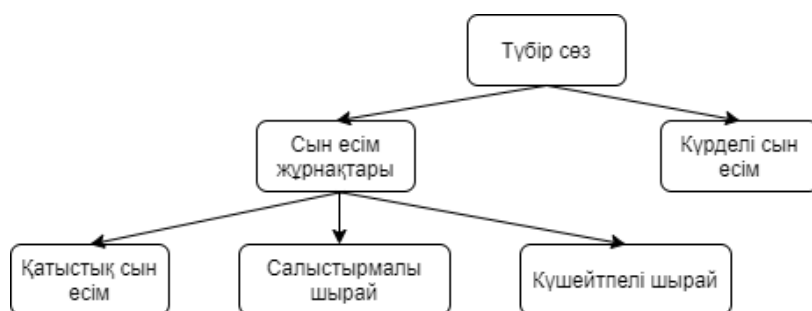


Figure 3. Concatenation of adjective with suffixes



Figure 4. Concatenation of numeral with suffixes, endings

Stemming system of current paper works as following:

1) User enters some word.

2) Entered word will be searched in dictionary. If dictionary contains entered word, that word of dictionary will be considered as root. Entered word in dictionary can be met several times, hence several roots can be defined.

3) After that as were shown in pictures 1-4 various suffixes, endings will be concatenated to the root. For instance, user entered word “ұстаздың”. In [11] dictionary there is word “ұстаз”. “ұстаз” is subpart of word “ұстаздың”, hence “ұстаз” will be considered as root. Then the left part “дың” should be classified. The word “ұстаз” is noun, therefore the left part “дың” will be compared with suffixes, endings of noun. “дың” is a kind of ending(gen case), therefore final result will be “ҰСТАЗ”+GEN.

#### 4 Data and results

To test our system we entered words from various parts of speech like noun, verb, adjective, numeral. Table 1 shows stemming results for words: тастардың, тастармен, толқын, тау.

Table 1. Entered words to test noun

Entered word	System response
тастардың	ТАСТА+Verb+Pos+Қатыстық сын есім+Өзгелік etic+Есімше+Pnon+Gen+A3Sg+Sg ТАС+Noun+Verb+A3pl+Pnon+Gen
тастармен	ТАСТА+Verb+Neg+Қатыстық сын есім+Өзгелік etic+Есімше+P1+Dat+A3Sg+Sg ТАС+Noun+Verb+A3pl+P1pl+Dat
толқын	ТОЛҚЫ+Verb+Pos+Қатыстық сын есім+Өздік etic+Ырықсыз etic+Pnon+Sg ТОЛҚЫН+Verb+Pos+Қатыстық сын есім+Pnon+Sg ТОЛҚЫН+Noun+A3sg+Pnon+Nom
тау	ТАУ+Noun+A3sg+Pnon+Nom

Where

Sg – singular

P1 – plural

A1, A2, A3 – type of ending (жіктік жалғау)

P1, P2, P3 – type of ending (тәуелдік жалғау).

Nom, Gen, Dat, Acc, Loc, Abl, Ins – respectively seven cases of Kazakh language.

Pnon – non possessive. Stemming was done correctly for some words, but some words were classified incorrectly. In table 1 words тастардың, тастармен, толқын have several roots, but actually each of them has only one root. Hence our system also returned wrong answers.

#### 5 Discussion

To test our system we entered words from various parts of speech and examined results ourselves. Particularly, we entered words from [11] dictionary adding them endings, suffixes. Our stemming system is written in Python programming language. Python is convenient because it has short syntax. In addition, it has framework Django by which web version of stemming system can be developed. When stemming system is tested, various kinds of words like compound words, loan words from other languages should be given to the system. It should be done, because that words can have exceptional rules for root identification. For example, words of Kazakh language follow vowel harmony rules. However some loan words have exceptions (мысалы: корабльден, гастролінде). Our stemming system doesn't check presence of harmony rules. It concatenates to the root various kinds of suffixes and endings. Hence from loan words roots, suffixes, endings can be properly identified. In addition, in stemming there are two types of errors: under stemming, over stemming. Under stemming occupies when closely related words not stemmed to the same stem [3]. If words “дос”, “достық”, “достарым” have different stems, it will be under stemming. Over stemming occupies when words with different stemming grouped to the same stem. If words “аралар”, “арақашықтық” have the same stem “ара”. According to table 1 when words “тастардың”, “тастармен” were entered our stemming system properly identified their roots as “тас”. As shown in table 1 some words had several candidate roots. It happened because from [11] dictionary several times matchings were occupied. However our system classified the last parts with wrong roots incorrectly. Our system has other limitation. If user enters word, which is not in dictionary, our system will return nothing. Therefore when design stemming system, its dictionary should have a lot of words. In Kazakh language some words have several meanings. For instance, word “таста” has meanings to throw and on stone. To properly identify its root surrounding words should be also analyzed. Hence sometimes it is better to use lemmatization, which does it.

## 6 Conclusion

In current paper we developed stemming system of Kazakh language. In list below is couple of advices for designing stemming system.

- 1) When design stemming system its dictionary should be rich.
- 2) To add suffixes, endings exist special rules. Therefore, to design stemming system developer should know that rules.
- 3) Words can have several meanings, hence sometimes root cannot be identified only by one word. In this case surrounding words can help to define in which context that word was used. Therefore surrounding words should be also analyzed.

## References

- 1 Mamykova Zh.D., Mutanov G.M., Sundetova Zh.T., Torekul S.M. (2018) Podhody k razrabotke informacionnoj sistemy monitoringa mnenij i ochenki social'nogo samochuvstvija [Approaches to the development of an information system for monitoring opinions and assessing social well-being]. *Vestnik KazNU. Serija matematika, mehanika, informatika* – № 4(100), 63-77.
- 2 Vidinli I. B., Ozcan R. *New query suggestion framework and algorithms: A case study for an educational search engine*// *Information Processing and Management*. – Accepted 1 February 2016. – V. 52. Iss. 5, - pages 733-752.
- 3 Nathani B., Joshi N., Purohit G.N. *Design and Development of Unsupervised Stemmer for Sindhi Language* // *Procedia Computer Science*, V. 167, - pages 1920-1927.
- 4 Margaret Rouse, Matthew Haughn. *Stemming* [Electronic resource]. –URL: <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/stemming> (accessed date:05.01.2021)
- 5 Fedetov A.M., Tussupov J.A., Sambetbayeva M.A., Fedetova O.A., Sagnayeva S.K., Bapanov A.A., Tazhibaeva S.Zh. *Classification model and morphological analysis in multilingual scientific and educational information systems*. // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. – 2016 – V.86. Iss 1, - pages 96-111.
- 6 *Russian stemming algorithm* [Electronic resource]. – URL: <https://snowballstem.org/algorithms/russian/stemmer.html> (accessed date: 05.01.2021)
- 7 Abdul Jalil M., Ismailov A., Abd Rahim N.H., Abdullah Z. *The Development of the Uzbek Stemming Algorithm* // *Advanced Science Letters*. May 2017. – V. 23. Iss. 5.
- 8 Hayri S., Yiltan B. *FindStem: Analysis and Evaluation of A Turkish stemming algorithm* // *String Processing and Information Retrieval, 10th International Symposium, SPIRE 2003, Conference: Manaus, Brazil, October 8-10, 2003, Proceedings*
- 9 Alnaied A., Elbendak M., Bulbul A. *An intelligent use of stemmer and morphology analysis for Arabic information retrieval* // *Egyptian Informatics Journal*. – Accepted 18 February 2020. – V.21. Iss.4.
- 10 S.Arpaheko (2004) *Kazak tili: Anyktamaly* [Kazakh language: Directory] .Anyktamalykty kyrastyrushy – *Kyrastyrugа katyskandar: Abdikylova R.M., Kyzekova Z.S.* – Almaty, 120. (In Kazakh)
- 11 Malbakov M., Esenova K., Hinajat B., Shojbekov R., Yderbaev A., Zholshaeva M., Kyderinova K., Zhybaeva O., Fazylzhanova A., Əshimbaeva N., Zhanabekova A. (2011) *Kazak ədebi tilinin sözdigi. [Dictionary of the Kazakh literary language] On bes tomdyk. 14-tom, Almaty, T. 14: – T–Y. – 800.* (In Kazakh)

## IDENTIFYING COMPETENCIES IN DESIGNING THE EDUCATIONAL PROGRAM «SMART CITY»

Zakirova A.B.<sup>1</sup>, Koshanova D.K.<sup>1</sup>, Akhayeveva Zh.B.<sup>1</sup>

L.N. Gumilyov Eurasian national university, Nur-Sultan, Kazakhstan

\*e-mail: [alma\\_zakirova@mail.ru](mailto:alma_zakirova@mail.ru)

### Abstract

Educational program (EP) is a document where the application of an individual approach to students is ensured, so do the transformation of professional competencies from professional standards and qualification standards into learning outcomes. Innovative educational program «7MO1511(2) – Technologies – Smart City» has been developed in order to prepare masters of IT education on the basis of a multidisciplinary approach to allow the students to possess fundamental knowledge and practical skills in the fields of analysis of the development, management and services of the Internet and the use of SMART technology. However, the EP can be successful if the competencies of students are determined. In this article, the main component of educational program is discussed. The competencies were indentified under the professional standards developed by «Atameken». The concepts of competency, professional standard and educational programs are given.

**Keywords:** Educational program, key competencies, professional competencies, professional standard.

### Аннотация

А.Б. Закирова<sup>1</sup>, Д.К. Кошанова<sup>1</sup>, Ж.Б. Ахаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «SMART CITY»

Образовательная программа (ОП) – это документ, в котором обеспечивается применение индивидуального подхода к обучающимся, а также трансформация профессиональных компетенций из профессиональных и квалификационных стандартов в результаты обучения. Инновационная образовательная программа «7MO1511(2) – технологии – Smart City» разработана с целью подготовки магистров ИТ-образования на основе междисциплинарного подхода, позволяющего студентам овладеть фундаментальными знаниями и практическими навыками в области анализа развития, управления и обслуживания интернета и использования интеллектуальных технологий. Однако ОП может быть успешной, если будут определены компетенции студентов. В данной статье рассматривается основной компонент образовательной программы. Компетенции были определены в соответствии с профессиональными стандартами, разработанными национальной палатой предпринимателей «Атамекен». Даны понятия компетентности, профессиональных стандартов и образовательных программ.

**Ключевые слова:** образовательная программа, ключевые компетенции, профессиональные компетенции, профессиональный стандарт.

### Андатпа

А.Б. Закирова<sup>1</sup>, Д.К. Кошанова<sup>1</sup>, Ж.Б. Ахаева<sup>1</sup>

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

## «SMART CITY» БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАСЫН ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ ҚҰЗЫРЕТТЕРДІ АНЫҚТАУ

Білім беру бағдарламасы-бұл білім алушыларға жеке көзқарасты қолдану, сондай-ақ кәсіби құзыреттерді кәсіби стандарттар мен біліктілік стандарттарынан оқыту нәтижелеріне айналдыру қамтамасыз етілетін құжат. «7MO1511(2) – технологиялар - Smart City» инновациялық білім беру бағдарламасы студенттерге Интернетті дамыту, басқару және оған қызмет көрсету және соңғы технологияларды пайдалану саласындағы іргелі білім мен практикалық дағдыларды игеруге мүмкіндік беретін пәнаралық тәсіл негізінде АТ-білім беру магистрлерін даярлау мақсатында әзірленді. Алайда, егер студенттердің құзыреттілігі анықтау және дұрыс қоя білу бұл білім беру бағдарламасының негізгі функцияларының бірі. Бұл мақалада білім беру бағдарламасының негізгі компоненті қарастырылады. Құзыреттіліктер «Атамекен» әзірлеген кәсіби стандарттарға сәйкес анықталды. Құзыреттілік, кәсіби стандарттар және білім беру бағдарламалары туралы ұғымдар осы мақалада қарастырылған.

**Түйін сөздер:** білім беру бағдарламасы, негізгі құзыреттіліктер, кәсіби құзыреттіліктер, кәсіби стандарт.

## Introduction

Currently, professional education is increasingly focused on specialized training of personnel with a high level of competence. In connection with the changes that have taken place in the life of our society, professional education workers have faced new challenges – training and education of a competent specialist who is able to adapt in this difficult world and withstand competition in the modern labor market. An indicator of the quality of professional education in the context of its modernization is considered the competence of a specialist, which is determined not through a certain amount of knowledge and skills, but characterizes the ability of a person to mobilize the acquired knowledge and experience in a specific situation. Educational program (EP) can be only successful when competence is prioritized. However, to build the general and professional competencies, EP developers must follow the professional standards. There are some of the definitions for the terms which are discussed in this article.

*Competence* is a way of using knowledge, skills, and education that contribute to personal self-realization, finding one's place in the world, as a result of which education appears highly motivated and in a true sense personally oriented, providing maximum demand for personal potential, recognition of the individual by others and awareness of its own importance [1].

*Professional standard* is defined as a standard that defines the requirements for the level of qualification, competencies, content, quality and working conditions in a specific field of professional activity [2]. In other words, the conceptuality of the idea of a professional standard is the ability and readiness of the student to solve professional problems on the basis of formed knowledge, mastered skills and practical experience, implemented through labor actions. Today, special attention is paid to the development of professional standards at a high level. The national chamber of entrepreneurs of Kazakhstan "Atameken", in accordance with the Labor code of RK, from 1 January 2016 has been approving the professional standards developed by industry associations of employers.

*Educational programs* are developed and implemented with the aim of guiding students in order to acquire the necessary knowledge, values and skills, and to develop their learning in a holistic way, with preliminary to the teaching process [3].

Innovative educational program «7MO1511(2) – Technologies – Smart City» has been developed in order to prepare masters of IT education on the basis of a multidisciplinary approach to allow the students to possess fundamental knowledge and practical skills in the fields of analysis of the development, management and services of the Internet and the use of SMART technology.

*General professional competencies (GPC):*

General professional competencies reflect a set of basic professional abilities, knowledge and skills of a professional, which are invariant for any professional activity [4].

Mastering General professional competencies determines the breadth of professional employment, therefore, in the professional training of a bachelor of pedagogical education, the formation of General cultural competencies should be paid close attention. In the educational program 'Smart City' in the direction of training of masters of pedagogical Sciences in computer science, the following General professional competencies are defined and shown in table 1.

*Professional competencies (PC):*

Based on the identified requirements of potential employers, the educational results that should be achieved as a result of training in this educational program were clarified. Table 1 presents a list of professional competencies that a graduate should have.

*Developing the Knowledge, Skills and Attitudes (KSAs).*

A professional is competent when behaving responsibly and efficiently in compliance with the performance criteria. It can also be assumed that this specialist has ample competence. Professional competence is seen as a genetic, integrated and internalized capacity to deliver sustainable (worthy) success (including problem-solving, creativity and transformation) in a specific professional area, position, organizational context and task solution.

Table 1. List of competencies listed in EP

General professional competences (GPC)	GPC1	Ability to apply in practice the latest achievements in the field of pedagogical activity, to expand and develop competences in the field of scientific researches and outlook
	GPC2	Ability to working with modern technologies and possess communication skills
Professional Competences (PC)	PC1	The ability to develop Internet resources and mobile applications for carrying out professional activities in the field of business, education, ensuring information security of information systems with
	PC2	The ability to solve practical issues of planning, designing, developing, integrating and operating information systems of the IoT class. The ability to analyze the information received, be able to develop new algorithms, process large amounts of information based on data virtualization technology and the creation of cloud storages, build machine learning systems. The ability to use basic SQL tools for programming commercial platforms
	PC3	The ability to use methods, tools to analyze processes, projects, production planning, ICT systems and new business models, quality management, organization of scientific and practical activities in the form of projects. Ability to choose methods and develop algorithms for solving problems of control and design

Competence consists of a number of competencies. Competence is part of genetic competence; it is a cohesive cluster of knowledge, skills and attitudes that can be used in the sense of actual performance.

There are following definitions of KSAs:

1. Knowledge. We are not talking about knowledge "in General", but those knowledge that directly relate to the subject of activity and make it possible to solve the tasks set.

2. Skills. At the same time, the competence includes both skills directly related to the object of action, and auxiliary skills necessary for the organization of activities in General: for example, goal-setting skills, self-assessment skills

3. Attitude - this refers to values and self-image. An example is self confidence, a person's belief that he or she can be successful in a given situation, such as a teacher's self confidence in conducting a lesson.

As it was developed on the basis of multidisciplinary approach, EP 'Smart City' aims to prepare graduates in following specialties; Business – analyst, Content Manager, IT-analyst, IT-Developer, IT-researcher and Education Managers. Supposedly students professional competencies were determined under the professional standard developed by 'Atameken' [2]. As an example, IT – Developer's professional competencies is illustrated in the table 2.

Table 2. IT developer's professional competency

	K	S	A
1. Determination of the characteristics for each component of the software		+	
2. Software development lifecycle	+		
3. Software design standards, principles, and patterns	+		
4. Development of automated tests to check the performance of system components.		+	
5. The principles of construction and application of unit testing.	+		
6. Programming languages and standard sets of programming language libraries	+		
7. SQL, an API for working with a DBMS for a given programming language.	+		
8. Orderliness			+
9. Flexibility of thinking			+
10. Effectively networking ability			+
11. Assertiveness			+
12. Ability to select and apply basic software design principles		+	

### Discipline

The educational program contains a standard curriculum based on the state educational standard, with the distribution of components of professional competence of a specialist. At the same time, the standard

curriculum is supplemented with appropriate competencies that take into account the specifics of the direction. This is done by including in the curriculum a list of recommended discipline that should be included in the course of choice.

The choice of elective disciplines is based on the principle of complementing competencies, the acquisition of which is not fully provided by the disciplines of the mandatory component. Key competencies of students are specified by level of study and by each discipline, which implies their improvement and development from course to course. There are the list of disciplines, including elective courses, such as Machine learning, Data Mining, IT project management and so on. All of them are allocated in accordance with their professional competencies. For example, Professional Competency 1 (PC1) can be applied to related courses as ICT Management, Innovation Ecosystems, eCommerce and eGovernment and IT project Management.

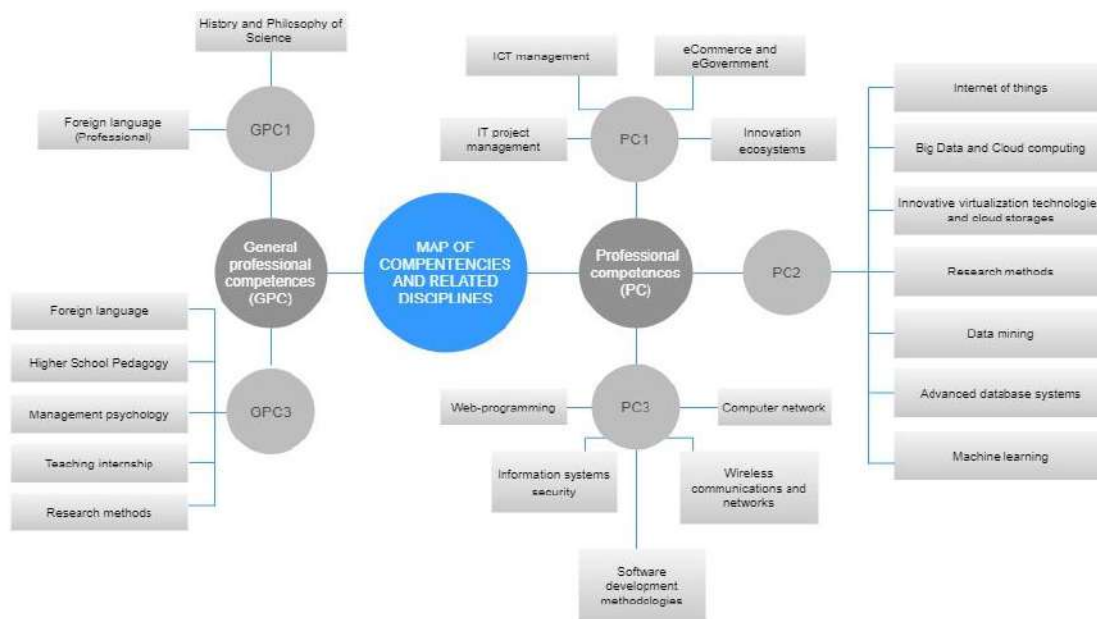


Figure 1. A map of competencies and related disciplines

Thus, the presented educational program allows implementing a competency-based approach to learning by creating the necessary conditions for this, aimed at the formation, development and professional development of the individual on the basis of national and universal values, achievements of science and practice. Their implementation will optimize the educational process, target teachers and students to the final result, improve educational work, psychological and pedagogical support, increase the level of professional competence of students, and generally improve the quality of University education. In addition, the developed program will allow future specialists from the initial stage of training to determine the individual trajectory of their education and thereby gain deeper knowledge of the core disciplines.

#### References:

- 1 Improving the professional competence of a teacher of professional training [Electronic resource]: Access mode: <https://articlekz.com/article/12765/>
- 2 Sivitskaya L. A., Smyshlyaeva L. G., Smyshlyayev A.V. Implementation of the competence approach in higher education: deficits of methodological readiness of teachers // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo ped. un-ta. - 2010. - Issue 12 (102). p. 52-55.
- 3 Merfat Ayesh Alsubaie. Curriculum Development: Teacher Involvement in Curriculum Development. Journal of Education and Practice. ISSN 2222-1735. Issue 7(9), 2016. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1095725.pdf>
- 4 Professional standard "Software Development". [https://atameken.kz/uploads/content/files/5%20ПЦ\\_Разработка%20ПО.pdf](https://atameken.kz/uploads/content/files/5%20ПЦ_Разработка%20ПО.pdf)



С.Б. Кенжегулова<sup>1</sup>, Г.О. Сейдалиева<sup>1</sup>, Г.А. Абдулкаримова<sup>2</sup>, Ф.Р. Гусманова<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Халықаралық бизнес университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: grfarida77@gmail.com

## ҚАШЫҚЫҚТАН ОҚЫТУ ЖАҒДАЙЫНДА ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА СТУДЕНТТЕРДІҢ ӨЗІНДІК ЖҰМЫСТАРЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ

### Аңдатпа

Мақалада университет студенттерінің өзіндік жұмысын ұйымдастырудың әртүрлі формалары мен әдістерінің негізгі ерекшеліктері қарастырылады. Алынған білім мен дағдыларды меңгеруге бағытталған өзіндік жұмыс студенттерге орындалатын жұмыстың сипатын толық түсінуге және жеке қызметін ұйымдастыруды толығырақ түсінуге мүмкіндік береді деген пікір негізделген. Жоғары білім беруде қашықтықтан оқытуды жүзеге асыру аясында студенттердің өзіндік жұмысының мақсаттары мен функциялары қайта қаралды, олардың білім беру үрдісіндегі рөлі едәуір артады. Университет студенттерінің өзіндік жұмысының маңыздылығын анықтауды зерттеу барысында кейбір тұжырымдар жасауға мүмкіндік беретін нәтижелер алынды, мысалы, белсенді өзіндік жұмыс ынталандырушы факторлар болған кезде ғана мүмкін болады: студенттердің ғылыми-зерттеу жұмыстарына қатысуы, қарқынды педагогика, тапсырмаларды даралау және мұғалімнің тұлғасы.

**Түйін сөздер:** жоғары оқу орнының студенттерінің өзіндік жұмысын ұйымдастыру, қашықтықтан оқыту, студенттердің өзіндік жұмыстарын ұйымдастыру және басқару.

### Аннотация

С.Б. Кенжегулова<sup>1</sup>, Г.О. Сейдалиева<sup>1</sup>, Г.А. Абдулкаримова<sup>2</sup>, Ф.Р. Гусманова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Международный университет бизнеса, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

## ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ В КОНТЕКСТЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В статье рассматриваются основные особенности различных форм и методов организации самостоятельной работы студентов вузов. Обосновывается мнение, что самостоятельная работа, направленная на усвоение полученных знаний и умений, позволяет студентам в полной мере понимать характер выполняемой работы и организовать собственную деятельность. В контексте реализации дистанционного обучения в высшем образовании пересмотрены цели и функции самостоятельной работы студентов, роль которых в образовательном процессе существенно возрастает. В ходе исследования по выявлению значимости самостоятельной работы студентов вуза были получены результаты, позволяющие сделать некоторые выводы, например, активная самостоятельная работа возможна только при наличии мотивирующих факторов: вовлеченность студентов в исследовательскую деятельность, интенсивная педагогика, индивидуализация заданий и личность педагога.

**Ключевые слова:** самостоятельная работа студентов вуза, дистанционное обучение; организация и управление самостоятельной работой студентов.

### Abstract

## ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF THE INDEPENDENT WORK OF UNIVERSITY STUDENTS IN THE CONTEXT OF DISTANCE LEARNING

Kenzhegulova S.B.<sup>1</sup>, Seidalieva G.O.<sup>1</sup>, Abdulkarimova G.A.<sup>2</sup>, Gusmanova F.R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University Of International Business, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The article examines the main features of various forms and methods of organizing the independent work of university students. The opinion is substantiated that independent work, aimed at mastering the acquired knowledge and skills, allows students to fully understand the nature of the work performed and organize their own activities. In the

context of the implementation of distance learning in higher education, the goals and functions of independent work of students have been revised, the role of which in the educational process is significantly increasing. In the course of the study to identify the importance of independent work of university students, results were obtained that allow one to draw some conclusions, for example, active independent work is possible only if there are motivating factors: student involvement in research activities, intensive pedagogy, individualization of tasks and the personality of the teacher.

**Keywords:** independent work by university students, distance learning; organization and management of the students' independent work.

Жоғары білім жүйесінде қашықтықтан оқытуды жүзеге асыру жағдайында жоғары оқу орындарында білім беру үрдісіндегі рөлі едәуір өсіп отырған студенттердің аудиториядан тыс мақсаты мен функциялары қайтадан қарастырылады.

Студенттердің өзіндік жұмысының үлесін арттыруды ұсынатын қашықтықтан оқыту тәсіл оны жоспарлау, ұйымдастыру, белсендендіру, сонымен қатар, оның нәтижелерін тексеру проблемаларын жандандырады. Жоғары мектептің негізін қалаушы мәселе - шығармашылық ойлауға, өз бетінше жаңа идеяларды шығаруға және жүзеге асыруға қабілетті, өзінің кәсіби қызметінде тиімді нәтижелерге қол жеткізуге және өзінің кәсіби мүмкіндіктерін жүзеге асыруға қабілетті күзіретті түлекті дайындау [1].

Студенттердің өзіндік жұмысының сапасын дұрыс бақылау оқытушыға студенттер қалыптастырған құзыреттіліктерді объективті бағалауға, қажетті көмекті уақытында көрсетуге және оқытудың қойылған мақсаттарына қол жеткізуге мүмкіндік береді [2].

Студенттердің өзіндік жұмысының сапасын бақылаудың әртүрлі функцияларын қарастырайық. Бақылау функциясы студенттердің білім деңгейін, олардың интеллектуалды дамуын, өзіндік оқу жұмысының дағдыларын қалыптастыруды анықтау, сонымен қатар жоспарланған және қол жеткізілген нәтижелерді салыстыру және студенттер қолданатын өзін-өзі оқыту әдістерінің, формалары мен құралдарының тиімділігін анықтау болып табылады [3].

Бақылаудың *оқыту функциясы* студенттердің өз бетінше оқу қызметі саласындағы білімін, іскерлігін және дағдыларын жетілдіру және жүйелеуден тұрады. Нәтижелерді бақылау үрдісінде студенттер бұрын білгендерін қайталап қана қоймайды, сонымен қатар әр түрлі іс-әрекеттерді қолдана отырып, жаңа жағдайда білім мен дағдыларды қолданады. Бақылау студенттерге зерттелетін материалдағы басты, негізгі нәрсені бөліп көрсетуге, тексерілетін білім мен дағдыларды неғұрлым нақты және дәл етуге, білімді жалпылауға және жүйелеуге көмектеседі.

*Диагностикалық бақылау* функциясы – қателіктер, кемшіліктер мен білімдегі олқылықтар, студенттердің өз бетінше жұмысты ұйымдастыра білуі, олардың себептері, студенттердің қиындықтары туралы ақпарат алу. Диагностикалық тексерулердің нәтижелері тәуелсіз жұмысты оқытудың ең қарқынды әдісін таңдауға, сонымен қатар өзін-өзі оқытудың мазмұнын, әдістері мен құралдарын одан әрі жетілдіру бағытын нақтылауға көмектеседі.

*Болжамдық функция* оқу үрдісін жетілдірудің тиімділігі мен перспективалары туралы озық ақпарат алуға қызмет етеді.

Өзіндік жұмысты бақылаудың *дамушы функциясы* студенттердің танымдық белсенділігін ынталандыру, олардың шығармашылық қабілеттерін дамыту болып табылады. Бақылау үрдісінде студенттердің сөйлеуі, есте сақтау қабілеті, зейіні, қиялы, ерік-жігері мен ойлауы дамиды.

Бақылаудың *бағдарлау функциясының* мәні – жеке студенттің және жалпы топтың оқу мақсатына жету дәрежесі, яғни оқу материалы қаншалықты терең зерттелгені туралы ақпарат алу. Бақылау студенттерді олардың қиындықтары мен жетістіктерін бағдарлайды.

Бақылаудың *тәрбиелік функциясы* – студенттерді ұқыптылыққа, адалдыққа, ерік-жігерге, табандылыққа, тұрақты тәуелсіз жұмыс әдетіне, өз бетімен жұмысты орындауға жауапкершілікпен қарауға тәрбиелейді.

Студенттердің өзіндік іс-әрекетінің нәтижелерін кім басқаратынына байланысты бақылаудың үш түрі кездеседі:

- сыртқы (оқытушы жүзеге асырады);
- өзара (басқа студент жүзеге асырады);
- өзін-өзі бақылау (студенттің өзі жүзеге асырады).

Студенттердің өзіндік жұмысының сапасын сыртқы бақылаудың мақсаты бойынша:

- қисынды бақылау;
- өзіндік жұмыс нәтижелерін анықтайтын тексеру кездеседі.

Қисынды бақылау – студенттерді тиімді өзіндік жұмысқа ынталандыру құралы болып табылады. Оқытушының өзіндік жұмысын түзету, ең алдымен, қызмет үрдісінің жай-күйі мен сапасы туралы ақпарат алуға бағытталған: студенттің тапсырманы орындау әдістері (олардың орындылығы, дұрыстығы, жылдамдығы); жұмыс барысында туындайтын қиындықтар және олардың себептері; іс-әрекеттің өзіндік деңгейі (тәсілдер, тиімділік) [4].

Егер оқытушы студенттердің жұмысын мұқият қадағаласа, олар өз қызметін түзетуге бағытталған әдістерді қолдана алады, атап айтқанда:

- барлық студенттердің оны түсінуіне қол жеткізе отырып, тапсырманың мәнін нақтылау;

- көптеген студенттер жіберетін қателіктің алдын алу үшін тапсырманы орындау барысында қиын сәт туралы ескерту;

- студенттерге өз іс-әрекеттерін өздері бақылау қажеттілігі туралы еске салу.

Өзіндік жұмыс нәтижелерін анықтау және бағалау нәтижелердің мақсатқа қаншалықты сәйкес келетінін, жұмыс кезеңдерінің дәйектілігі қаншалықты заңды және орынды екенін анықтауға мүмкіндік береді, осы тексеру кезінде жұмыстың жалпы нәтижесі, оның дизайны анықталады. Мұндай тексеру оқытушылардың өздері үшін маңызды ынталандыру болып табылады, өйткені ол:

- қызмет нәтижелерін тікелей ол аяқталғаннан кейін анықтауға;

- жұмыстың жалпы нәтижелерін жан-жақты талдау және есепке алуға, оқу материалын игеру деңгейін диагностикалау-бақылау арқылы студенттердің белсенділігін, қызығушылығы мен тәуелсіздігін ынталандыруға, бақылау-бағалау қызметінің оң эмоционалды фонын құруға;

- студенттердің оқу деңгейінің динамикасын диагностикалау үшін өзіндік бақылау жұмысының нәтижелерін алдыңғы өзіндік іс-әрекеттің нәтижелерімен салыстыруға бағытталған.

Бұл жағдайда көбінесе тек орындалған жұмыс көлемі мен нәтижелердің дұрыстығы жазылады. Қызметтің сапалық сипаттамалары оқытушының назарынан тыс қалады. Егер студенттер біраз уақыттан кейін өзіндік жұмыстың нәтижелері туралы білсе, онда бұл олардың көз алдында өзіндік жұмыстың құнын төмендетеді. Сондықтан өзіндік жұмысты тексеру және бағалау студенттердің кейінгі іс-әрекеті үшін ынталандыру, олардың күшіне деген сенімділікті, мұғалімге деген құрметті ояту үшін қол жеткізу маңызды. Түпкілікті нәтиженің неғұрлым елеулі көрсеткіштері:

- қол жеткізілген білім деңгейі (толықтығы, жинақталуы, шапшаңдығы, тиімділігі);

- қол жеткізілген шеберлік деңгейі;

- білім мен дағдылардағы жеке және типтік олқылықтар;

- өзіндік және шығармашылық деңгейі (жауап логикасы, сыншылдық, өзіндік ерекшелік, өзін-өзі бақылау, шығармашылық) [5].

Студенттердің өзіндік жұмысының сапасын өзара тексеру әдістеріне мыналар жатады:

- жазбаша жауаптарды өзара тексеру. Оны 5-7 минутқа есептелген кішігірім өзіндік жұмыстар кезінде қолданған жөн. Студенттер жұмыстармен алмасады, оларды тексереді, содан кейін қысқаша шолу жасайды немесе жалпы баға береді, түзетулер енгізуге рұқсат етіледі;

- бүкіл тақырыпты зерттегеннен кейін орындалған өзіндік жұмыстардың сапасын өзара тексеру.

Өзара тексеру барысында студенттер оқулықтарды, анықтамалықтарды және басқа құралдарды қолдана алады;

Бұл форманы әртүрлі нұсқаларда жүзеге асыруға болады:

- бір студент сұрайтын, екіншісі оқылған материал, мәтін бойынша жұптарды құруға болады, (ең жақсы дайындалған студенттердің ішінен тесттер, жазбаша және зертханалық жұмыстар кезінде курстастарының жұмысын бақылайтын кеңесшілер ерекшеленеді);

- жүйелі өзара тексеру.

Өзін-өзі бақылау – бұл адамның өз іс-әрекеті мен мінез-құлқын реттеуге деген ұмтылысы мен қабілетінен тұратын қасиеті, ол іс-әрекеттің жағымсыз жақтарын (асығыс, баяу, ұқыпсыздық) уақтылы байқап, жою, жұмыстағы қателіктерді байқау немесе оларға жол бермеу мүмкіндігі. Өзін-өзі бақылаудың әртүрлі түрлері бар: іске асыру уақытына сәйкес алдын-ала, ағымдағы және қорытынды өзін-өзі бақылау болып бөлінеді.

*Алдын-ала өзін-өзі бақылау* тапсырманы орындау басталғанға дейін болжамды кезеңде жүзеге асырылады. Ол оқушыға нұсқаулықтардың дұрыстығына көз жеткізу үшін қажет: оқытушының мақсатын, оқу тапсырмасын, талаптарын түсіну.

Ағымдағы өзін-өзі бақылау тәуелсіз жұмыстың орындау кезеңінде оқу мәселесін шешу үрдісінде жүзеге асырылады, неғұрлым қолайлы жағдайларда жүреді.

Қорытынды өзін-өзі бақылау өзіндік жұмысты орындағаннан кейін жүзеге асырылады. Сабақтағы кез-келген іс-әрекетті мұғалім студенттерді өзін-өзі бақылауға, өзін-өзі талдауға, өзін-өзі бағалауға үйрету үшін қолдана алады. Бірнеше мысалды қарастырайық.

1. Студенттерге сұрақ қою арқылы: «тағы қандай нұсқаны біз сізбен бірге таңдай аламыз?», оқытушы оларды белсенділікке, тәуелсіз пайымдауларға, оқу әрекеттерін бақылауға және оларды қойылған міндеттермен байланыстыруға шақырады.

2. Қабылдау «менің тұжырымның дұрыс немесе бұрыс екенін дәлелдеңіз...». Бұл әдіс студенттерді өз бетімен тұжырымдауға итермелейді.

3. Мәтінді жазу үрдісіне (есепті, мысалды шешу) оқу түсініктемесі. Фронтальды жұмыс кезінде студенттердің бірі практикалық әрекеттерді орындай отырып, оларды бір уақытта түсіндіреді, белгілі бір ережеге, заңға, теоремаға сілтеме жасайды, яғни білімді қолдана отырып, ол өзін-өзі бақылауды жүзеге асырады және белгілі бір ақпаратты дауыстап айтады, қалған студенттерді ынталандырады.

4. «Ереже бойынша», алгоритм бойынша әрекеттерді ғана емес, сонымен қатар өз бойынша пайымдаулардың, қорытындылардың дербестігін, ойлау икемділігін, стереотиптерден (кейстер, жобалар және т. б.) аулақ болу қабілетін талап ететін тапсырмаларды құрастыру.

5. Студенттерді оқу мәселесін шешудің нұсқаларын іздеуге және сол арқылы оларды ізденіс және шығармашылық жұмыс режиміне қосуға шақыру («мәселені шешудің өзіңнің тәсілдерін ұсын ...", зерттеу тапсырмалары немесе шешудің бірнеше тәсілдері).

6. Оқулық мәтіндерін құрылымдау және әртүрлі рефераттар құрастыру. Сонымен қатар, дәлелдемелерді талдау, мәтінмен жұмыс үрдісін бақылау мүмкіндігі пысықталады. Студенттерге жауаптарын өзін-өзі тексеру, оларды оқулық, анықтамалық және т.б. мәтінімен, жауап беру немесе мәселені шешу стандартымен салыстыру ұсынылады.

7. Студенттің іс-әрекеті қатаң реттелмейтін шығармашылық тапсырманы орындау. Бұл ретте осы тапсырма жүзеге асырылатын кейбір бағдарлар белгіленеді. Жұмыстың мазмұны тақырыпқа сәйкес келе ме? Материалды ұсыну дәйектілігі қаншалықты қисынды? Жоспар дұрыс жасалған ба? Мұндай жұмыстарды орындау тек мықты студенттер үшін қажет. Бұл тапсырмаларда орындау алгоритмі жоқ. Бірақ бұл «не істегім келсе, соны істеймін» дегенді білдірмейді. Студент оқытушыдан көмек сұрауға құқылы. Оқытушы студенттердің іс-әрекеттерін бақылайды, сол нәтижелерге қысқа немесе қарапайым түрде қол жеткізуге болатындығын атап өтеді.

8. Студенттерді курстастарына, оқытушыға сұрақтар қоюға ынталандыру. Бұл бүкіл топты белсендіретін оқытушы мен студент арасындағы ынтымақтастықтың маңызды және тиімді тәсілі. Өткен материал бойынша, нақты тақырып бойынша әртүрлі сұрақтарды; жауап беретін студентке жауабын кеңейтуге, ең бастысын анықтауға, фактілерді салыстыруға және т. б. көмектесетін сұрақтарды көтермелеу керек.

9. Студенттерді өз бетімен тұжырымдауға, дауларға және қарсы дәлелдерге итермелейтін пән бойынша тест тапсырмалары.

10. Студенттерге рөлдерді беру, бұл студенттердің оқу үрдісіне жеке және рөлдік қатысу принципін ұстануды білдіреді (ассистент, кеңесші, спикер, қарсылас) [6].

Қашықтықтан оқыту технологиясын қолдану:

- оқытуды жүргізуге шығындарды азайтуға (үй-жайларды жалға алуға, білім алушылардың да, оқытушылардың да оқу орнына баруына шығындар талап етілмейді);

- көптеген адамдар үшін оқытуды жүргізуге;

- заманауи құралдарды, көлемді электронды кітапханаларды және т. б. қолдану арқылы оқыту сапасын арттыруға;

- бірыңғай білім беру ортасын құруға (әсіресе корпоративтік оқыту үшін өзекті) мүмкіндік береді.

Оқытудың осы түрінде

- шағын топтарда қызметтердің бірлескен түрлері қолданылады;

- форумдар, чаттар, бейнеконференциялар арқылы интерактивті режимде барлық проблемалар, сұрақтар, қиындықтар тобының талқылауын өткізуге болады;

- жобалар әдісі, кейс-әдіс, проблемалық рөлдік немесе іскерлік ойындар әдісі қолданылады.

Қашықтықтан оқытудың келесі түрлері бар:

1. Чат-сабақтар – чат-технологияларды пайдалана отырып жүзеге асырылатын оқу сабақтары. Чат сабақтары синхронды түрде өткізіледі, яғни барлық қатысушылар бір мезгілде чатқа қол жеткізе алады.

2. Веб-сабақтар – қашықтықтан өткізілетін сабақтар, конференциялар, семинарлар, іскерлік ойындар, зертханалық жұмыстар, практикумдар және телекоммуникация құралдары мен интернеттің басқа да мүмкіндіктері арқылы өткізілетін оқу сабақтарының басқа да формалары.

Біңғайлы және тиімді болу үшін қашықтықтан оқыту тиісті түрде құрылымдалған және ұйымдастырылған болуы керек. Қашықтықтан оқыту өздігінен ойлауды ынталандырады, дайын білімді беруден танымдық іс-әрекетті өз бетімен басқаруға көшуді орындайды, танымдық іс-әрекетті өз бетімен белсендіреді. Бұл жағдайда студенттердің өзіндік жұмысы оқу қызметінің негізгі формасы болып табылады.

Қашықтықтан оқыту жағдайында өзіндік жұмыстың бірқатар ерекшеліктері болады. Оқытудың бұл формасын оқытушының да, білім алушының да жұмыс орнын тиісті заманауи компьютердің барлық қосымша құрылғыларын: веб-камераны, микрофонды және т.б. қамтитын техникалық қамтамасыз жүргізуге болмайды. Сонымен қатар, сәйкес бағдарламалық қамтыма мен цифрландырылған оқу материалы қажет. Оқытушының сәйкес біліктілігі мен кәсібилігі осы үрдістің ажырамас бөлігі болып табылады. Қазіргі уақытта кейбір зерттеушілер қашықтан оқыту жүйесі үшін арнайы енгізілген маманның жаңа санаты – оқытушы мен тьютордың функцияларын бөлуді орынды деп санайды.

Техниканың заманауи дамуы Интернет желісінде кез келген формадағы оқу материалдарын орналастыруға мүмкіндік береді. Сол сияқты, Интернет желісімен жақсы хабардар өздігінен білім алу қызметімен, қашықтықтан оқыту жүйесінде оқуға мүмкіндігі болғандықтан, олар үшін қатынау шектеусіз.

Интернет кеңістігінде қарым-қатынастың өз ерекшеліктері бар.

Желідегі қарым-қатынастың заманауи түрлері: электрондық пошта, форум, чат ақпаратты тез алмасуға мүмкіндік береді, бірақ бұл жерде сұхбаттасушыны анықтау мүмкін емес. Оқытушы тапсырманы студент өз бетінше орындағанына сенімді бола алмайды. Мәселе on-line жүйесінде әңгімелесуге мүмкіндік беретін бейнекамераны қосу арқылы шешіледі. Бақылау формаларын таңдауға келесі факторлар:

- бақылау іс-шараларының ұзақтығы;
  - жеделділігі;
  - қол жетімділігі;
  - кері байланыстың болуы;
  - пайдаланылатын педагогикалық технологияларға сәйкестігі;
  - оқыту мазмұнына сәйкестігі
- әсер етеді.

Студенттердің білімін кім бағалайды деген сұрақ өте маңызды болып табылады. Бұл жағдайда бірнеше: интерактивті, компьютерлік, коммуникациялық формалары болуы мүмкін. Бақылаудың интерактивті формасында студенттің әр хабарламасына міндетті түрде оқытушы жауап хабарлама жібереді. Компьютерлік форма тапсырмалар компьютерлердің көмегімен беріледі және бақыланады деп болжайды.

Коммуникациялық формасы аясында қашықтықтан оқыту курстарының барлық қатысушылары сөйлесе алады. Осылайша, оқытушының өзі, студенттер, компьютерлік бағдарлама немесе тесттер білімді тексере алады. Интернет желісінде студенттердің білімін бағалау үшін тесттер жиі қолданылады. Алайда, бағалаудың бұл түрі барлық жағдайларда қолданылмағаны дұрыс болар ма еді. Академиялық білімді тексеру кезінде тестілеуді қолдану орынды, ал әртүрлі дағдыларды бағалау қажет болған жағдайда тесттер жеткілікті түрде жарамды бола бермейді. Қашықтықтан оқыту өз бетінше ойлауды ынталандырады, дайын білімді беруден танымдық іс-әрекетті тәуелсіз басқаруға көшуді жүзеге асырады, өзіндік танымдық қызметті белсендіреді. Студенттердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру практикасына педагогика жетістіктерін енгізу зерттеусіз мүмкін емес. Студенттерге жүргізілген сауалнама нәтижелері келесі қорытынды жасауға мүмкіндік береді: студенттердің белсенді өзіндік жұмысы байыпты және тұрақты мотивация болған жағдайда ғана мүмкін болады.

Жауаптардың нәтижелері өздік жұмысты жандандыруға ықпал ететін ынталандырулармен жинақталған (студенттер үшін маңыздылықтың кему тәртібімен келтірілген):

1. *Орындалатын жұмыстың пайдалылығы.* Студент жұмыс нәтижесі болашақ кәсіби қызметте белсенді қолданылатынын білсе. Мысалы, студент өз бетінше оқу циклдарының бірқатар пәндері бойынша тапсырмаларды орындай алады, содан кейін оларды өзінің біліктілік жұмысына (дипломдық жоба және т.б.) бөлімдер ретінде кіргізе алады. Пайдалылық факторын пайдаланудың

тағы бір нұсқасы – жұмыс нәтижелерін кәсіби дайындықта белсенді қолдану. Студент өз жұмысының нәтижелері дәріс курсына, әдістемелік нұсқаулықта, зертханалық семинарда, практика барысында, жарияланымды дайындау кезінде немесе басқа жолмен қолданылатынын біледі, содан кейін тапсырманы орындауға деген көзқарас айтарлықтай өзгереді және орындалатын жұмыстың сапасы артады. Бұл жерде студентті психологиялық тұрғыдан баптау, оған орындалатын жұмыстың қаншалықты қажет екенін көрсету маңызды.

2. *Студенттердің шығармашылық қызметке*, қандай да бір кафедрада жүргізілетін ғылыми-зерттеу немесе әдістемелік жұмысқа қатысуы.

3. Маңызды мотивациялық фактор – *қарқынды педагогика*. Бұл оқу үрдісіне белсенді әдістерді, ең алдымен инновациялық ойындарға негізделген ойын тренингін енгізуді қамтиды. Мұндай ойындарда объект туралы біржақты жеке білімдерден көпжақты білімге көшу, оны шешім қабылдау дағдысын игеру ғана емес, жетекші қарама-қайшылықтарды бөліп көрсету арқылы модельдеу. Бұл тәсілдің алғашқы қадамы – сабақтың іскери немесе жағдайлық формалары.

4. Оқу пәндері бойынша олимпиадаларға, ғылыми-зерттеу немесе қолданбалы жұмыстар байқауларына қатысу және т. б.

5. Білімді бақылаудың ынталандырушы факторларын (жинақтаушы бағалар, рейтингтер, тесттер, стандартты емес емтихан процедуралары) пайдалану белгілі бір жағдайларда бәсекеге қабілеттілікке деген ұмтылысты тудыруы мүмкін, бұл студенттің өзін-өзі жетілдіруіне күшті ынталандыру болып табылады.

6. *Оқудағы және шығармашылық қызметтегі жетістіктері үшін студенттерді көтермелеу* (стипендиялар, сыйлықақы беру, көтермелеу баллдары) және нашар оқуы үшін санкциялар ұйымдастыру. Мысалы, мерзімінен бұрын тапсырылған жұмыс үшін сіз бағаны көтеруге болады, айтпесе, кері жағдайда оны төмендетуге болады.

7. *Аудиторияда да, одан тыс жерлерде де орындалатын тапсырмаларды жекелендіру*, оларды үнемі жаңартып отыру.

8. *Оқытушы тұлғасы* – қарқынды өзіндік жұмыстағы мотивациялық фактор болып табылады. Оқытушы студент үшін кәсіби, шығармашылық тұлға ретінде үлгі бола алады. Оқытушы білім алушыға өзінің шығармашылық әлеуетін ашуға, ішкі өсу перспективаларын анықтауға көмектесе алады және көмектесуі керек болады [7].

#### *Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

1. *Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. М. Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 186 с.*

2. *Пакулина С.А., Кетько С.М. Функционирование системы организации, управления и руководства самостоятельной работой студентов в вузе // Сибирский педагогический журнал, №10, 2008, 380-390.*

3. *Мурзалинова А.Ж., Уалиева Н.Т. Организация компетентностно-ориентированной самостоятельной работы обучающихся в аспекте самообразования и профессионального саморазвития // Методист. 2016. - №9, С. 8-13.*

4. *Двуличанская Н.Н., Еркович О.С. Инструментарий оценивания результатов обучения студентов в контексте компетентностного подхода // В книге: Управление качеством инженерного образования. Возможности ВУЗов и потребности промышленности. Тезисы докладов второй международной научно-практической конференции. 2016. С. 113-114.*

5. *Левченко И.Е. Особенности организации самостоятельной работы студентов при реализации ФГОС / И.Е. Левченко. // Научные исследования в образовании, 2012. Выпуск №4. С.154*

6. *Виштак О.В., Оржинская С.В. Система планирования самостоятельной работы студентов // Профессиональное образование. Столица. 2011. № 1. С. 41-42.*

7. *Гончарова Ю.А. Организация самостоятельной работы студентов. Методические рекомендации для преподавателей / Воронежский государственный университет. Воронеж, 2013.*

#### *References*

1. *Zimnjaja I.A. (2004) Ključevye kompetentnosti kak rezul'tativno-celevaja osnova kompetentnostnogo podhoda v obrazovanii [Key competencies as an effective-target basis of a competence-based approach in education] М. Issledovatel'skij centr problem kachestva podgotovki specialistov, 186. (In Russian)*

2. *Pakulina S.A., Ket'ko S.M. (2008) Funkcionirovanie sistemy organizacii, upravlenija i rukovodstva samostojatel'noj rabotoj studentov v vuze [Functioning of the system of organization, management and management of independent work of students at the university]. Sibirskij pedagogičeskij zhurnal, №10, 380-390. (In Russian)*

3. *Murzalinova A.Zh., Ualiev N.T. (2016) Organizacija kompetentnostno-orientirovannoj samostojatel'noj raboty*

*obuchajushhihsja v aspekte samoobrazovanija i professional'nogo samorazvitija [Organization of competence-oriented independent work of students in the aspect of self-education and professional self-development]. Metodist. №9, S. 8-13. (In Russian)*

4. *Dvulichanskaja N.N., Erkovich O.S. (2016) Instrumentarij ocenivanija rezul'tatov obuchenija studentov v kontekste kompetentnostnogo podhoda [Toolkit for assessing student learning outcomes in the context of a competency-based approach] V knige: Upravlenie kachestvom inzhenerenogo obrazovanija. Vozmozhnosti VUZov i potrebnosti promyshlennosti. Tezisy dokladov vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 113-114. (In Russian)*

5. *Levchenko I.E. (2012) Osobennosti organizacii samostojatel'noj raboty studentov pri realizacii FGOS [Features of the organization of independent work of students in the implementation of FSES] Nauchnye issledovanija v obrazovanii, Vypusk №4.S.154. (In Russian)*

6. *Vishtak O.V., Orzhinskaja S.V. (2011) Sistema planirovanija samostojatel'noj raboty studentov [Planning system for students' independent work] Professional'noe obrazovanie. Stolica. № 1. S. 41-42. (In Russian)*

7. *Goncharova Ju.A. (2013) Organizacija samostojatel'noj raboty studentov. Metodicheskie rekomendacii dlja prepodavatelej [Organization of students' independent work. Methodological recommendations for teachers] Voronezhskij gosudarstvennyj universitet. Voronezh. (In Russian)*

МРНТИ 28.01.45  
УДК 378.147.39: 004

DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.27>

*Е.Г. Неверова*

*Университет НАРХОЗ, г. Алматы, Казахстан  
\*e-mail: elena.neverova@narhoz.kz*

## **ПРОБЛЕМА ДЕВАЛЬВАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ИТ-ОБРАЗОВАНИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ**

*Аннотация*

В статье ставится проблема наметившейся тревожной тенденции обесценивания института высшего образования для сферы информационных технологий в глазах общества, обращается внимание на модный тренд получения «быстрых» навыков программирования без приобретения бесценных знаний фундаментального характера, отрицание научных подходов к созданию программных продуктов, а также методологической основы проектирования информационных систем в соответствии с утвержденными мировыми стандартами. Доказано, что исключительно высшее образование дает необходимые компетенции в полном объеме, поскольку подкреплено ориентацией на запросы работодателей и образовательные программы, созданные на базе вузов, которые одобрены сертифицированными экспертами в соответствующих областях знаний. Подчеркивается насущная необходимость трансформации мышления общества в сторону формирования убеждений о системности в получении образования в сфере ИТ-технологий.

**Ключевые слова:** информационные технологии, образовательные стандарты, образовательная программа, НПП «Атамекен», профессиональные стандарты.

*Аңдатпа*

*Е.Г. Неверова*

*NARHOZ Университеті, Алматы қ., Қазақстан*

## **КӘСІБИ ИТ-БІЛІМ БЕРУДІҢ ДЕВАЛЬВАЦИЯ МӘСЕЛЕСІ ЖӘНЕ ШЕШІМНІҢ МҮМКІН ЖОЛДАРЫ**

Мақала ақпараттық технологиялар саласындағы жоғары оқу орнының девальвациясының қалыптасып жатқан үрейлі тенденциясының проблемасын қоғам алдында көтереді, фундаменталды сипаттағы баға жетпес білімді, бағдарламалық өнімдерді құрудағы ғылыми көзқарастарды жоққа шығармай, сонымен қатар әдістемелік негіздерді құра отырып, «жылдам» бағдарламалау дағдыларын алудың сәнді тенденциясына назар аударады. бекітілген халықаралық стандарттарға сәйкес ақпараттық жүйелерді жобалау. Тек жоғары білім қажетті құзыреттіліктерді толық көлемде қамтамасыз ететіндігі дәлелденді, өйткені оны жұмыс берушілердің сұраныстары мен білімнің тиісті салаларында сертификатталған сарапшылар мақұлдаған университеттер базасында құрылған білім беру бағдарламаларына көңіл бөледі. Қоғамдық ойлауды ИТ-технологиялар саласында білім алудағы жүйелілікке деген сенімдерді қалыптастыруға бағыттайтын жедел қажеттілік атап өтілді.

**Түйін сөздер:** ақпараттық технологиялар, білім беру стандарттары, білім беру бағдарламасы, «Атамекен» АЭС, кәсіби стандарттар.

*Abstract*

*Neverova Ye.G.*

*NARHOZ University, Almaty, Kazakhstan*

## **PROBLEM OF DEVALUATION PROFESSIONAL IT-EDUCATION AND POSSIBLE WAYS**

The article raises the problem of the emerging alarming trend of the higher education's devaluation for the field of information technology in the society, draws attention to the fashionable trend of obtaining "fast" programming skills without acquiring invaluable knowledge of a fundamental nature, denial of scientific approaches to the creation of software products, as well as the methodological basis design of information systems in accordance with the approved world standards. It has been proven that exclusively higher education provides the necessary competencies in full, since it is supported by a focus on employers' requests and educational programs created on the basis of universities, which are approved by certified experts in the relevant fields of knowledge. The urgent need to transform the thinking of society towards the formation of beliefs about consistency in obtaining education in the field of IT technologies is emphasized.

**Keywords:** information technology, educational standards, educational program, NPP "Atameken", professional standards.



Компьютеры, мобильные телефоны, планшеты, очки виртуальной реальности уже давно стали нашей повседневностью. Впереди нас ждут новые удивительные устройства, услуги, развлечения, базирующиеся на качественном и не очень программном обеспечении. Цифровизация нашего мира кардинально меняет требования к профессиональным умениям, навыкам, стандартам, казалось бы, неизбежным и определенным на многие годы в обществе. На прошедшей недавно видеоконференции по искусственному интеллекту, регулярно проводимой ведущими международными компаниями, Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев в своем выступлении обратил внимание на экспансию искусственного интеллекта в нашу жизнь, необратимость и постепенное вытеснение традиционных профессий [1].

Но если взглянуть на проблему с обратной стороны, логическим следствием этой тенденции является увеличение спроса на профессионалов IT-специальностей. То есть количество желающих получить инженерную профессию в области компьютерных наук в будущем будет только расти, так как будет подкреплено перспективой гарантированного трудоустройства. И, в сложившейся ситуации, на первый план выходит обеспечение качественной подготовки таких специалистов.

Программистом, при желании, на первый взгляд, может стать любой. Объем рынка услуг в обучении программированию огромен – от однодневных семинаров, до продолжительных, порою в академический семестр, углубленных курсов по изучению того или иного языка программирования, фреймворка, подготовки к сертификации пользователя программного продукта.

Для поиска учебных центров, оказывающих услуги по обучению программированию и вузов, в которых имеются IT-специальности был написан парсер сайтов на языке Python версии 3.9.

Для парсинга использовались следующие библиотеки: requests, urllib.parse, json, gmplot. Параметры поискового запроса включали сбор информации с сайтов по семи наиболее крупным городам Казахстана, вывод на карту осуществлялся путем задания географических координат городов с наложением точек расположения соответствующих курсов и вузов.

Исследование показало вполне ожидаемый результат. На сегодняшний день количество курсов программирования во много раз превышает число вузов, готовящих полноценных IT-специалистов, что демонстрирует картограмма, приведенная на рисунке 1.



Рисунок 1. Карта расположения учебных заведений, обучающих программированию на примере семи крупных городов Казахстана.

Примечание: карта создана автором на данных парсинга сайтов

Более наглядно эта закономерность продемонстрирована на гистограмме (Рисунок 2). В таких городах как Нур-Султан и Алматы наблюдается особенно большое число курсов программирования, во много раз превышающее количество вузов по направлениям IT-подготовки. Это вполне закономерно для двух городов, являющихся самыми крупными научными и технологически развитыми центрами нашей страны.

```
In [20]: df_outer.plot.bar(x='Город')  
Out[20]: <matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x2dc69de2b88>
```

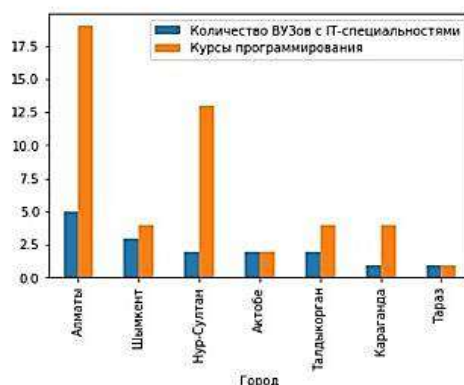


Рисунок 2. Гистограмма, выведенная из данных, полученных в результате парсинга сайтов

Большое количество курсов по программированию, конечно, следует рассматривать как положительный факт, так как это свидетельствует о том, как много жителей Казахстана получают доступ к компьютерной грамотности, всевозможным видам программного обеспечения, причем в том формате и в тот момент времени, который удобен желающим. Доступность и клиентоориентированность таких услуг, при строгом условии обеспечения необходимого качества, не только способствует популяризации компьютерных наук, но и является хорошим дополнением и стимулом к повышению квалификации уже состоявшихся IT - специалистов.

Однако, следует все же заметить, что механический набор отдельных навыков программирования никак не может вылиться в профессиональное создание программных продуктов и услуг, присущих инженерным специальностям в сфере IT. И люди, даже с успехом обучившиеся на данных курсах, но не имеющие соответствующего фундаментального базового инженерного образования, не могут причислять себя к сотрудникам IT-индустрии. В связи со сложившейся ситуацией вспоминается небезызвестная притча о слоне и четырех слепых мудрецах (см. рисунок 3), в которой наглядно доказана необходимость видения всей проблемы в целом, а не отдельных ее частей.

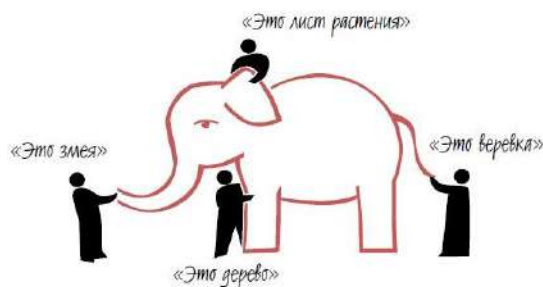


Рисунок 3. Иллюстрация к тезису о необходимости формирования обобщенного взгляда на проблему  
Примечание: рисунок заимствован из источника [1]

Но все чаще приходится слышать мнение о том, что для работы в IT-сфере базовое образование не обязательно, и вполне достаточным видится закончить один-, два-, несколько курсов и вы уже становитесь программистом. Механическое суммирование отдельных навыков никогда не даст интегрированного представления о целях, задачах и месте в общем процессе функционирования программного обеспечения.

Такое поведение свойственно людям в целом, когда личные наблюдения, кажущиеся очевидными, принимаются за объективную реальность, поскольку не учитывается, что они воспринимаются через призму собственного опыта и индивидуальных особенностей.

Для преодоления такого восприятия мира необходимо освоить, так называемое «лиминальное мышление», когда требуется совершить усилие над собой, преодолеть границы своих ошибочных субъективных убеждений и постараться понять разницу между объективной реальностью и складывающимися буквально на наших глазах стереотипами. На самом деле, анализируя мировой

опыт создания и внедрения информационных технологий, можно увидеть, что самые удачные IT-решения найдены именно профессионалами, специалистами, получившими образование в известных университетах, обучавшимися поступательно, с наращиванием своих компетенций.

Ярким примером неудачного IT-решения последнего времени является Комплексная медицинская информационная система Damumed, призванная обеспечить граждан Казахстана качественными и своевременными медицинскими услугами, создатели которой, допустив ошибки при подходе к проектированию информационной системы государственного уровня. При использовании ресурса наблюдается также полное отсутствие интеграции в систему Электронного Правительства eGov.kz и явное нарушение правил построения базы данных. Данные о пользователях в системе отображаются некорректно, база данных построена таким образом, что каждый раз показывает разный результат, например, о составе семьи пациента. Это свидетельствует о недостаточной проработке архитектуры корпоративной информационной системы. Остается надеяться, что понятие гарантированной безопасности и сохранности данных создателям известны гораздо лучше, и личные данные пользователей не окажутся в публичном доступе. Для подготовки специалистов действительно высокого уровня, необходима грамотно выстроенная траектория обучения, последовательно формирующая умения и навыки по принципу накопления и расширения опыта.

Особенно это касается мира IT-технологий, где непреложным правилом считается, в первую очередь, выработка общей концепции программного продукта, владение навыками современных методологий проектных разработок, составление грамотной сопроводительной технической документации на основе принятых стандартов, обоснованная оценка затрат на производство продукта и возможные пути его дальнейшей модернизации.

Осознание своей роли и задач при командной разработке информационной системы, умение работать с заказчиками в их информационном поле, выполняя различные роли: владельца программного продукта (Product Owner) или Scrum-мастера, видеть общую перспективу информационной системы, детализировать и упорядочивать процесс – вот то, что отличает IT-профессионала от дилетанта. На фоне перечисленных умений и навыков знание конкретных языков программирования является обязательным, но не единственным условием формирования нового облика IT-специалиста. Безусловным требованием при составлении образовательных программ для высших учебных заведений является учет запросов работодателей, заявленный в профессиональных стандартах [3]. Национальная палата предпринимателей «Атамекен» утвердила актуальные профессиональные стандарты в области информационно-коммуникационных технологий, которые сформулированы потенциальными работодателями. В них перечислено 10 востребованных направлений с четко озвученными требованиями по подготовке специалистов [3].

Министерство образования Республики Казахстан неоднократно подчеркивало настоятельную необходимость и обязательность обеспечения связи образовательных программ с практикой повседневного бизнеса, выявлением быстро изменяющихся потребностей и гибким реагированием, отражаемым в составлении учебных планов и программ [4]. Образовательная программа сегодня – это отклик на насущные потребности нашего динамично развивающегося общества. Новые образовательные программы передовых вузов Республики создаются и обновляются ежегодно.

Помимо вышесказанного, следует отметить, что в стенах университета формируется определенная образовательная культура, приобретаются исследовательские навыки, навыки командной работы, умение работать с литературными источниками, налаживается взаимодействие с передовыми международными IT-школами, происходит обмен опытом и наработками в отдельных областях компьютерных наук. Общей целью образовательных IT-программ является «подготовка высококвалифицированных специалистов: разработчиков, аналитиков, исследователей в области высоких информационных технологий – современных информационных систем, систем больших данных и систем безопасности данных, а также формирование универсальных общекультурных (общенаучных, социально-личностных, инструментальных) и профессиональных компетенций» [5].

Формируемые результаты обучения включают множество компетенций, таких как:

- способность интегрировать парадигмы, ключевые концепты и теоретические разработки в различных областях информационно-коммуникационных технологий,
- моделировать не только вычислительные процессы, но и системы принятия решений, а также роботизированные системы,
- уметь подбирать релевантное программное и техническое обеспечение для анализа данных различной природы, строить прогнозы,

- осуществлять оценку конфигурации компьютерных систем, вырабатывая обоснованные решения по ее оптимизации на основе сетевых технологий,
- для создания проектов автоматизации различных предметных областей самостоятельно выбирать, использовать и тестировать информационно-коммуникационные технологии,
- проектировать базы данных и программное обеспечение, пользовательские интерфейсы, применяя современные программные средства.

Такой объем поставленных задач по формированию IT-специалиста высокого класса под силу реализовать только высшим учебным заведениям, где имеется вся необходимая материальная база, предоставлен неограниченный доступ к фондам собственной библиотеки, а также, на основании межинституциональных договоров, к международным онлайн-ресурсам, где заключены договоры о сотрудничестве в области обучения с ведущими мировыми вендорами soft-индустрии.

Образовательные программы бакалавриата Университета Нархоз созданные для IT-специальностей с учетом всех требований МОН РК и получившие высокие оценки сертифицированных экспертов, такие как: «Большие данные», «Программная инженерия» [5, 6], «Прикладная информатика в цифровой экономике» последовательно формируют личность IT-профессионалов, способных занять достойное место в современном мире высоких технологий.

#### *Список использованной литературы:*

- 1 *Международная конференция Artificial Intelligence Journey (AI Journey 2020) на тему «Искусственный интеллект — главная технология XXI века». 4 декабря 2020 года.15:40. Московская область, Ново-Огарёво. Дата обращения: 05.12.2020. Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/64545/print>*
- 2 *Слепцы и слон: Как помочь людям увидеть «общую картину»? Статья из Блога авторов портала Management.com.ua. Дата обращения: 25.11.2020. Режим доступа: <http://www.management.com.ua/blog/1964>*
- 3 *Национальная палата предпринимателей Республики Казахстан «Атамекен». Профессиональные стандарты. Информационно-коммуникационные технологии. Дата обращения: 25.11.2020. Режим доступа: <https://atameken.kz/ru/pages/542-profstandart>*
- 4 *К 2025 году все образовательные программы будут обновлены с учетом профстандартов - МОН РК. Статья на Официальном информационном ресурсе Премьер-Министра Республики Казахстан. Дата обращения: 25.11.2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://primeminister.kz/ru/news/press/k-2025-godu-vse-obrazovatelnye-programmy-budut-obnovleny-s-uchetom-profstandartov-mon-rk>*
- 5 *Образовательная программа «6B06101 - Большие данные», портал «Реестр образовательных программ». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://esuvo.platonus.kz/#/register/education\\_program/application/5613](http://esuvo.platonus.kz/#/register/education_program/application/5613) (дата обращения: 25.11.2020)*
- 6 *Образовательная программа «6B06102 - Программная инженерия», портал «Реестр образовательных программ». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://esuvo.platonus.kz/#/register/education\\_program/application/5707](http://esuvo.platonus.kz/#/register/education_program/application/5707)*

#### *References*

- 1 *Mezhdunarodnaja konferencija Artificial Intelligence Journey (2020) na temu «Iskusstvennyj intellekt — glavnaja tehnologija XXI veka». ["Artificial intelligence is the main technology of the XXI century"] 4 dekabrja 2020 goda.15:40. Moskovskaja oblast', Novo-Ogarjovo. Data obrashhenija: 05.12.2020. Rezhim dostupa: <http://kremlin.ru/events/president/news/64545/print>. (In Russian)*
- 2 *Slepcy i slon: Kak pomoch' ljudjam uvidet' «obshhiju kartinu»? [The Blind Men and the Elephant: How Can You Help People See the “Big Picture”?] Stat'ja iz Bloga avtorov portala Management.com.ua. Data obrashhenija: 25.11.2020. Rezhim dostupa: <http://www.management.com.ua/blog/1964>.*
- 3 *Nacional'naja palata predprinimatelej Respubliki Kazahstan «Atameken». [Professional standards. Information and communication technologies.] Professional'nye standarty. Informacionno-kommunikacionnye tehnologii. Data obrashhenija: 25.11.2020. Rezhim dostupa: <https://atameken.kz/ru/pages/542-profstandart>. (in Kazakh)*
- 4 *K 2025 godu vse obrazovatel'nye programmy budut obnovleny s uchetom profstandartov - MON RK. [By 2025, all educational programs will be updated taking into account professional standards] Stat'ja na Oficial'nom informacionnom resurse Prem'er-Ministra Respubliki Kazahstan. Data obrashhenija: 25.11.2020. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://primeminister.kz/ru/news/press/k-2025-godu-vse-obrazovatelnye-programmy-budut-obnovleny-s-uchetom-profstandartov-mon-rk>. (in Kazakh)*
- 5 *Obrazovatel'naja programma «6B06101 - Bol'shie dannye», [Educational program "6B06101 - Big Data"] portal «Reestr obrazovatel'nyh programm». [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http://esuvo.platonus.kz/#/register/education\\_program/application/5613](http://esuvo.platonus.kz/#/register/education_program/application/5613) (data obrashhenija: 25.11.2020). (in Kazakh)*
- 6 *Obrazovatel'naja programma «6B06102 - Programnaja inzhenerija», [Educational program "6B06102 - Software Engineering"] portal «Reestr obrazovatel'nyh programm». [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http://esuvo.platonus.kz/#/register/education\\_program/application/5707](http://esuvo.platonus.kz/#/register/education_program/application/5707). (in Kazakh)*

С.М. Сарсимбаева<sup>1</sup>, М.У. Мукашева<sup>2</sup>, Ю.В. Корнилов<sup>3</sup>, А.А. Омирзакова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, г. Актобе, Казахстан

<sup>2</sup>Национальная академия образования им. Ы. Алтынсарина, г. Нурсултан, Казахстан

<sup>3</sup>Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

<sup>4</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нурсултан, Казахстан

\*e-mail: sarsi@mail.ru

## О ВНЕДРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ШКОЛУ

### Аннотация

В статье рассмотрены факторы, способствующие внедрению технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательный процесс средней школы. Среди таких факторов названы, такие как, появление крупных компаний, занимающиеся технологиями виртуальной и дополненной реальности, рост инвестиций в отрасль. Эти факторы способствовали развитию рынка указанных технологий и появлению большого количества программного обеспечения виртуальной и дополненной реальности, снижению цен на инфраструктуру: очки, шлемы. Другим фактором явилось понимание рынка, как использовать технологии виртуальной и дополненной реальности в образовании, психологическая готовность сферы образования для внедрения этих технологий, обусловленная преимуществами внедрения. В статье также отмечены и нерешенные задачи в области внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности, такие как отсутствие методик внедрения в учебный процесс школы, отсутствие методологии обоснования использования, как современного средства обучения и преподавания в средней школе, методики использования. Полученные результаты исследований помогают осмыслить уровень разработанности темы и способствуют решению задач цифровизации в области образования.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, дополненная реальность, VR/AR технологии, иммерсивные технологии, образовательные технологии, внедрение в учебный процесс.

### Аңдатпа

С.М. Сарсимбаева<sup>1</sup>, М.Ө. Мұқашева<sup>2</sup>, Ю.В. Корнилов<sup>3</sup>, А.А. Өмірзақова

<sup>1</sup> Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

<sup>2</sup> Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы, Нұрсұлтан қ., Қазақстан

<sup>3</sup> М. К. Аммосов атындағы Солтүстік-Шығыс федералды университеті, Якутск қ., Ресей

<sup>4</sup> Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Нұрсұлтан қ., Қазақстан

## МЕКТЕПКЕ ВИРТУАЛДЫ ЖӘНЕ КЕҢЕЙТІЛГЕН ШЫНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЕНГІЗУ ТУРАЛЫ

Мақалада виртуалды және кеңейтілген шындық технологияларын орта мектептің білім беру процесіне енгізуге ықпал ететін факторлар қарастырылған. Осындай факторлардың қатарына V виртуалды және кеңейтілген шындық технологияларымен айналысатын ірі компаниялардың пайда болуы, салаға инвестициялардың өсуі жатады. Бұл факторлар виртуалды және кеңейтілген шындық технологиялар нарығының дамуына және виртуалды және кеңейтілген шындықтың көптеген бағдарламалық жасақтамасының пайда болуына, инфрақұрылым бағасының төмендеуіне ықпал етті: көзілдіріктерге, шлемдерге. Тағы бір фактор – нарықтың түсінуі: виртуалды және кеңейтілген шындық технологияларын білім беруде қалай қолдану керектігін. Білім беру саласының осы технологияларды енгізудің артықшылықтарына байланысты психологиялық түрде дайын болуы. Мақалада сондай-ақ аталған технологияларды енгізу саласындағы шешілмеген міндеттер, атап айтқанда, аталған технологияларды мектептің оқу процесіне енгізу әдістемелерінің болмауы, виртуалды және кеңейтілген шындық технологияларын орта мектепте оқыту мен оқытудың заманауи құралы ретінде пайдалануды негіздеу әдістемесінің, пайдалану әдістемесінің болмауы атап өтілді. Зерттеулердің алынған нәтижелері тақырыптың даму деңгейін түсінуге көмектеседі және білім беру саласындағы цифрландыру жұмыстарына ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** виртуалды шындық, кеңейтілген шындық, VR/AR технологиялары, иммерсивті технологиялар, білім беру технологиялары, оқу процесіне енгізу.

*Abstract*

**ABOUT THE INTRODUCTION OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN SCHOOLS**

*Sarsimbayeva S.M.<sup>1</sup>, Mukasheva M.U.<sup>2</sup>, Kornilov U.V.<sup>3</sup>, Omirzakova A.A.<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan*

*<sup>2</sup>National Academy of Education named after Y. Altynsarin, Nursultan, Kazakhstan*

*<sup>3</sup>North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk, Russia*

*<sup>4</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nursultan, Kazakhstan*

The article considers the factors contributing to the introduction of virtual and augmented reality technologies in the schools. Among the factors mentioned are: the emergence of large companies, the growth of investment in the industry. These factors contributed the emergence of large number of virtual and augmented reality software, lower prices for infrastructure. Another factor was the understanding of the market, how to use VR/AR technologies in education, the psychological readiness of the education sector to implement these technologies. The article also notes the unsolved problems in the implementation of these technologies, such as the lack of methods for implementing these technologies in the school educational process, the lack of a methodology for justifying the use of VR/AR technologies as a modern means of teaching and learning in secondary schools. The obtained research results help to contribute to solving problems of digitalization in the field of education.

**Keywords:** virtual reality, augmented reality, VR / AR technologies, immersive technologies, educational technologies, implementation in the educational process.

**Введение**

Быстрые изменения, происходящие в области информационных технологий, находят отклик в сфере образования и ведут к процессам технологизации современного образования. В этих процессах одну из главных ролей играют школьники, так как они особенно подвержены влиянию развивающихся технологий и именно они активно стремятся использовать все новшества информационных технологий. Поэтому задачами современного общества становятся обучение школьников не только знанию и умению использования компьютерной техники и других новейших гаджетов, но и способности школьников применять их для собственного образования и развития.

Наряду с этим, в век цифровых технологий и увеличения количества информации необходимы современные технологии обучения и новые подходы в определении содержания образования. Современная школа нуждается в эффективных образовательных технологиях, учитывающих психологические особенности нового поколения в контексте Advanced Learning Technologies, в новых проектах и идеях в области технологических возможностей для образования, в перестройке традиционного образовательного процесса, в совмещении learning и e-learning, с целью получения нового формата технологизированного обучения с применением интеллектуальных сред обучения. Новые подходы необходимы и для переосмысления вопросов по использованию возможностей цифровых технологий, внедрения лучшего мирового опыта современного образования, коллаборации новых решений и расширения области их применения. Одними из таких цифровых технологий, которые окажут большое влияние на образование являются VR/AR технологии. Это обуславливает актуальность исследований вопросов внедрения VR/AR технологии в образовательный процесс средней школы.

Цель авторов статьи – исследование факторов, влияющих на внедрение VR/AR технологий в образовательный процесс средней школы, а также условий, при которых возможно эффективное внедрение.

**Методология исследования**

Для исследований использовались теоретические и эмпирические методы исследования: общепринятые научные приемы анализа и синтеза, системный анализ, методы сравнительного и логического анализа, методы экспертных оценок, методы группировки и классификации данных, обобщения.

В ходе исследования применялись методы в формате документального исследования: изучение научных публикаций, аналитических отчетов известных агентств и компаний, публикаций на сайтах компаний, тем или иным способом являющихся участниками рынка технологий виртуальной и дополненной реальности, новостей в профильных изданиях и других. Исследованные аналитические материалы включали, в основном, зарубежные источники, т.к. актуальной казахстанской аналитики по данному вопросу существует крайне мало.



### **О внедрении технологий виртуальной и дополненной реальности в школу**

Виртуальная и дополненная реальность становится все более распространенной в сфере образования, об этом говорят престижные отчеты известной компании Horizon Report (Johnson et al., 2016) [1], эти тенденции подтверждены и в работе [2]. Еще в 2016 году в указанном отчете описывались наиболее актуальные мировые образовательные тенденции на ближайшее будущее. В этом докладе подчеркивалось, что обе эти технологии станут ключевыми компонентами будущего образования, растущего экспоненциально. И надо отметить, что аналитики Horizon Report не ошиблись. Рассмотрим факторы, которые способствовали этому.

Примерами стандартных платформ и технологий для разработки и применения виртуальной и дополненной реальности используемых в мире в зависимости от выполняемых функций будут делиться на следующие составляющие VR/AR технологий:

– Приложения и контент (игры, развлечения, социальные сети и СМИ, спорт и трансляции, образование, производство, журналистика, туризм, здравоохранение, аналитика и реклама): Google, Microsoft, Facebook, Apple, Sony, Valve, Disney;

– Гарнитура (очки, шлемы, комплектующие): Oculus, HTC, Microsoft, Google, Apple, Daqri, Valve;

– Платформы и инструменты (3D-инструменты, дистрибьюторы, reality capture): Unity, Unreal Engine, Facebook, Valve, Dolby Atmos.

Развитие и насыщение рынка этими тремя составляющими технологий виртуальной и дополненной реальности способствовали их распространению.

Одним из больших факторов способствующих внедрению технологий виртуальной и дополненной реальности в образование является появление в большом количестве программного обеспечения VR/AR технологий. Здесь надо отметить, что аппаратное обеспечение хоть и остается высоким по ценам, но уже не приводит в ужас потребителей, к тому же появились разработчики, предлагающие свои услуги в сфере разработки программного обеспечения виртуальной и дополненной реальности для образования, и в частности для школы. Появление крупных игроков на рынке программного обеспечения виртуальной и дополненной реальности, а также вложение инвестиций в развитие технологий виртуальной и дополненной реальности привели к росту программного обеспечения по VR/AR технологиям.

Такое положение вещей говорит о том, что бизнес «переварил» и понял, как применять данную технологию в образовании. И такая ситуация стала возможной благодаря тому, что в каждой из вышеназванных категорий VR/AR технологий появились лидеры, определившие своего рода стандарты в своей категории. Появились крупные и небольшие компании по разработке программного и аппаратного обеспечения виртуальной реальности, как в дальнем зарубежье, так и на российском рынке. В работе [3] дан обзор рынка программного обеспечения для школ на начало 2020 года. Школы психологически готовы применять данные технологии в процессе обучения, так как уже есть примеры применения в зарубежных учреждениях образования. В настоящее время уровень развития VR/AR технологий и их распространение достигли той черты, когда общество начало понимать возможности, которые предоставляют эти технологии в плане повышения мотивации обучающихся и повышения качества получаемых знаний [4]. Это еще один фактор, влияющий на внедрение VR/AR технологий в практику школы – понимание возможностей технологий виртуальной и дополненной реальности.

Основные предпосылки для внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в сферу образования:

– Одним из главных факторов является рост объема инвестиций в технологии VR/AR. По данным аналитических компаний, таких как Gartner в 46 миллиардов долларов оценивается мировая индустрия VR/AR технологий [5] и эта цифра постоянно растет с 2012 года и, судя по всему, не планирует существенно останавливать свой рост в ближайшее время. Хотя по данным LearnLaunch, американской компании, занимающейся подключением, поддержкой и инвестированием в экосистему образовательных технологий для стимулирования инноваций и трансформации обучения, в настоящее время образовательные технологии (edtech) составляют менее 5% от 1,6 триллионов долларов, которые ежегодно тратятся на образование в США [6]. В то же время по мнению этой же компании, проникновение цифровых технологий в сектор образования невелико по сравнению с другими секторами.

Инвестиции способствовали и способствуют появлению нового программного обеспечения и развития аппаратного обеспечения технологий виртуальной и дополненной реальности. Отсюда

истекают следующие факторы, способствующие внедрению указанных технологий в учебный процесс школы:

- снижение цены на аппаратное обеспечение. Цены за последние несколько лет на современные VR/AR-устройства, предназначенные для профессионального и домашнего пользования, успели во многом снизиться, гарнитуры стали более доступными;

- увеличение выпуска программного обеспечения для VR/AR. В настоящее время существует уже несколько тысяч самых различных VR/AR и их количество постоянно растет. Надо отметить появление компаний по разработке программного обеспечения виртуальной и дополненной реальности и в Казахстане, на примере компании Big Dream;

- количество компаний-гигантов и средних компаний, занимающихся в отрасли VR/AR технологий выросло, соответственно увеличивается и вклад этих компаний в отрасль VR/AR технологий, появились крупные инвесторы, заинтересованные в развитии этих технологий. Это такие компании как HTC, Oculus, Google, Microsoft, Sony, Samsung и другие.

- внедрение VR/AR технологий в другие сферы, такие как культура, нефтегазовая промышленность, энергетика, машиностроение, реклама, телекоммуникации, металлургия, здравоохранение и другие. Из игровой сферы виртуальная и дополненная реальность уже перешла в другие сферы и стремительно внедряется во все другие виды деятельности человека.

В сентябре 2020 года исследовательская аналитическая компания CB Insights представила тренды, которые изменят образование в эпоху Постковид – 19 [7]. По мнению аналитиков CB Insights, сектор образования сильно отстает в части внедрения цифровых технологий. На пути к цифровой трансформации в образовании существуют следующие барьеры: конфиденциальность данных, отсутствие специалистов для управления цифровой инфраструктурой, отсутствие инвестиций в цифровые технологии. Пандемия COVID-19 заставляет трансформироваться сектор образования и среди основных трендов, которые изменят образование из 6 объявленных является виртуальная и дополненная реальность [7].

Сегодня, когда наблюдается кризис живого общения, технологии виртуальной и дополненной реальности могут стать одними из эффективных решений этой проблемы. В качестве примера можно привести казахстанский проект «IN VR», по которому в дистанционном обучении университеты используют виртуальную реальность [8].

По проекту создана платформа, которая позволяет проводить онлайн обучение, с применением виртуальной реальности. Для организации дистанционной лекции необходимо в аудитории университета поставить камеру, снимающую на 360 градусов, находясь дома, студент ставит смартфон в картборд или одевает VR-шлем и видит все, что происходит вокруг него, и это позволяет сделать процесс обучения не только эффективным, но и более эффективным и увлекательным. По такому же принципу можно виртуально присутствовать на футбольном матче с участием любимого футболиста, на концерте известного певца, подпевать ему вместе с другими, видеть все спецэффекты шоу.

Авторы статьи также занимаются разработкой и внедрением технологий виртуальной и дополненной реальности, результаты которых обсуждены на престижных международных научных конференциях и опубликованы [9, 10].

Исследуя применение VR/AR-технологий за рубежом можно отметить, что лидерами являются европейские страны, США, Китай. В качестве примера можно назвать:

- в Китае проводились исследования «Влияние виртуальной реальности на академическую деятельность». Класс поделили на две группы и одну и ту же дисциплину преподавали в первой группе с применением виртуальной реальности, а во второй группе – классическим методом. По результатам обучения провели тест. Процент освоения первой группы – 93%, а второй – 73%. В дополнение к этому, группа VR показала более глубокое понимание темы и лучше закрепила полученные знания. Также тому подтверждения можно найти и в работах российских ученых [11];

- VR-тренировка проведения хирургической операции на желчном пузыре была продемонстрирована в Йельском университете (США). Группа, использующая VR, в 6 раз реже допускала ошибки и была на 29% быстрее;

- Компания Google много лет работает над созданием виртуальных экскурсий по мировым достопримечательностям. К примеру, в 2019 году был запущен виртуальный тур по Версальскому дворцу, для создания которого использовано 132 000 фотографий. Есть также туры по Букингемскому дворцу в Лондоне, Большому театру в Москве и другим объектам культурного



наследия. Использованию технологий виртуальной и дополненной реальности в области культуры посвящена работа [12];

– В Китае с помощью технологии дополненной реальности произвели цифровую реконструкцию крупнейшего королевского сада [13].

В России также ведутся исследования по внедрению VR/AR-технологий в образование. Работают образовательные проекты, такие как «Образование-2024», «Цифровая школа», «Современная цифровая образовательная среда», «Цифровая экономика Российской Федерации».

В 2019 году Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций России опубликовало Дорожную карту развития «сквозной» цифровой технологии «виртуальной и дополненной реальности».

Крупным научным учреждением, занимающимся изучением проблем технологий виртуальной и дополненной реальности является Центр Национальной Технологической Инициативы (НТИ) работающий в направлении исследования вопросов нейротехнологий Дальневосточного Федерального Университета в городе Владивосток.

Своей целью Центр ставит вопросы разработки программного обеспечения и вообще продуктов в сфере коммуникаций, типа «человек-человек» и «человек-машина» на основе технологий дополненной и виртуальной реальности, с использованием присущих технологиям дополненной и виртуальной реальности нейроинтерфейсов и самых передовых психофизиологических технологий. Продукты на основе нейроинтерфейсов способствуют продуктивности человеко-машинных систем. В связи с тем, Центр является крупным представителем науки в области VR/AR перед ним поставили задачу инфраструктурного и кадрового обеспечения научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов, связанных с технологиями виртуальной и дополненной реальности. Центр ведет образовательную деятельность. В Центре готовят научные и инженерные кадры, а также готовят менеджеров, маркетологов - специалистов в области продвижения товаров и услуг, которые до них никто не продвигал; а также специалистов в области дизайна товаров и услуг в интересах рынка НТИ «Нейронет» [14].

Образование и медицина являются главными направлениями работ, проводимых в Центре по внедрению и разработке виртуальной и дополненной реальности. Совсем недавно, в ноябре 2020 года по России проводилось анкетирование школ, проведенный Центром, о готовности к применению виртуальной и дополненной реальности в учебном процессе. По результатам этого исследования, в отдельных российских образовательных учреждениях, в том числе региональных, уже сейчас есть возможность применять технологии в обучении. По количеству таких учреждений, которых более 30, лидерами стали Самарская, Орловская и Московская области, Ставропольский и Хабаровский края, а также Республика Саха (Якутия). Кроме указанных областей в России известны работы Томского государственного университета, где занимаются разработками VR/AR-приложений, работы Набоковой Л.С. из Красноярска, Загитуллиной Ф.Р. из Санкт-Петербурга [15], много работ посвящено качеству получаемых знаний, при применении VR/AR приложений, одна из таких работ [11].

В Казахстане изучение и внедрение VR/AR-технологий находится пока на начальной стадии. Есть отдельные примеры по внедрению, например, в городе Нур-Султан, в школе-лицее № 73 открыта лаборатория виртуальной реальности – «NURLab». Пока это единичный проект, авторы которого предложили внедрить лаборатории дополненной/виртуальной реальности «NURLab» в каждой школе страны.

Все перечисленные примеры применения технологий виртуальной и дополненной реальности являются в образовании одними из первых опытов, но их значимость велика, так как этот опыт способствует массовому внедрению указанных технологий в школу.

На сегодняшний день инструменты применения виртуальной и дополненной реальности находятся пока на стадии становления и еще не могут заменить традиционное образование, но уже сегодня они могут качественно дополнить образование, сделать его более доступным, интересным, наглядным и практико-ориентированным. Применение их в образовательном процессе еще на стадии становления, невзирая на стремительное развитие технологий виртуальной и дополненной реальности. К тому же нужно отметить, что направление научных исследований по применению решений, базирующихся на технологиях виртуальной и дополненной реальности в области образования, не слишком широко освещается в российских и казахстанских изданиях образования.

### **Результаты исследования**

Резюмируя, можно сказать, что виртуальная и дополненная реальность являются ведущим трендом информационных технологий, стали использоваться во всех отраслях и перспективы роста применения этих технологий в образовании очень высокие. VR/AR оказывают и будут оказывать влияние на все сферы жизни, в том числе и на образование.

Применение технологий, скорее всего, будут способствовать изменению технологической составляющей процесса образования, которая как предполагают авторы, будет катализатором более качественного усвоения знаний. В качестве факторов, способствующих внедрению VR/AR технологий в образовательный процесс средней школы названы:

1. Количество компаний-гигантов и средних компаний, занимающихся в отрасли VR/AR технологий выросло, соответственно увеличивается и вклад этих компаний в отрасль VR/AR технологий, появились крупные инвесторы, заинтересованные в развитии этих технологий. Это такие компании как HTC, Oculus, Google, Microsoft, Sony, Samsung и другие. Их продукты давно используются и имеют большую популярность в данной отрасли. Рост инвестиций в VR/AR технологии, привел к появлению множества нового программного обеспечения виртуальной и дополненной реальности, а также этот фактор привел к снижению цен на аппаратное обеспечение VR/AR технологий;

2. Внедрение VR/AR технологий в другие сферы, такие как культура, нефтегазовая промышленность, энергетика, машиностроение, реклама, телекоммуникации, металлургия, здравоохранение и другие. Из игровой сферы виртуальная и дополненная реальность уже перешла в другие сферы и стремительно внедряется во все другие виды деятельности человека;

3. Школы психологически готовы применять данные технологии в процессе обучения, общество начало понимать те возможности, которые предоставляют эти технологии;

4. Для массового внедрения VR/AR технологий в учебный процесс школы необходимы научное изучение вопросов внедрения.

### **Дискуссия**

В вопросе внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности еще много нерешенных проблем. Несмотря на то, что уже достаточно накопилось опыта использования этих технологий, еще нет методики их внедрения в образовательный процесс средней школы, методологического обоснования использования VR/AR-технологий, как современного средства обучения и преподавания в учебном процессе школы, методики использования VR/AR- технологий в средней школе для обучения и преподавания с учетом психолого-педагогических и технологических аспектов процесса обучения в школе, не определены средства использования.

Для массового внедрения VR в этой сфере нужно отметить, что необходимы научное изучение вопросов внедрения, разработка методологии переноса школьной программы в виртуальную реальность, чтобы она стала полноценной частью образовательного процесса. Кроме того, школы должны иметь специальное оборудование и VR-классы, а также изучение влияния на качество знаний учащихся и на психологическое состояние обучаемых.

Эти вопросы, которые нужно постоянно держать в поле зрения научных исследований.

### **Заключение**

Учитывая факторы названные в статье, массовое внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательный процесс школы неизбежно, но требует дальнейшего научного изучения.

*Работа выполнена в рамках государственного финансирования по научным и научно-техническим проектам на 2020-2022 годы Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № AP08856402).*

#### *Список использованной литературы:*

*Обзор образовательных трендов от обсерватории образовательных инноваций университета Tecnológico de Monterrey [Электрон.ресурс]. – 2018. –URL: <https://2018.edcrunch.ru/news/dopolnennaya-i-virtualnaya-realnost/> (дата обращения: 05.02.2021)*

- 1 Munoz-Saavedra L., Miro-Amarante L., Dominguez-Morales M. *Augmented and Virtual Reality Evolution and Future Tendency // Applied Sciences*. – 2020. – № 10(1). С. 322. <https://doi.org/10.3390/app10010322> - 01 Jan 2020
- 2 Хукаленко Ю. 15 VR- и AR-приложений для школ: обзор российского рынка [Электрон.ресурс]. – 2020. – URL: <https://vc.ru/education/107661-15-vr-i-ar-prilozheniy-dlya-shkol-obzor-rossiyskogo-rynka> (дата обращения: 05.02.2021)
- 3 Fonseca, D., Villagrana, S., Navarro, I., Redondo, E., Valls, F., Llorca, J., Gomez-Zevallos, M., Ferrer, A., Calvo, X. *Student motivation assessment using and learning virtual and gamified urban environments.// In Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, Кадиз, Испания, 2017.
- 4 *Education CIOs identify digital skills and technologies for sustainable transformation [Электрон.ресурс]*. – 2020. – URL: <https://www.gartner.com/en/industries/education> (дата обращения: 05.02.2021)
- 5 Сайт компании LearnLaunch [Электрон.ресурс]. – 2020. – URL: <https://www.linkedin.com/company/learnlaunch/> (дата обращения: 05.02.2021)
- 6 Тренды, которые меняют образование в эпоху пост-COVID-19. [Электрон.ресурс]. – 2020 – URL: <https://ict.moscow/research/trendy-kotorye-menaiiut-obrazovanie-v-epokhu-post-covid-19/> (дата обращения 5.02.2021)
- 7 Бондал К. Как использовать VR в обучении. [Электрон.ресурс]. – 2020 – URL <https://kapital.kz/business/88593/kak-ispol-zovat-vr-v-obuchenii.html> (дата обращения 5.02.2020)
- 8 Сарсимбаева С.М. *Vuforia платформасында кеңейтілген шыныдық қосымшаларын құру және оқу процесінде қолдану // Вестник КазНПУ им.Абая, серия Физико-математические науки*, – 2020. – №1(69), – С.414-417
- 9 Sarsimbayeva S.M., Dimitrov V.T. *Research on the development and implementation of augmented reality technologies // Proceedings of the Information Systems and Grid Technologies ISGT 2020, София, Болгария, 2020. Volume 2656*. – С. 142-147 <http://ceur-ws.org/Vol-2656/>
- 10 Ефремова С.Г., Морозкин Н.А. *Исследование влияния VR, AR, MR технологий на качество образования в современном мире и их дальнейшие пути развития // Моя профессиональная карьера*. – 2020. – Т. 2. № 11. С. 187-192.
- 11 Marto A., Gonsalves A.J. *Mobile AR: User Evaluation in a Cultural Heritage Context. Applied Sciences* – 2019. – № 9(24) 5454; <https://doi.org/10.3390/app9245454>
- 12 49.Wang P., Wu P., Wang J., Hung-Lin Chi H.-L., Wang X. *A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training// International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018.-№ 15. – P. 1-18.
- 13 Центр компетенций НТИ по направлению «Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности» ДВФУ г.Владивосток [Электрон.ресурс]. – 2020 – URL: <https://www.rvc.ru/eco/overcoming-technological-barriers/competence-centers-nti/143927/> (дата обращения: 05.02.2021)
- 14 Загитуллина Ф.Р., Набокова Л.С. *Перспективы внедрения технологий дополненной и виртуальной реальности в сферу образовательного процесса высшей школы // Профессиональное образование в современном мире*. – 2019. Т. 9, № 2, С. 2710–2719 DOI:15372/PEMW20190208

#### References

- 1 *Obzor obrazovatel'nyh trendov ot observatorii obrazovatel'nyh innovacij universiteta Tecnológico de Monterrey [Jelektron.resurs]. (2018) [Overview of educational trends from the University's Observatory of Educational Innovation] –URL: https://2018.edcrunch.ru/news/dopolnennaya-i-virtualnaya-realnost/ (data obrashhenija: 05.02.2021). (in Russian)*
- 2 Munoz-Saavedra L., Miro-Amarante L., Dominguez-Morales M. *Augmented and Virtual Reality Evolution and Future Tendency // Applied Sciences*. – 2020. – № 10(1). С. 322. <https://doi.org/10.3390/app10010322> - 01 Jan 2020.
- 3 Hukalenko Ju. (2020) 15 VR- i AR-prilozhenij dlja shkol: obzor rossijskogo rynka [VR and AR apps for schools: an overview of the Russian market] [Jelektron.resurs]. URL: <https://vc.ru/education/107661-15-vr-i-ar-prilozheniy-dlya-shkol-obzor-rossiyskogo-rynka> (data obrashhenija: 05.02.2021). (in Russian)
- 4 Fonseca, D., Villagrana, S., Navarro, I., Redondo, E., Valls, F., Llorca, J., Gomez-Zevallos, M., Ferrer, A., Calvo, X. *Student motivation assessment using and learning virtual and gamified urban environments.// In Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, Кадиз, Испания, 2017.
- 5 *Education CIOs identify digital skills and technologies for sustainable transformation [Jelektron.resurs]*. – 2020. – URL: <https://www.gartner.com/en/industries/education> (data obrashhenija: 05.02.2021)
- 6 *Sajt kompanii LearnLaunch (2020) [Company website LearnLaunch] [Jelektron.resurs]. URL: https://www.linkedin.com/company/learnlaunch/ (data obrashhenija: 05.02.2021)*

- 7 Trendy, kotorye menjajut obrazovanie v jepohu post-COVID-19. [Jelektron.resurs]. – 2020 – URL: <https://ict.moscow/research/trendy-kotorye-menaiut-obrazovanie-v-epokhu-post-covid-19/> (data obrashhenija 5.02.2021)
- 8 Bondal K. Kak ispol'zovat' VR v obuchenii. [Jelektron.resurs]. – 2020 – URL <https://kapital.kz/business/88593/kak-ispol-zovat-vr-v-obuchenii.html> (data obrashhenija 5.02.2020)
- 9 Sarsimbaeva S.M. (2020) Vuforia platformasynda kenejtilgen shyndyk kosymshalaryn kuru zhane oku procesinde koldanu [Development and use of augmented reality applications on the Vuforia platform] Vestnik KazNPU im.Abaja, serija Fiziko-matematicheskie nauki, №1(69), 414-417. (in Kazakh)
- 10 Sarsimbayeva S.M., Dimitrov V.T. (2020) Research on the development and implementation of augmented reality technologies Proceedings of the Information Systems and Grid Technologies ISGT 2020, Sofija, Bolgarija, Volume 2656. – S. 142-147 <http://ceur-ws.org/Vol-2656/> (in Kazakh)
- 11 Efremova S.G., Moroshkin N.A. (2020) Issledovanie vlijanija VR, AR, MR tehnologij na kachestvo obrazovanija v sovremennom mire i ih dal'nejshie puti razvitiija [Research of VR, AR, MR technologies on the quality of education in the modern world and their further development]. Moja professional'naja kar'era. T. 2. № 11. 187-192. (in Russian)
- 12 Marto A., Gonsalves A.J. Mobile AR: User Evaluation in a Cultural Heritage Context. Applied Sciences – 2019. – № 9(24) 5454; <https://doi.org/10.3390/app9245454>
- 13 Wang P., Wu P., Wang J., Hung-Lin Chi H.-L., Wang X. A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training// International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018.-№ 15. – P. 1-18.
- 14 Centr kompetencij NTI po napravleniju «Nejrotehnologii, tehnologii virtual'noj i dopolnennoj real'nosti» [Neurotechnology, technology of virtual and augmented reality] DVFU g.Vladivostok [Jelektron.resurs]. URL: [https://www.rvc.ru/eco/overcoming\\_technological\\_barriers/competence\\_centers\\_nti/143927/](https://www.rvc.ru/eco/overcoming_technological_barriers/competence_centers_nti/143927/) (data obrashhenija: 05.02.2021). (in Russian)
- 15 Zagitullina F.R., Nabokova L.S. (2019) Perspektivy vnedrenija tehnologij dopolnennoj i virtual'noj real'nosti v sferu obrazovatel'nogo processa vysshej shkoly [Prospects for the introduction of technology in complementary and virtual reality in the field of educational process in higher education]. Professional'noe obrazovanie v sovremennom mire. T. 9, № 2, S. 2710–2719. (In Russian) <https://doi.org/15372/PEMW20190208>. (in Russian)

МРНТИ 14.35.01  
УДК 378

DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.29>

*А.Р. Турганбаева<sup>1</sup>, А.Е. Шахан<sup>1\*</sup>*

*<sup>1</sup>ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

*\*e-mail: shahan\_akerke@mail.ru*

## **ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫН ЦИФРЛАНДЫРУ ПРОЦЕССИНДЕ ТУЫНДАЙТЫН ТӘУЕКЕЛДЕРГЕ ШОЛУ**

*Аңдатпа*

Бұл мақалада жоғары білім беруді цифрландыру процесінде туындайтын тәуекелдерге шолу жасалады. Жалпы қоғамды, соның ішінде жоғары оқу орындарын цифрландыру үдерісінің барлық жетістіктері мен жағымды жақтарына қарамастан көптеген әртүрлі тәуекелдер туындайды. Оларға психологиялық мәселелердің пайда болуы, педагогикалық мәселелер – цифрландыру процесіне бағынбайтын педагогикалық идеялардың жоғалу мүмкіндігі, әдістемелік – әртүрлі платформалар мен оқыту әдістерін өзгерту кезінде, техникалық және технологиялық - авторлық құқықты қорғау және ақпараттық қауіпсіздік мәселелері туындайды, технологияны игерудегі қиындықтар, әсіресе егде жастағы оқытушылар арасында, педагогтардың дискриминациясына әкелу мүмкіндігі және экономика мен қоғамдағы, оның ішінде жоғары білім беру жүйесіндегі басқа да жағымсыз өзгерістерге әкелуі мүмкін. Мақалада цифрлық технологиялардың мүмкіндіктері, олардың экономикадағы тәуекелдердің пайда болуына әсері және білім беру жүйесіндегі көңіл көншітпейтін өзгерістер көрсетілген.

**Түйін сөздер:** цифрландыру тәуекелдері, жоғары білім, сандық оқыту аспектілері, сандық дидактиканың тәуекелдері.

*Аннотация*

*А.Р. Турганбаева<sup>1</sup>, А.Е. Шахан<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

## **ОБЗОР РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ВУЗОВ**

В данной статье предлагается обзор рисков, возникающих в процессе цифровизации высшего образования. Несмотря на все достижения и положительные стороны процесса цифровизации общества в целом и, в частности, в высшем образовании, возникает большое количество различных рисков. К ним можно отнести возникновение психологических проблем, педагогических – возможная потеря педагогических идей, которые не подчиняются процессам цифровизации, методических – при изменении различных платформ и методов обучения, технических и технологических – возникают проблемы защиты авторских прав и информационной безопасности, сложности освоения техники особенно у преподавателей пожилого возраста, которые могут привести к дискриминации преподавателей и другим нежелательным изменениям в экономике и в обществе, в том числе и в системе высшего образования. В статье показаны возможности цифровых технологий, их влияние на появление рисков в экономике и неутешительных изменений в системе образования.

**Ключевые слова:** риски цифровизации, высшее образование, аспекты цифрового обучения, риски числовой дидактики.

*Abstract*

## **EMERGING IN THE PROCESS OF DIGITALIZATION OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS RISK REVIEW**

*Turganbayeva A.R.<sup>1</sup>, Shahan A.E.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

This article provides an overview of the risks that arise in the process of digitalization of higher education. Despite all the achievements and positive aspects of the process of digitalization of society as a whole and, in particular, in higher education, a large number of different risks arise. These include the emergence of psychological problems, pedagogical-the possible loss of pedagogical ideas that do not obey the processes of digitalization, methodological – when changing various platforms and teaching methods, technical and technological – there are problems of copyright protection and information security, difficulties in mastering technology, especially for older teachers, which can lead to discrimination against teachers and other undesirable changes in the economy and society, including in the higher education system. The article shows the possibilities of digital technologies, their impact on the emergence of risks in the economy and disappointing changes in the education system.

**Keywords:** risks of digitalization, higher education, aspects of digital learning, risks of numerical didactics.

Адамзат баласы күннен күнге заманауи цифрландыру заманына еніп барады. Қазіргі уақытта қоғамды заманауи гаджеттер, цифрлы құралдарсыз елестету мүмкін емес. Цифрландыру процесісі заман ағымының ғаламдық мәселесі болып отыр. Осы орайда жалпы әртүрлі салаларда цифрлы форматты дамыту "Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасы негізінде Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 12 желтоқсандағы № 827 қаулысымен бекітілген [1].

Цифрлық Қазақстан бағдарламасының негізінде цифрлық технологияларды дамыту арқылы халықтың өмір сүру сапасын жақсарту, ел экономикасын жедел дамыту, болашақта цифрлы мемлекетті қалыптастыру болып табылады. Бұл бағдарлама аясында орта, техникалық, кәсіби, жоғары білім беруде цифрлық сауаттылықты арттыру мәселесі қарастырылған. Қазіргі таңда жаһандық цифрландыру бағыты елеулі түрде дамып отырған уақытта білім беру жүйесі де цифрландыру процесінде білім беруді қарастырып отыр. Яғни, бұл білім берудегі ақпараттық жүйелердің қарқынды түрде дамуын көрсетіп отыр.

Жоғарғы оқу орындарындағы цифрландыру процесінің міндетіне цифрлы қоғамға кәсіби мамандарды ғана дайындаумен шектелмей, цифрлы сауаттылығы жоғары қоғам мүшелерін қалыптастыру болып табылады. Жоғарғы оқу орнының профессорлы-ұстаздық құрамының цифрлы біліктілігінің жоғары болуы: цифрлы сауаттылықтың дамуы, оқу-әдістемелік материалдарының цифрландыру және оны педагогикалық практикада қолданумен, электронды құралдар мен ресурстарды дамыту, тиімді коммуникативті дағдыларды дамыта отырып онлайн немесе аралас режимде білім беру үрдісін қалыптастыру болып табылады.

Цифрлы білім беру жүйесі ыңғайлы, жылдам, қолжетімді болуымен қатар, оның қауіпсіздігі мен тәуекелдерін ескеріп отыру маңызды. Білім беру жүйесін цифрландырудың тәуекелдерін анықтау цифрлы қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Цифрландыру процесімен қатар цифрлы ақпараттық киберқауіпсіздікті сақтаудың алғышарттарын ескеріп, алдын алу да маңызды. Қазіргі технологиялар дамыған уақытта өсіп келе жатқан өскелең ұрпаққа білім нәрін сіңдіру үшін цифрлы білімнің тәуекелдерін анықтап және барлық проблемаларды ескере отырып, цифрлы білім беру үрдісін сапалы, пайдалы етіп жасау маңызды мәселе болып отыр.

Сондықтан да Жоғарғы оқу орындарын цифрландыру процесінде туындайтын тәуекелдер қатарын психологиялық, педагогикалық, технологиялық негізгі мәселелерін бөліп қарау маңызды. Білім беру процесі тұрақты трансформацияға ұшырап отыратын динамикалық және тұтас педагогикалық жүйе. Осыдан білім беру процесіндегі дамытушылық қабілеті туындайды, яғни білім берудегі жаңа технологияларды оқыту және енгізу парадигмасын сипаттайды.

Сонымен қатар білім беруді цифрландыру процесі студенттердің бойынан психикалық және тәлім-тәрбие беру жағынан тірі тұлғааралық байланыстың болмауы салдарынан ауытқулар туындауына әкелуі мүмкін. Осы жаңа ақпараттық технологияларды кең қолдану шарттары мен қазіргі заманауи оқыту үдерісінің даму мәселелері Вербицкий А.А. [2] еңбегінде талқыланады. Бұл еңбекте цифрлы білім берудегі нәтижелер мен қатар психологиялық-педагогикалық зерттеулер жүргізудің маңыздылығы мен содан туындайтын бірқатар күрделі мәселелер мен тәуекелдерді зерттеуді талап етеді Бурганова Л.А. «Жоғары білімді цифрландырудың әлеуметтік тәуекелдерін талдау» [3] мақаласында мұғалімдер мен студенттердің цифрлық технологияларды қолдануға деген көзқарасын, сондай-ақ оларды қолдану сипатын әлеуметтанулық шетелдік зерттеудің білім беру процесінің тәжірибесін талдаған. Бірқатар жүргізілген зерттеулердің талдауының нәтижелері Еуропалық университеттер: жоғары білім беруді цифрландыру қаупі мұғалімдердің цифрлық білім беру технологияларын қолданудағы біліксіздігімен тікелей байланысты, оларды сандық шындыққа кәсіби бейімдеу қиындықтарын атап өткен. Оқыту парадигмасын жетілдіру қажеттілігі туралы автордың ұстанымы негізделген.

Сонымен қатар цифрлы білім берудің тәуекелдерін анықтау мұғалімдер мен студенттерден білім беру жүйесінде цифрлы технологияларды қолдану және ассимиляция проблемаларын тұрақты түрде талдау негізінде жүзеге асады делінген.

Н.С. Ильюшенко [4] «Сандық оқыту: перспективалары мен тәуекелдері білім берудегі сандық трансформация» атты мақаласында: Білім берудегі сандық трансформацияның перспективалар мен тәуекелдерді түсіндіру және бағалау туралы айтылған. Білім беру саласындағы цифрлы құралдарды пайдаланудың да теріс жақтарын елемеге болмайтындығын, білім беру жүйесіне жаңа тәуекелдердің келуімен цифрландыру процесі қатар келгендігін атап өткен.

Цифрландыруға қатысты тәуекелдерге мыналарды жатқызуға болады:

– Педагогикалық міндеттерді шешу мақсатында көптеген цифрлы құралдарды пайдалану студенттер мен оқытушыларға білім беру мен жұмыс жасау жағынан *көптеген ауырпалықтар* туғызады. Себебі бұл жаңа бағдарламалық және техникалық жасақтаманы іздеуге, орнатуға, игеруге *уақыт жұмсауы* әдетте білім беру бағдарламасында *көрсетілмеген*.

– Цифрландыру сонымен қатар *цифрландыру процесіне қиын бағынатын, бағынуға келмейтін озық педагогикалық идеяларды елемей қалуына* әкелуі мүмкін. Себебі кейбір педагогикалық идеялар тікелей тұлғааралық қарым-қатынасқа негізделген, сонымен қатар үлкен мәтіндерді қабылдау қабілетінің жоғалуы, жазу, логикалық ойлау сынды педагогикалық және әлеуметтік дағдылардың жоғалуына әкелуі мүмкін.

– Білім беруді цифрландыру *ақпараттық қауіпсіздік, авторлық құқықты қорғау* және жеке және білім беру орындарындағы студенттер туралы мәліметтердің қауіпсіздігі сынды проблемалық мәселелерді тудырады.

– Білім берудегі цифрлық өнімдерді және ресурстарды жасау уақыттың көп бөлінуін қажет етеді және ақпараттық технологиялардың даму қарқыны салдарынан бұл *жасалған өнімдер тез ескіріп, контент (мазмұн) сапасының жоғалуына* әкеледі. Сонымен қатар егер ЖОО мен мектеп мұғалімдері туралы айтатын болсақ, цифрлы білім беру мемлекеттік деңгейде бекітілеген білім беру бағдарламаларын жоймайды, яғни мұғалімдерге дәстүрлі форматта білім беру міндетін жоймайды (бұл мұғалімге екі есе ауырпалық тудыруы мүмкін: дайындық қажеттілігі цифрлық және «дәстүрлі» формадағы сабақтарға арналған материалдар дайындау, есеп беру және т.б.).

– Цифрландыру *педагогтардың дискриминацияның дамуына* да әкелуі мүмкін, жас мәселесіне байланысты жаңа цифрлық трансформация игеруінде қиындықтар туғызуы мүмкін, сонымен қатар қажетті оқу құралдары (сапалы техникалық құрылғылар, қымбат тұратын бағдарламалық қамтамасыз ету және т.б.) жоқ білім алушылар үшін қиын жағдайлар туындайды.

– Сонымен қатар *психологиялық тәуекел* ретінде гаджеттерге тәуелділіктің әкелуін де атап көрсету қажет.

А.Ю. Рожкова, М.В. Васильева [5] білім беру процессін трансформациялау жағдайында цифрлы білімнің аспектілерін *күрделі тұрақсыз жүйе* ретінде көрсеткен. Білім берудегі х-қызметінің онлайн – мониторингі негізінде іске асуының бизнес – моделінің имидж тәуекелін және х-қызметін алушылардың х білім беру құралдарының дайындығы және бейімделгіштік пен технологиялық іскерлік дағдыларының талдауын ашып көрсеткен.

Цифрлы білім беруге өтудегі негізгі проблемаларға да тоқталып кеткен. Кәсіптік білім беру процесін цифрландырудың өзектілігі мен маңыздылығы кәсіптік білім беру жүйесін бейімдеу қажеттілігіне байланысты және цифрлық экономика мен цифрлық қоғамның қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін оқыту, қазіргі заманғы әлемдік тенденциялардың мәртебесі болып табылады. Сандық дидактика – педагогика саласы, білім беру ортасында ғылыми цифрлы оқыту процесін ұйымдастыру туралы пән.

Жаңашылдық негізінде құрылған сандық дидактика білім беруді цифрландыру жағдайының проблемалық сипатын жеңуге және тәуекелдерін анықтауға мүмкіндік береді. Осы аталған мәселелер В.И. Блиновтың ғылыми редакторлығымен Цифрлы кәсіби білім берудің педагогикалық концепциясында жазылған. Кәсіби білім беру және оқыту жүйесін цифрландырудың тәуекелдерін анықтау барысында, студенттердің психологиялық, педагогикалық ойлау, дүниетаным, құндылықтар жүйесінде туындайтын тәуекелдерін атап көрсеткен.

Сонымен қатар шамадан тыс «цифрлы оптимизм» қауіпі бойынша цифрлы білім беру мүмкіндіктерін асыра бағалау арқылы білім беру жүйесінде адами фактордың маңыздылығын бағаламау тәуекелін анықтаған.

Жаңа ақпараттың жылдамдығы және олардың жаһандық таралу нәтижесімен қатар, цифрландыру тәуекелдерінің анықтауды да қажет етеді. IT қауіпсіздік саласындағы атақты эксперт Н.И. Касперская Мемлекеттік думадағы (наурыз, 2018ж.) Ресей Федерациясының Парламенттік тыңдалымында сөйлеген сөзінде «цифрлы колонизация» және блокчейн, «үлкен деректер», виртуалды шындық сияқты кеңінен енгізіліп келе жатқан технологиялардың тәуекелдерін анықтап көрсеткен.

Таңдалған тәуекелдерді талдау қоғам мен білімді цифрландыру нәтижесінде білім беруде мүмкін болатын өзгерістердің тізімін жасауға мүмкіндік берді, олар 1 кестеде көрсетілген [6].

Білім беру жүйесіндегі цифрландыру салдырынан туындайтын тағы бір мәселе цифрлы ресурстарды пайдалану мүмкіндігін асыра бағалау болып табылады.

Бұл педагогтардың маңыздылығын бағаламауға әкелуі, цифрлы білім беру ортасында өзін-өзі оқытудың күрт артуына әкеледі деп болжанады. Себебі қазіргі таңда өзін-өзі оқытуды қамтамасыз ететін ақылы, тиімді технологиялардың көбеюде. Осы цифрлы білім беру өнімдерін жасаушылардың «диктаты», бұл да қазіргі уақыттағы туындайтын бір тәуекел болып табылады.

Себебі сол технологияларды жасаушылар білім беру жүйесінің ғылыми негіздерінен, педагогикалық мақсат пен дидактикалық принциптерінен алшақ.

Көбіне олар білім беру процесін тек «қызмет» ретінде қарастырады. Нәтижесінде кейбір цифрлы білім беру өнімдері оқу мақсатымен тікелей байланысты емес өнім ретінде ұсынылады [7].

*Кесте 1. Цифрландыру тәуекелдері және білім беруде мүмкін болатын өзгерістер*

<i>Цифрлы технологияның мүмкіндіктері</i>	<i>Экономикаға енгізу тәуекелдері</i>	<i>Білім беруде болатын өзгерістер</i>
<i>Жасанды интеллекттегі серпіліс, «үлкен деректердегі» талдау</i>	<i>Батыстық технологияларды таңу, өз құзыреттілігінің деградациясы</i>	<i>Негізгі танымдық құзыреттіліктерді жоғалту (жазу, есептеу, оқу, логика), білім сапасының құлдырауы</i>
<i>Байланыс және төлемдерді жеделдету, жаңа байланыс орнату мүмкіндіктері және жайлылықтың жаңа деңгейі</i>	<i>Жаңа осал қателіктер, жеке деректердің жоғалуы, құпиялылық, бақылау</i>	<i>Мұғалімнің «Қоғамдық» үлгісі, оның психологиялық қасиеттеріне жоғарғы талаптың қойылуы, қақтығыстардың күшеюі</i>
<i>Электрондық сәйкестендіру және жеке куәлікті растау, электронды қосарланған азамат</i>	<i>Жеке өмірдің жоғалуы, цифрлық тоталитаризм, шетелге жеке деректердің өтіп кетуі</i>	<i>Жеке байланыстардың төмендеуі, қақтығыстардың өсуі, талантты жастар мен оқытушылардың шетелге «ағуы», жалпы дайындық деңгейінің төмендеуі, сапаны бақылау проблемалары</i>
<i>Жаңа бизнес модельдер, ірі компаниялар, IT қызметтер</i>	<i>Нарықты трансұлттық компаниялардың жасаулап алуы</i>	<i>Білім беру мазмұнына талаптың өзгеруі, білім беру құралдарының одан әрі өзгеруі</i>
<i>Қызметтің автоматтандыру және роботтандыруы, Өсу өнімділігі және өндіріс тиімділігі</i>	<i>Жұмыс орнының азаюы, жұмыссыздық, әлеуметтік шиеленіс</i>	<i>Біліктілік талаптарының өзгеруі, «Интеллектуалды» мамандарға деген қажеттіліктің азаюы, жоғарғы білім беру контингенттің азаюы</i>
<i>Әрі қарай білім беру, медицина, көлік, қызмет көрсету салаларында стандарттау</i>	<i>Құқықтық белгісіздік, сапаның және жауапкершіліктің төмендеуі, этикалық проблемалар, алаяқтықтың өсуі, адамдарды «роботтандыру», әлеуметтік оқишаулаудың өсуі</i>	<i>«Білім беру қызметтері» бағытына қарай өзгерістер, фундаменталдылықтан кету, университеттер әкімшілігі мен оқытушылар функцияларын өзгерту немесе қайта бөлу, қақтығыстардың артуы, білім беру сапасының төмендеуі</i>
<i>Инвестициялар, стартаптар, жаңа ақша, жаңа индустриялар, Дәстүрлі индустрияларды «қайта өңдеу»</i>	<i>Күшті шетелдік ойыншылардың экономиканы басып алуы</i>	<i>Отандық жоғарғы білім берудің статусының жоғалуы, білім алушы контингентінің төмендеуі</i>

Осылайша, жалпы цифрландыру процесінде және, атап айтқанда, жоғары оқу орындарын цифрландырудың барлық жетістіктермен бірге әр түрлі тәуекелдері пайда болады деп айта аламыз, соның ішінде психологиялық, педагогикалық, әдістемелік, техникалық және технологиялық, бұл педагогтардың дискриминациясына және қоғамдағы және білім беру жүйесіндегі басқа да жағымсыз өзгерістерге алып келуі мүмкін.

*Пайдаланған әдебиеттер тізімі:*

1 "Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 12 желтоқсандағы № 827 қаулысына өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы



2 Вербицкий А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы / А.А. Вербицкий // Электронный научно-публицистический журнал "Homo Cyberus". - 2019. - №1(6). [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy\\_AA\\_1\\_2019](http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019), свободный.

3 Бурганова Л.А. Социальные риски цифровизации высшего образования // Вестник экономики, права и социологии. Обзорные статьи – 2019. – № 4. – С. 224-227.

4 Ильюшенко Н.С. Digital learning: Перспективы и риски цифрового поворота в образовании // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 2-й Международной конференции (7-8 февраля 2019 г., Москва). М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2019. С. 215-225. URL: <https://keldysh.ru/future/2019/20.pdf> doi:10.20948/future-2019-20

5 Рожкова А.Ю., Васильева М.В. Имиджевые риски при переходе на цифровое образование: взгляд получателей образовательных услуг. // Научный вестник Южного института менеджмента. 2020. №1. С. 70-75. <https://doi.org/10.31775/2305-3100-2020-1-70-75>

6 Касперская Н.И. Цифровая экономика и риски цифровой колонизации [Электронный ресурс]: развернутые тезисы выступления на парламентских слушаниях в Государственной думе. URL: [https://ivan4.ru/news/traditsionnye\\_semeynye\\_tsennosti/the\\_digital\\_economy\\_and\\_the\\_risks\\_of\\_digital\\_colonization\\_n\\_kasperskaya\\_developed\\_theses\\_of\\_the\\_spee/](https://ivan4.ru/news/traditsionnye_semeynye_tsennosti/the_digital_economy_and_the_risks_of_digital_colonization_n_kasperskaya_developed_theses_of_the_spee/)

7 Миллер Н.В. Анализ возможных рисков в условиях цифровизации образования // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2020) // IV Международная научно-практическая конференция // Новосибирск, 23 апрель 2020г. – С. 146-148.

#### References

1 "Cifrlyk Kazakstan" memlekettik bagdarlamasyn bekitu turaly" [About approval of the state program "Digital Kazakhstan"] Kazakstan Respublikasy Ykimetinini 2017 zhylgy 12 zheltoksandazy № 827 kaulysyna ozgerister men tolyktyrular engizu turaly. (in Kazakh)

2 Verbickij A.A. (2019) Cifrovoe obuchenie: problemy, riski i perspektivy [Digital training: problems, risks and prospects] Jelektronnyj nauchno-publicisticheskij zhurnal "Homo Cyberus". №1(6). [Jelektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: [http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy\\_AA\\_1\\_2019](http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019), svobodnyj. (in Russian)

3 Burganova L.A. (2019) Social'nye riski cifrovizacii vysshego obrazovanija [Social risks of digitalization of higher education]. Vestnik jekonomiki, prava i sociologii. Obzornye stat'i. № 4. – S. 224-227. (in Russian)

4 Il'jushenko N.S. (2019) Digital learning: Perspektivy i riski cifrovogo povorota v obrazovanii [Digital learning: Prospects and risks of the digital revolution in education] Proektirovanie budushhego. Problemy cifrovoj real'nosti: trudy 2-j Mezhdunarodnoj konferencii (7-8 fevralja 2019 g., Moskva). M.: IPM im. M.V.Keldysha, S. 215-225. URL: <https://keldysh.ru/future/2019/20.pdf> doi:10.20948/future-2019-20. (in Russian)

5 Rozhkova A.Ju., (2020) Vasil'eva M.V. Imidzhevye riski pri perehode na cifrovoe obrazovanie: vzgljad poluchatelej obrazovatel'nyh uslug [Image risks when switching to digital education: a look at the beneficiaries of educational services]. Nauchnyj vestnik Juzhnogo instituta menedzhmenta. №1. S.70-75. <https://doi.org/10.31775/2305-3100-2020-1-70-75>. (in Russian)

6 Kasperskaja N.I. Cifrovaja jekonomika i riski cifrovoj kolonizacii [Digital economy and the risks of digital colonization] [Jelektronnyj resurs]: razvernutyje tezisy vystuplenija na parlamentskih slushanijah v Gosudarstvennoj dume. URL: [https://ivan4.ru/news/traditsionnye\\_semeynye\\_tsennosti/the\\_digital\\_economy\\_and\\_the\\_risks\\_of\\_digital\\_colonization\\_n\\_kasperskaya\\_developed\\_theses\\_of\\_the\\_spee/](https://ivan4.ru/news/traditsionnye_semeynye_tsennosti/the_digital_economy_and_the_risks_of_digital_colonization_n_kasperskaya_developed_theses_of_the_spee/). (in Russian)

7 Miller N.V. (2020) Analiz vozmozhnyh riskov v uslovijah cifrovizacii obrazovanija [Analysis of possible risks in terms of digitalization of education]. Cifrovye transformacii v obrazovanii (E-Digital Siberia'2020) //IV Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija // Novosibirsk, 23 april' – S. 146-148. (in Russian)

МРНТИ 20.01.07  
УДК 378.14

DOI: <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.30>

А.А. Тұрдыбек<sup>1</sup>, А.А. Абдилдаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Астана халықаралық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан  
e-mail: turdybekaa@gmail.com

## ИНФОРМАТИКА ПӘНІНДЕ ВИРТУАЛЬДЫ ИНТЕРАКТИВТІ ОРТАНЫ ҚОЛДАНУ

*Аңдатпа*

Информатика пәніне арналған виртуальды оқу ортасына практикалық және теориялық анализ жүргіземіз. Зерттеу мақсаттары мен міндеттерін қарастырып, оқыту бағдарламаларының тиімділігін талдаймыз. Сонымен қатар “виртуальды технологиялар”, “виртуальды интерактивті оқыту ортасы” және “онлайн оқыту платформасы” т.б өзекті мәселелерді талқыға саламыз.

Жұмыстың ғылыми өзекті болуына, заманауи технологиялар мен виртуальды өмірдің балаларға ықпал етуінен туындайды. Жаһандану және информатизация әсерінен информатика пәнінен сабақ берудің жаңа интерактивті тәсілдері пайда болды. Ал виртуальды технологиялар сол тәсілдердің бірі болып табылады. Виртуальды сабақ беру елімізде қарастырылмаған. Болашақта бұл бағытта жұмыс атқаратын мамандарға әдіснамалық нұсқаулық қажет екендігі анық. Зерттеу жұмысының нәтижелеріне анализ жасап, мұғалімдерге арналған нұсқаулық ұсынамын. Яғни зерттеу жұмысының практикалық маңызыдылығын айқындап, виртуальды интерактивті ортаны ұйымдастыру және енгізу ережелерін құрамын.

Бұл жобада интерактивті компьютерлік технологияны қолдану және оны ұйымдастыру жолдарын қарастырамыз.

**Түйін сөздер:** Информатика, оқыту платформасы, оқу процесі, IT технология, виртуальды орта, бағдарламалау тілдері, интерактивті оқу.

*Аннотация*

А.А. Тұрдыбек<sup>1</sup>, А.А. Абдилдаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Международный университет Астаны, г. Нур-Султан, Казахстан

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ИНТЕРАКТИВНОЙ СРЕДЫ В ИНФОРМАТИКЕ

Проведен практический и теоретический анализ виртуальной учебной среды по информатике. Рассмотрим цели и задачи исследования и проанализируем эффективность программ обучения. Также будем обсуждать актуальные вопросы “виртуальные технологии”, “виртуальная интерактивная среда обучения” и “платформа онлайн обучения” и др.

Научная актуальность работы обусловлена тем, что современные технологии и виртуальная жизнь влияют на детей. Под влиянием глобализации и информатизации появились новые интерактивные подходы к преподаванию информатики. Очевидно, что в дальнейшем специалистам, работающим в этом направлении, потребуется методологическое руководство. Проведя анализ результатов исследовательской работы, предлагаем пособие для учителей. Т. е. определить практическую значимость исследовательской работы и сформулировать правила организации и внедрения виртуальной интерактивной среды.

В данном проекте мы рассмотрим способы использования и организации интерактивных компьютерных технологий.

**Ключевые слова:** информатика, платформа обучения, учебный процесс, ИТ-технологии, виртуальная среда, языки программирования, интерактивное обучение.

*Abstract*

## USING OF VIRTUAL INTERACTIVE ENVIRONMENT IN COMPUTER SCIENCE

Turdybek A.A.<sup>1</sup>, Abdildaeva A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astana International University, Nursultan, Kazakhstan

We will conduct a practical and theoretical analysis of the virtual learning environment in computer science. Consider the goals and objectives of the study and analyze the effectiveness of training programs. We also discuss topical issues of "virtual technologies", "virtual interactive learning environment" and "online learning platform", etc.

The scientific relevance of the work is due to the fact that modern technologies and virtual life affect children. Under the influence of globalization and informatization, new interactive approaches to teaching computer science have emerged. And virtual technologies are one of these ways. Virtual teaching in the country is not outdated. It is obvious that in the future, specialists working in this direction will need methodological guidance. After analyzing the results of

the research work, I propose a manual for teachers. That is, to determine the practical significance of the research work and formulate rules for organizing and implementing a virtual interactive environment.

In this project, we will look at ways to use and organize interactive computer technologies.

**Keywords:** computer science, learning platform, educational process, IT technologies, virtual environment, programming languages, interactive learning.

### **Кіріспе**

Барлық деңгейдегі білім беру жүйесі түлектердің өзіндік жұмысына бағытталған. Яғни оқушы ақпараттық өз-бетінше меңгереді. Ақпараттық қоғамдағы интерактивті оқытудың алатын рөлі ерекше. Қазіргі білім саласындағы ақпараттану нәтижесінде информатика пәнінің маңыздылығы артты. Информатика пәні АКТ сауаттылығын арттыруға негізделген. Ақпараттық құралдарды меңгеру кезінде, оқушылар келесі дағдыларды қалыптастырады. Оларға: ақпараттық технологияларды қолдану, ақпаратты өңдеу және тарату кіреді. Қазіргі жастар виртуальды ортаға тәуелді. Бұл жаһандандудың салдарынан пайда болды. Виртуальды интерактивті ортаны қолдануда келесі жағдайлар ескерілуі тиіс.

Оларға:

- Оқушылардың шығармашылық қабілетін қалыптастыру
- Оқушының коммуникативтік және психологиялық барьерін жою
- Оқу процесін оңтайландыру

Виртуальды орта кең ауқымды мағына білдіреді. Қашықтықтан ұйымдастырылған оқу процесін виртуальды орта деп атайды. Оқытудың дәстүрлі түрлері ақпараттық заман талабына сай емес. Студенттердің көп бөлігі дәстүрлі оқытуға қарсы. Дәстүрлі оқытуға деген қарым-қатынастың өзгеруі, желілік технологиялардың арқасында.- деп келесі ғалым Арайза, А.Р. тұжырымдады.[1, с.104] Басты себеп сабақтардың көп бөлігі цифрлық технологияның арқасында жүргізіледі. Мысалы лекцияларда электронды оқулықтар, видео және арнайы интерактивтік оқыту құралдарын қолданады. Оқыту процессінің цифрлану нәтижесінде, сабақтағы тапсырмалар мен бақылау жұмыстары электронды форматта қарастырылады.

Бұл тенденция отандық және шет елдік ғалымдарды алаңдатты. Виртуальды ортадағы білімнің тиімділігі толығымен зерттелмеген. Салдары мен перспективасын бағалау қиын.[2, с.729] Бұл гипотезаны дәлелдеу ғылыми өзекті болып саналады.

Зерттеудің мақсатына оқытудың теориялық және практикалық негіздерін талдау. Заманауи информатиканы беру тәсілдерін бақылау. Оқу жоспарына сай қажетті бағдарламалар тізімін шығару. Виртуальды оқыту кезіндегі қолданатын тиімді бағдарламаларға шолу жасау. Виртуальды бағдарламалардың спецификасымен танысу.

Әлемде бұл тақырыпта жазылға зерттеулер көп. Дегенмен кәсіби тәжірибеме сүйене отырып келесі зерттеу әдістерін қолданамын. Зерттеу жұмысындағы теориялық анализге тек дәйекті материалдарды қолданамын. Сонымен қатар тақырыпқа сай ғылыми журналдар қолданылады. Іріктелген ғылыми журналдар Scopus базасында тіркелген зертеу жұмыстарынан алынады. Беделді авторлардың жұмысына шолу жасалып, бақылау әдісі арқылы жүзеге асырылады. Зерттеу нәтижесі SWOT талдау арқылы қорытынды шығарылады. Бұл жұмыста авторлық оқу бағдарламасын құрамын. Бағдарлама мемлекеттік стандарт талаптарына сай информатика пәнінің виртуальды орта көмегімен жүзеге асырылады. Бұл бағдарлама дербес білім беру орталықтары мен жеке меншік мектептерге арналған.

**Зерттеудің нысандары:** Виртуальды интерактивті орта, Информатика пәнінің интерактивті компьютерлі технологияларының қолдану аясы.

**Зерттеу жұмысының мақсаты:** Заманауи интерактивті технологиялардың практикалық маңыздылығын пайымдау. Сабақ барысындағы виртуальды технологиялардың қолдану әдісін қарастыру.

### **Зерттеу әдістер**

Информатика пәнінде оқушылар программалау тілдерімен танысады. Яғни қарапайым бағдарламалар жазып үйренеді. Әлемде жаңа бағдарламаларға сұраныс көп. IT технологиялардағы өзгерістер, еліміздегі оқыту жоспарын өзгерту керек екенін көрсетті. Себебі информатика пәнінің программалау тілдерін өтуде практиканың жетіспеушілігі байқалды. (Educational Computing research) журналында Gr Learn, Wordtest, Moodle және т.б бағдарламаларымен оқушыға информатика пәнін өту керек екендігін айтылған [3, с.120]. Бұл бағдарламалардың көп бөлігі виртуальды ортаны қалыптастырады. Виртуальды оқыту ортасын барлық пәндерге қолдануға болады. «История

отечественной педагогики и образования» виртуальды оқыту технологияларының пәнаралық қатынасы 1-ші кестеде көрсетілген [4, с.59]. Қазақстан Республикасының жалпы білім беру бағдарламасына сай виртуальды ортаны ұйымдастыру жолдары әлі күнге дейін қарастырылмаған. Информатика пәнінің оқыту бағдарламасына сай келетін виртуальды орталар кемде-кем. Виртуальды ортаны енгізуде, келесі ерекшеліктерді ескеру қажет. Сабақ берудің мемлекеттік стандарты сақталуы тиіс. Информатика пәнінің оқу жоспары, мақсаты мен міндеттері өзгермеуі керек.

*Кесте 1. Виртуальды технологияның пәнаралық қатынасы*

<i>Интерактивті оқыту технологиясы</i>	<i>Пәнаралық перспективалар</i>
<i>Голограммалар</i>	<i>Биология, физика және география пәндерінде қолданады. Оқушы жануарлар және табиғат құбылыстарын өз көзімен көріп бақылай алады.</i>
<i>AR және 3d технологиялары</i>	<i>Информатика және механика пәндерінде қолданады. Оқушы объектілердің 3D модельдерін құра алады. Сонымен қатар компьютерлік модельдеу арқылы эксперимент жүргізе алады.</i>
<i>Вэб-сайт, онлайн ақпараттық ресурстар</i>	<i>Қазіргі таңда оқыту платформалары арқылы барлық пән бойынша дайындалуға болады. Негізгі ерекшелігі қол жетімділігі.</i>
<i>Арнайы интерактивті оқыту құралдары</i>	<i>Арнайы интерактивті оқыту құралдары кәсіби мамадық дайындайтын орталарда қолданылады.</i>

Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 27 шілдедегі білім беру заңының 5-ші бабында мемлекеттік жалпыға міндетті стандартты бекітілді [5]. Стандарт бойынша информатика пәні аптасына 1-рет өтіледі. Информатика пәні келесі бағдарламаларды өту қажет. Оларға: ИКТ құралдарымен танысу, программалау тілдерімен жұмыс жасау, Цифрлық және математикалық дағдыларды қалыптастыру кіреді. Программалау тілдері 8 сыныптан бастап өтеді. Программалау тілдерін Gr Learn бағдарламасы арқылы жүргізген тиімді. Ол бағдарламада оқушылардың практикалық жұмыстарын бағалауға мүмкіндік береді. Осы бағдарлама арқылы оқушылар келесі құралдармен жұмыс жасап үйренеді. Оларға: SQL базасы, C#, AR және 3D модельдеу кіреді [6, с.70]. Бірақ бағдарлама ақылы түрде қызмет етеді. Артықшылығына виртуалды интерактивті сабақ өтуге таптырмас құрал болып саналады.

Moodle бағдарламасы 2002 жылы Мартин Дуджимос атты австралиялық құрған. Moodle курстары электронды білім беру жүйесі болып табылады. Қазіргі таңда бұл виртуальдық ортаны 193 елдің университеттері қолданады

Виртуалды оқыту ортасы күрделі жүйе болып табылады. Виртуальды ортаны оқытуға арналған жабдықтарға: желіні қамтамасыз ететін құрылғылар, компьютерлер мен әр-түрлі ақпарат алмасу гаджеттері жатады.

Виртуалды оқыту әдістерінің функциялары [7, с.103]:

- Онлайн сабақ беру мүмкіндігі.
- Оқытушы және оқушы арасындағы телекоммуникацияны ұйымдастыру. видео-конференциялар, аудио және почта.
- Тапсырманың орындалуын қамтамасыз ету.
- Қажетті педагогикалық интерактивті ортаны қамтамасыз ету.

Жоғарыдағы функциялар бірнеше компьютерлер арқылы жүзеге асырылады. Виртуалды ортаны қамтамасыз ететін бағдарламалар көп. Қарастырылған екі бағдарлама информатика пәніне қолайлы. Білім платформаларының негізгі кемшілігіне қолданушылар санының шектеулілігі. Көп жағдайда 12-15 адамға арналған. Екінші кемшілігі оқытуға қажетті құралдардың болмауы. Мысалы кей платформаларда видео-конференция қарастырылмаған [8, с.20].

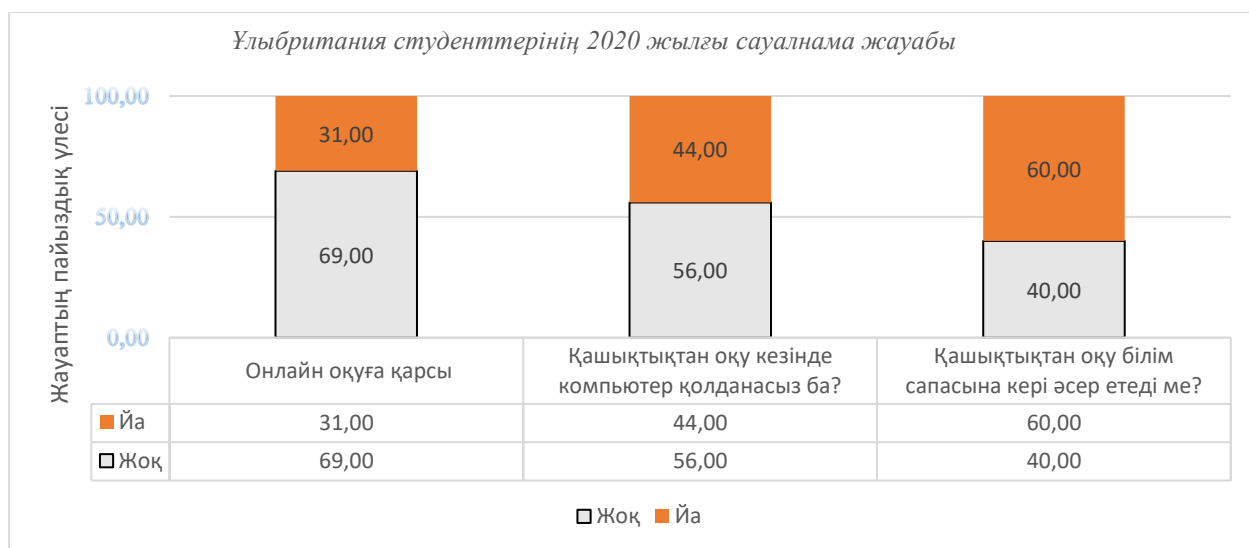
Виртуальды оқытуда келесі бағдарламаларды қолдануды ұсынамын. Бірінші Moodle бағдарламасы. Бұл бағдарлама арқылы информатика пәнін өткізуге болады. Бірақ бұл бағдарлама әмбебап оқыту платформасы болып табылады. Ал информатикада программалау тілдерін практикалық үйрену Gr Learn программасымен жасаған тиімді [9, с.43]. Көп жағдайда виртуальды

оқыту технологиялары қашықтықтан білім беру кезінде қолданады. 2019-2020 жылғы пандемия кезінде мектептер жаппай қашықтықтан оқуға көшті. Қазіргі таңда виртуалды оқуға сұраныс жоғары.

Алғашқы қашықтықтан виртуалды оқыту курстары 2008 жылдан бастау алады. Виртуалды компьютерлік технологияның арқасында, қашықтықтан оқытудың негізі қаланды. 2019 жылғы АҚШ-та 6,7 млн студент тіркелген. Студенттердің 47 пайызы дистанционды түрде сабақ өтеді [10, с.33]. Яғни виртуалды оқыту студенттер үшін ыңғайлы екенін көрсетті. Тағы бір қызық ақпарат қашықтықтан оқыту көп жағдайда смартфонның көмегімен іске асады. Болашақта смартфондар компьютердің орнын басу мүмкін. Ұлыбритания білім министрлігінің тапсырысымен 2019 жылы студенттерге сауалнама жүргізілді [11, с.264].

Сауалнама нәтижесін талдайық. Студенттердің 69% қашықтықтан оқуға қарсы емес, ал 44% компьютер қолданбайтынын көрсетті. Білім сапасына келетін болсақ, онда респонденттердің 60% кері әсерін тигізетіне сенімді. Бұл тенденция барлық әлемде бірдей. Қашықтықтан оқыту ұйымдастыру қиын. Оған көптеген факторлар әсер етеді. Сонымен қатар қашықтықтан оқу жасы үлкен немесе жұмысы бар адамдарға тиімді. Қашықтықтан оқу кезінде сабақ ықшамды түрде өтеді. Сабақ барысында білім алушылар берілген тапсырмаларды үйде өз бетінше орындайды. Әлемнің дамыған елдері тлықтай қашықтықтан сабақ бермейді. Көп жағдайда аралас түрде өтеді.

Аралас оқу кезінде лекция онлайн түрінде өтеді. Бірақ лабораториялық және практикалық жұмыстар офлайн режимде жүзеге асырылады.



Сурет 1. Диаграмма Ұлыбритания студенттерінің 2020 жылғы сауалнама жауабы

Виртуалды оқыту технологияларды қолданбайтын жағдайлар. Виртуалды технологияларды оқыту кезінде оқушылардың жас ерекшеліктері есепке алынады. Себебі балаларлардың коммуникативтік қабілеті 8-10 жаста қалыптасады, яғни бастауыш сыныптарына қолданбайды. Көзі нашар көретін балаларға виртуалды оқыту технологиясын қолданбайды. Осы екі жағдайда ғана виртуалды оқыту технологиясын қолдану тыйым салынған [12-13].

VR оқыту арқылы лабораториялық жұмыстарды орындауға болады. Virtual relity технологиясы арқылы оқыту ойындарын, лабораториялық және лекция өтуге болады. Бұл технология арқылы сабақты қашықтықтан беруге мүмкінді береді [14]. Негізінен виртуалды оқытуды қашықтықтан беру тиімді. Информатика пәнінде жаңа технологиялардың мүмкіндігін барынша пайдаланып, оқу барысын цифрландыру қажет.

*VR технологиясымен жүргізілген зертханалардың артықшылықтары:*

1) Қымбат тұратын жабдықтар мен арнайы оқыту бағдарламаларын сатып алу қажеттілігінің болмауы;

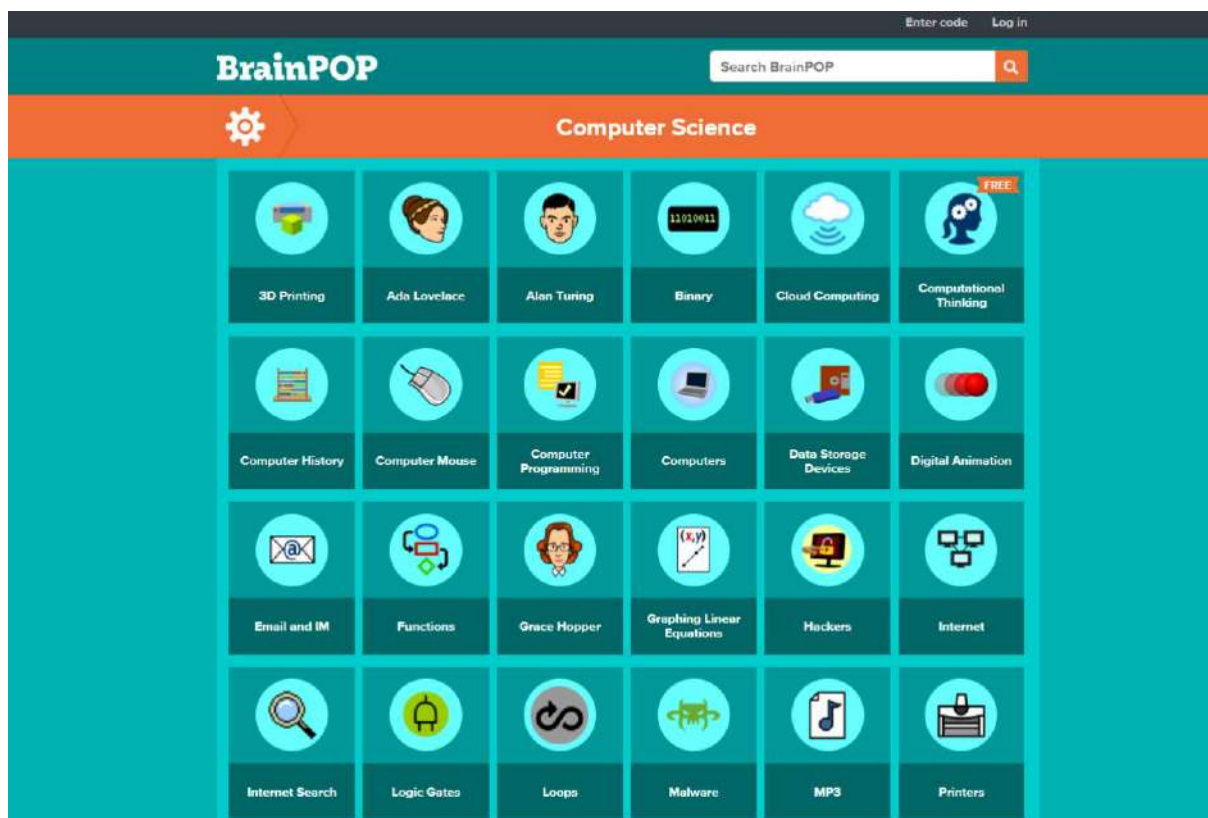
2) Зертханалық жұмыс процестерін модельдеу мүмкіндігі;

3) Қашықтықтан оқытуда виртуалды зертхананы пайдалану мүмкіндігі;

4) Өздігінен білім алу;

Виртуалды тренажерлар информатика пәнінің оқу жоспарындағы тақырыптардың көп бөлігін қамтыған. Сол себепті VR технологиялары информатика пәнінде кеңінен қолданады. Brainpop

бағдарламасы сол бағдарламалардың бірі болып табылады. Бұл бағдарламада VR, AR және мультимедиялық желілік технологиялар көмегімен сабақ өтуге болады. Бұл шет елдік бағдарлама жаратылыстану пәндеріне арналған. Яғни математика, физика, химия және информатика пәні бойынша сабақ өтуге болады. Сонымен қатар сабақ барынша автоматтандырылған, тек берілген тапсырмаларды уақытылы орындап, білім алу процесін бақылауға мүмкіндік береді. BrainPoP бағдарламасы Қазақстанның білім стандартына бекітілген оқыту жоспары қамтылған. Яғни BrainPoP бағдарламасы Информатика пәнінің жалпы ИКТ курсына өтуге арналған (2-суретте көрсетілген)[15].



Сурет 2. BrainPoP бағдарламасының оқу тақырыптары

Бағдарлама жалпы информатика пәнінің оқу жоспарына тиесілі тақырыптарды қамтыған. Бұл бағдарлама арқылы информатика пәнінің толық курсына 985 сағатта өтуге болады. Бұл бағдарлама келесі дидактикалық талаптарға сай:

- 1) Сабақтың мақсаты айқын, мазмұны, жоспары және оның құрылымы алдын – ала белгілі Сабақ оқыту принциптерінің ережелері мен талаптарына сәйкес.
- 2) Сабақтың ғылыми мазмұны оқушылардың жас және дара ерекшеліктеріне сай ұғынымды, түсінікті. Сондай-ақ сабақта оқушылардың бойына біліктер мен дағдылары қалыптастырады.
- 3) Сабақта мазмұны оқытатын пәннің бағдарламасына сәйкес
- 4) Сабақта оқушылардың білімге ынтасы мен қызығуын арттыру үшін сабақтың құрылымы мен әдістерін түрлендіріп, көрнекі және техникалық құралдарды, түрлі ойындарды тиімді қолданылған.
- 5) Сабақта оқушылардың белсенділігін арттыру үшін проблемелік міндеттер мен тапсырмаларды орындауға басшылық ету қажет етпейді.
- 6) Сабақта оқушыларға білім берумен қатар оларды өздігінен білім алудың әдіс-тәсілдеріне үйрету қарастырылған.

*BrainPoP оқу бағдарламасының артықшылығы*

- Мультимедиялық сабақтар сапалы түрде орындалған. Сабақта жасанды интелектің көмегімен оқушылардың үлгерімін қадағалауға болады;
- Оқу материалдары шет елдік стандартқа сай алынған;
- Лабораториялық жұмыстарды орындау мүмкіндігі;
- Бағдарлама ақысыз түрде қолдануға болады;

- Сабақты бірнеше технология арқылы өткізуге болады;
- Тақырыпты түсіндірілу жолы қарапайым, бірнеше мысалдар арқылы дәйектелген;

#### *BrainPoP оқу бағдарламасының кемшілігі*

- Барлық материалдар ағылшын тілінде орындалған;
- Бір курсты бітіру үшін 110 минут уақытты талап етеді;
- Қатысушылар саны шектелген (8-адасға дейін);
- Тапсырмаларды орындауға көп уақыт жұмсалады;
- Бағдарламада оқыту-ойындары қарастырылмаған;

### **Зерттеу Нәтижелері**

Информатика пәнінде жоғары көрсетілген ұсыныстар орындалса келесі нәтижелерге қол жеткіземіз. Сабақ барысында мұғалімдер максималды түрде практикаға көңіл бөледі. Виртуальды оқыту платформасы бағдарламалық тілдерді үйретуге арналған. Сонымен бірге платформадағы құралдардың көмегімен сабақты оңтайлы ұйымдастыруға болады. Берілген тапсырмаларға мысалдар келтірілген. Тапсырманы орындау уақыты және бағалау автоматты түрде іске асады. Жасанды интеллект платформаның бағалау жүйесін қадағалайды. Бұл бағадарламаны колледж немесе университет студенттеріне де қолдануға болады. Жүргізілген талдау платформаның келесі ерекшелінген қасиеттеріне көңіл бөлуді қажет етеді :

- ✓ Таңдалған пән мақсатына байланысты платформа таңдалуы тиіс
- ✓ Платформаның кемшілігі мен артықшылығын білу қажет

Теориялық шолу нәтижесінде болашақта білім беру саласы толықтай білім беру платформаларына тәуелді болады. Платформалардың басым көпшілі теориялық білім беруге негізделген. Оларда лабораториялық жұмыстарды орындау мүмкін емес. Сол себепті мектепте аралас түрде сабақ өткен дұрыс. Сабақта теориялық білімді ұғып, өмірде практика жүзінде қолдану үшін құрылған. Информатика тапсырмаларының көп бөлігі лабораториялық түрде жүргізіледі. Зерттеудің бақылау нәтижесінде информатика пәнін ұйымдастыратын платформалар көп. Оларда робототехника, вэб сайт және компьютерлік модельдеуді үйрететін бағдарламалар бар. Өкінішке орай ол бағдарламалар ақылы түрде қызмет көрсетеді.

### **Қорытынды**

Виртуальды оқыту технологиялары қашықтықтан білім беру кезінде қолданады. Коронавирус пандемиясының салдарынан барлық білім беру нысандары онлайн форматқа өтті. Ал пандемияның уақытысы бірнеше жылға созылуы мүмкін.

Білім беру нысандарының кеннеттен онлайн форматқа көшуі, сабақ берудің тәртібі мен функцияларын өзгертті. 2019 жылдың 18-ші наурызында әлемнің 107 елдің оқу нысандары қашықтықтан білім беруге көшті. Нәтижесінде информатика пәні виртуальды интерактивті технологиялардың көмегімен өтілуде. Сабақты негізінен мультимедиялық және видео-конференция арқылы жүргізіледі.

Виртуальды орта кең ауқымды мағына білдіреді. Қашықтықтан ұйымдастырылған оқу процессін виртуальды орта деп атайды.

Зерттеудің арқасында келесі нәтижеге қол жеткіздік. Бірінші сабақтарды қашықтықтан оқыту, тек виртуальды интерактивті оқыту арқылы ғана жүзеге асырылады. Екіншіден сабақты арнайы оқу платформалары арқылы жүргізу керек. Үшіншіден білім алушылардың көп бөлігі виртуальды білім беруге қарсы емес екендігі байқалды. Жоғарыдағы нәтижеге сүйене отырып келесі қорытындыға келдім. Онлайн сабақтар арнайы сапалы платформалардың көмегімен іске асыру қажет. Сонда ғана білім сапасы жоғары деңгейде болады.

Жоғарыдағы зерттеу материалдарын қолдану нәтижесінде “Виртуальды оқыту кезіндегі интерактивті компьютерлік технологияны информатикада қолдану” тақырыбындағы мұғалімге арналған әдіснама құрылды. Қазақстандағы онлайн оқытудың жалпы жағдайын ескере отырып, онлайн сабақ берудің жаңа жолы ұсынылды. Әсіресе заманауи интерактивті компьютерлі технологиялардың болшақтағы орны мен мүмкіндіктері айтылды. Шет елдік авторлардың ғылыми жұмыстарымен таныстым. Әлемдік пандемия қанша жылға созылатыны белгісіз. Пандемия сәтінде бүкіл әлем жаппай қашықтықтан оқуға көшті. Оқу кезінде ақпараттық технологиялардың мүмкіндігін пайдалана алдық. Мемлекет тарапынан барлық жағдай қарастырылған. Интернет жоқ шалғай аймақтарға, теледидардың көмегімен сабақ өтті. Қорытындылай келе қазіргі таңдағы қазақстанның



білім жүйесі онлайн сабақ өтуге дайын. Ал оқушылардың көп бөлігі онлайн сабақты қолдайды. Әлемде бұл тенденция өспесе, төмендемейді. Онлайн сабақтың арқасында пандемияның алдын-алдық. Пандемиядан кейін сабақтың көпшілігі офлайн форматта өтетін анық. Әлем бойынша білім алушылардың жартысы қашықтықтан білім алады. Қашықтықтан оқу негізі жұмысы бар адамдарға қолайлы. Білімді ұрпақ осы заманның тірегі. Білімнің арқасында адам баласы көп белестерді бағындырды. Сол себепті сапалы білім әрқашанда сұранысқа ие. Білімнің сапасы мұғалімге байланысты. Қолданатын жабдықтар мен оқулықтарға тәуелді. Қазір елімізде сапалы оқулықтар да, заманауи жабдықтарда аз.

*Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

- 1 Арайза А.Р. Иммерсивная виртуальная реальность как инструмент обучения навыкам решения проблем // Компьютеры и образование. - 2020. - С. 104.
- 2 Виоланте М.Г., Веццетти Э., Пьяццолла П. Интерактивные виртуальные технологии в образовании: // Международный журнал интерактивного (IJIDeM). - 2019. - Т. 13. - №. 2. - С. 729.
- 3 Алкоут А.К. Образование в эпоху цифровых технологий: опыт обучения в виртуальной и смешанной реальности // Журнал образовательных компьютерных исследований. - С.120.
- 4 Латышина Д.И. История отечественной педагогики и образования. –Москва, 2020-4 б. - С. 59.
- 5 Қазақстан Республикасының әділет министрлігінің электронды порталы: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1800017669>
- 6 Ефремова, Е.Н. Педагогические интерактивные методы обучения будущих специалистов //Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. – 2019. –№. 1. – С.70.
- 7 Бром С.И. Обязательное домашнее образование во время карантина COVID-19 в Чехии: экспресс-опрос родителей 1-9-х классов // Границы образования. - Frontiers, 2020. - Т. 5. - С. 103.
- 8 Альхартти М.И. Отношение студентов к использованию технологий в онлайн-курсах // Международный журнал технологий в образовании. - 2020. - Т. 3. - №. 1. - С. 14-23.
- 9 Гадельха Р. Революционное образование: перспективы виртуальной реальности // Детское образование. - 2018. - Т. 94. - №. 1. - С. 40-43.
- 10 Урибе-Флорес Л.Дж. Практические примеры в учебном дизайне образования: коммуникативные предпочтения студентов во время онлайн-дискуссий // Электронное обучение и цифровые медиа. - 2020. - Т. 17. - №. 1. - С.33.
- 11 Харрисон, Т.Кл. Как учащиеся дистанционного обучения воспринимают влияние обучающих видео на свое обучение // Открытое обучение: Журнал открытого, дистанционного и электронного обучения. - 2020. - Т. 35. - №. 3. - С. 264.
- 12 Чернышева М.В., Львов Л.В., Чернов В.А. Применение технологий виртуального обучения для повышения качества образования //Современная высшая школа: инновационный аспект. - 2017. - Т. 9. - №. 2 (36).
- 13 Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения //Стратегические решения и риск-менеджмент. - 2018. - №. 3 (108).
- 14 Гринишкун А.В., Левченко И.В. Возможные подходы к созданию и использованию визуальных средств обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. - 2017. - Т. 14. - №. 3.
- 15 Дженсен Л., Конрадсен Ф. Обзор использования налобных дисплеев виртуальной реальности в образовании и обучении // Образование и информационные технологии. - 2018. - Т. 23. - №. 4. - С. 1515-1529.

*References*

- 1 Arajza A.R. (2020) Immersivnaja virtual'naja real'nost' kak instrument obuchenija navykam reshenija problem [Immersive virtual reality as a tool for teaching problem-solving skills]. Komp'jutery i obrazovanie. - S. 104. (in Russian)
- 2 Violante M.G., Veccetti Je., P'jaccolla P. (2019) Interaktivnyye virtual'nye tehnologii v obrazovanii: [Interactive virtual technologies in education]. Mezhdunarodnyj zhurnal interaktivnogo (IJIDeM).- T. 13. - №. 2. - S. 729. (in Russian)
- 3 Alkout A.K. () Obrazovanie v jepohu cifrovyyh tehnologij: opyt obuchenija v virtual'noj i smeshannoj real'nosti [Education in the digital age: learning experiences in virtual and mixed reality]. Zhurnal obrozovatel'nyh komp'juternyh issledovanij. - S.120. (in Russian)
- 4 Latyshina D.I. (2020) Istorija otechestvennoj pedagogiki i obrazovanija [History of Russian pedagogy and education]. –Moskva, -4 b. - S. 59. (in Russian)
- 5 Қазақстан Республикасының әділет министрлігінің жеке электронды порталы: [Electronic portal of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan:]. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1800017669>. (in Kazakh)



- 6 Efreмова, E.N. (2019) *Pedagogicheskie interaktivnye metody obuchenija budushhix specialistov [Pedagogical interactive methods of teaching future specialists]. Forum. Serija: Gumanitarnye i jekonomicheskie nauki. – №. 1. – S.70. (in Russian)*
- 7 Brom S.I. (2020) *Objazatel'noe domashnee obrazovanie vo vremja karantina COVID-19 v Chехii: jekspress-opros roditelej 1-9-h klassov [Compulsory home education during COVID-19 quarantine in the Czech Republic: an express survey of parents of grades 1-9]. Granicy obrazovanija. - Frontiers, - T. 5. - S. 103. (in Russian)*
- 8 Al'harti M.I. (2020) *Otnoshenie studentov k ispol'zovaniju tehnologij v onlajn-kursah [tudents' attitudes towards the use of technology in online courses]. Mezhdunarodnyj zhurnal tehnologij v obrazovanii. - T. 3. - №. 1. - S. 14-23. (in Russian)*
- 9 Gadel'ha R. (2018) *Revoljucionnoe obrazovanie: perspektivy virtual'noj real'nosti [Revolutionary Education: A Virtual Reality Perspective] Detskoe obrazovanie. - T. 94. - №. 1. - S. 40-43. (in Russian)*
- 10 Uribe-Flores L.Dzh. (2020) *Prakticheskie primery v uchebnom dizajne obrazovanija: kommunikativnye predpochtenija studentov vo vremja onlajn-diskussij [Case Studies in Instructional Education Design: Students' Communication Preferences During Online Discussions]. Jelektronnoe obuchenie i cifrovye media. - T. 17. - №. 1. - S.33. (in Russian)*
- 11 Harrison, T.Kl. (2020) *Kak uchashhiesja distancionnogo obuchenija vosprinimajut vlijanie obuchajushhix video na svoje obuchenie [How distance learning learners perceive the impact of instructional videos on their learning]. Otkrytoe obuchenie: Zhurnal otkrytogo, distancionnogo i jelektronnogo obuchenija. - T. 35. - №. 3. - S. 264. (in Russian)*
- 12 Chernysheva M.V., L'vov L.V., Chernov V.A. (2017) *Primenenie tehnologij virtual'nogo obuchenija dlja povyshenija kachestva obrazovanija [Application of virtual learning technologies to improve the quality of education] Sovremennaja vysshaja shkola: innovacionnyj aspekt. - T. 9. - №. 2 (36). (in Russian)*
- 13 Ivanova A.V. (2018) *Tehnologii virtual'noj i dopolnennoj real'nosti: vozmozhnosti i prepjatstvija primenenija [Virtual and Augmented Reality Technologies: Opportunities and Barriers to Application]. Strategicheskie reshenija i risk-menedzhment. - №. 3 (108). (in Russian)*
- 14 Grinshkun A.V., Levchenko I.V. (2017) *Vozmozhnye podhody k sozdaniju i ispol'zovaniju vizual'nyh sredstv obuchenija informatike s pomoshh'ju tehnologii dopolnennoj real'nosti v osnovnoj shkole [Possible approaches to the creation and use of visual teaching aids in informatics using augmented reality technology in basic school]. Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Informatizacija obrazovanija. - T. 14. - №. 3. (in Russian)*
- 15 Dzhensen L., Konradsen F. (2018) *Obzor ispol'zovanija nalobnyh displeev virtual'noj real'nosti v obrazovanii i obuchenii [An Overview of the Use of VR Head Displays in Education and Learning]. Obrazovanie i informacionnye tehnologii. - T. 23. - №. 4. - S. 1515-1529. (in Russian)*

**ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ**



**Қожамқұлов Болатқан Әбдісағиұлы**

**(1952-2020)**

**Қазақ ұлттық жаратылыстану ғылымдарының академигі, физика-математика ғылымдарының докторы,** профессор Болатқан Әбдісағиұлы Қожамқұлов 68 жасқа қараған шағында дүние салды. Болатқан Әбдісағиұлы 1952 жылы 29 қазанда Алматы облысы, Жамбыл ауданы, Жамбыл ауылында дүниеге келген. 1975 жылғы қазіргі әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университетінің физика мамандығын бітіргеннен бастап осы уақытқа дейін білім берудің әртүрлі деңгейлерінде еңбек етіп, қиындығы мен қызығы көп саланың дамуына өз үлесін қосты. 1979 жылдан жоғары оқу орындарында оқытушы, 1990-1998 жылдары І.Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университетінің теориялық физика кафедрасының меңгеруші қызметін атқарған.

Б.Ә. Қожамқұлов 1998 жылдан Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінде еңбек жолын жалғастырып доцент, кафедра меңгерушісі, ғылыми зерттеу институтының директоры, 2012-2017 жылдары стратегиялық даму және халықаралық байланыстар жөніндегі проректоры, 2017 жылдан бері университеттің ғылыми кеңесшісі қызметін атқарды.

Б.Ә. Қожамқұлов 2007 жылы «Жоғары оқу орнының үздік оқытушысы» мемлекеттік грантының иегері болды, 2018 жылы ғылым саласындағы ерекше еңбегі үшін «Қазақстан Республикасының ғылымын дамытуға сіңірген еңбегі үшін» белгісімен марапатталды.

Саналы өмірін Қазақстандық физика ғылымының дамуына арнаған ғалымның атқарған ісі де абыройлы, жемісті болды. Оның 150-ден астам ғылыми мақалалары мен 3 монографиясы жарық көрген.

Ұлағатты ұстаздың жарқын бейнесі өзінің ізі қалған білім ордасындағы әріптестерінің жүрегінде ұзақ сақталары анық.

Математика, физика және информатика институты  
Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

*Б.Ә. Қожамқұлов көп жылдар бойы "Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. Физика-математика ғылымдары сериясы" журналының редакциялық алқасының мүшесі болды. Ғалым және педагог Болатқан Әбдісағиұлы туралы жарқын естелік оның әріптестері мен шәкірттерінің жүрегінде сақталады.*

*Журналдың редакциялық алқасы  
Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. Физика-математика ғылымдары сериясы*