

ISSN 2959-5894

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  
№4(84)

Алматы, 2023

**Бас редактор:**

ф.-м.ғ.д., профессор М.А. Бектемесов

**Редакция алқасы:**

**Бас ред.орынбасары:**

п.ғ.д., профессор Е.Ы. Бидайбеков,  
ф.-м.ғ.д., профессор В.Н. Косов

**Жауапты хатшылар:**

п.ғ.к., қауым. профессор

**Ш.Т. Шекербекова,**

п.ғ.к., қауым. профессор

**Г.А. Абдулкаримова**

**Редакциялық алқа мүшелері:**

*Dr.Sci.* **К.Алимхан** (Japan),

*Phd.d.* **A.Cabada** (Spain),

*Phd.d.* **E. Kovatcheva** (Bulgaria),

*Phd.d.* **M. Ruzhansky** (England),

п.ғ.д., профессор **В.В. Гриншкун** (Ресей),

ф.-м.ғ.д., профессор **С.И. Кабанихин**

(Ресей),

ф.-м.ғ.д., профессор **Ф.Ф. Комаров,**

(Республика Беларусь),

ф.-м.ғ.д., профессор **В.М. Лисицин** (Ресей),

п.ғ.д., профессор **Н.И. Пак** (Ресей),

ф.-м.ғ.д., профессор **А.Л. Семенов** (Ресей),

п.ғ.д., профессор **А.Е. Абылқасымова,**

т.ғ.д., профессор **Е. Амиргалиев,**

т.ғ.д., профессор **Б.С. Ахметов,**

ф.-м.ғ.д., профессор **А.С. Бердышев,**

т.ғ.д., профессор **К. Бисембаев,**

т.ғ.д., профессор **Н.С. Заурбеков,**

ф.-м.ғ.д., профессор **М.Н. Калимолдаев,**

т.ғ.д., профессор **М.К. Кулбек,**

ф.-м.ғ.д., профессор **С.Т. Мухамбетжанов,**

*Phd.d.*, қауым., профессор *м.а.*

**Ж.М. Нурмухамедова,**

п.ғ.д., профессор **Б.Д. Сыдықов,**

т.ғ.д., профессор **А.К. Түлешов**

© Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2023

Қазақстан Республикасының Ақпарат министрлігінде тіркелген  
№ 4824 – Ж - 15.03.2004

(Журнал бір жылда 4 рет шығады)  
2000 жылдан бастап шығады

Басуға 27.12.2023 қол қойылды  
Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 41,4 е.б.т.  
Таралымы 300 дана. Тапсырыс 621.

050010, Алматы қаласы,  
Достық даңғылы, 13

Абай атындағы ҚазҰПУ-ің “Ұлағат” баспасы

**МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ**

**МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING**

**Алимбекова Н.Б., Бакишев А.К., Бердышев А.С.**

Устойчивость решения дробно-дифференциальной задачи фильтрации с переменным порядком дробной производной... 7

**Akhmetova O.S., Issayev S.A., Kaziyeva A.N.**

Solution of the nonlinear stationary problem of the baroclinic ocean by the fictitious domain method ..... 17

**Бектемесов М.А., Кабанихин С.И., Курышбаев Е.Ж.**

Визуализация области устойчивости для некоторых дифференциальных уравнений на комплексной плоскости .... 29

**Сыздыкова А.М., Разина О.В., Бургумбаева С.К.**

Екі-өлшемді Конопельченко-Дубровский тендеуінің нақты шешімдері ..... 37

**Утеуова Н.Ж., Шияпов К.М.,**

**Бекбауова А.У., Шарипова Б.Д.**

Решение нелинейных краевых задач приближенным методом. 46

**ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР МЕН МЕХАНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**MODELING OF PHYSICAL PROCESSES AND MECHANICAL SYSTEMS**

**Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б., Даркенбаев Д.К.**

Моделирование переработки нефтешламов для минимизации воздействия отходов на окружающую среду ..... 55

**Заурбекова Н.Д., Заурбеков Н.С.,**

**Теңізбаев Е.Ж., Аманбаев А.А., Регинбаева Н.А.**

Определение характеристик массива горных пород на основе метода конечных элементов ..... 65

**Камал Б.Ә., Қоштыбаев Т.Б., Диқамбай Т.Б.**

Кинематикалық және динамикалық теориялардың прогрессиялық негізі ..... 80

**Martyniuk G., Yagaliyeva V.,**

**Makulov K., Akhmetov B.**

Analysis of the quality of noise generators ..... 93

**Нұрбекұлы Д., Бейсембекова М.Қ.,**

**Маемерова Г.М., Рақишева З.Б.**

Моделирование изменения объема воды озера Алаколь с применением полиномиальной регрессии ..... 101

Казахский национальный  
педагогический университет  
имени Абая

ВЕСТНИК

Серия «Физико-математические науки»  
№4 (84), 2023 г.

Главный редактор:

д.ф.-м.н., профессор М.А. Бектемесов

Редакционная коллегия:

Зам.главного редактора:

д.п.н., профессор Е.Ы. Бидайбеков,

д.ф.-м.н., профессор В.Н. Косов

Ответ. секретари:

к.п.н., асс. профессор Ш.Т. Шекербекова,

к.п.н., асс. профессор Г.А. Абдулкаримова

Члены редколлегии:

Dr.Sci. К.Алимхан (Japan),

Phd.d. А.Сабата (Spain),

Phd.d. Е. Коватчева (Bulgaria),

Phd.d. М. Ружанский (England),

д.п.н., профессор В.В. Гриншкун (Ресей),

д.ф.-м.н., профессор С.И. Кабанихин

(Ресей),

д.ф.-м.н., профессор Ф.Ф. Комаров,

(Республика Беларусь),

д.ф.-м.н., профессор В.М. Лисицин

(Ресей),

д.п.н., профессор Н.И. Пак (Ресей),

д.ф.-м.н., профессор А.Л. Семенов (Ресей),

д.п.н., профессор А.Е. Абылкасымова,

д.т.н., профессор Е. Амиргалиев,

д.т.н., профессор Б.С. Ахметов,

д.ф.-м.н., профессор А.С. Бердышев,

д.т.н., профессор К. Бисембаев,

д.т.н., профессор Н.С. Заурбеков,

д.ф.-м.н., профессор М.Н. Калимолдаев,

д.т.н., профессор М.К. Кулбек,

д.ф.-м.н., профессор С.Т. Мухамбетжанов,

Phd.d., асс., профессор и.о.

Ж.М. Нурмухамедова,

д.т.н., профессор Б.Д. Сыдықов,

д.т.н., профессор А.К. Тулешов

© Казахский национальный педагогический  
университет им. Абая, 2024

Зарегистрирован в Министерстве  
информации

Республики Казахстан,

№ 4824 - Ж - 15.03.2004

(периодичность – 4 номера в год)

Выходит с 2000 года

Подписано в печать 27.12.2023.

Формат 60x84 1/8. Об. 41,4 уч.-изд.л.

Тираж 300 экз. Заказ 621.

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

МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ  
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ  
METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

Койшыбекова А.К., Онгарбаева А.Д.  
Математикалық пәндерді оқытуда «жоба әдісін» қолдану ..... 109

Мынжасарова М.Ж.  
Геометриялық есептерді векторлық әдіспен шығарудың  
ерекшеліктері ..... 120

Серікова С.М., Смагулов Е.Ж.  
Влияние робототехнических соревнований на развитие  
математических и исследовательских навыков обучающихся.. 130

Ханжарова Б.С., Изимбетова К.О.,  
Мұхтархан Н.Б., Таубаева К.К.  
Зерде бұзылысы бар оқушыларды сыни тұрғыда ойлау  
арқылы математикалық сауаттылығын қалыптастыру ..... 140

ИНФОРМАТИКА  
COMPUTER SCIENCE

Лахно В.А., Береке М.Б.  
Университеттің бұлттық қосымшаларын масштабтауға  
арналған шешімдерді қолдау жүйесі ..... 151

Мамбетов С.Т., Бегимбаева Е.Е.,  
Хикметова А.К., Джолдасбаев С.К., Казбекова Г.Н.  
Хакерлік интернет-форумдарды сентимент-талдау ..... 162

Омаров Б.С., Токтарова А.Б.,  
Ажибекова Ж.Ж., Рахимбаева Г.С., Бейсенова Г.И.  
Ғайбат пікірлерді анықтауда екі бағытты ұзақ-қысқа мерзімді  
жад желісін қолдану ..... 173

Тойганбаева Н.А., Алимова А.Н., Сақыпбекова М.Ж.,  
Гусманова Ф.Р., Әбдіманап Ғ.С.  
Нейронды желілер негізінде қазақ-орыс тілдеріндегі  
қолжазба мәтіндерді тану ..... 183

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

Абдиев К.С., Жасандықызы М., Примбетова Г.С.  
Проблемы использования требований профессиональных  
стандартов ИТ в образовательных программах  
университетов..... 192

Ақжолова А.А., Камалова Г.Б.  
Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда оқушылардың  
есептік ойлауын дамыту және диагностикалау моделі ..... 207

**Editor-in-Chief**

*Dr. Sci.* M.A. Bektemesov

**Deputy Editor-in-Chief:**

*Dr. Sci. (Ped.)*, Ye.Y. Bidaibekov,

*Dr. Sci.* V.N. Kosov

**Responsible editorial secretary:**

*Cand. Sci. (Ped.)* Sh.T. Shekerbekova

*Cand. Sci. (Ped.)* G.A. Abdulkarimova

**Editorial board:**

*Dr.Sci.* K. Alimhan (Japan),

*Phd.d.* A. Cabada (Spain),

*Phd.d.* E. Kovatcheva (Bulgaria),

*Phd.d.* M. Ruzhansky (England),

*Dr.Sci.* V.V. Grinshkun (Russia),

*Dr.Sc.* S.I. Kabanikhin (Russia),

*Dr. Sci.* F.F. Komarov (Republic of  
Belarus),

*Dr. Sci.* V.M. Lisicin (Russia),

*Dr. Sci. (Ped.)* N.I. Pak (Russia),

*Dr. Sci.* A.L. Semenov (Russia),

*Dr. Sci. (Ped.)* A.Ye. Abylkasymova,

*Dr.Sci.(Engineering)* Ye. Amirgaliyev,

*Dr.Sci.* B.S. Akhmetov,

*Dr. Sci.* A.S. Berdyshev,

*Dr. Sci.* K. Bisembaev,

*Dr. Sci.* N.S. Zaurbekov,

*Dr. Sci.* M.N. Kalimoldayev,

*Dr.Sci.(Engineering)* M.K. Kulbek,

*Dr. Sci.* S.T. Mukhambetzhanoz,

*Phd.d.* Zh.M. Nurmukhamedova,

*Dr. Sci. (Ped.)* B.D. Sydykov,

*Dr.Sci.(Engineering)* A.K. Tuleshov

© Abai Kazakh National Pedagogical  
University, 2023

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 27/12/2023  
Format 60x84 1/8. Vol. 41,4 p.  
Printing 300 copies. Order 621.

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

**Алипова А.К., Турганбаева А.Р.**

Бастауыш мектепте информатика пәнін оқытуда ойын  
тәжірибесін енгізудің артықшылықтары ..... 218

**Газиз Г.Г., Мансурова М.Е., Нұрматұлы Н.Н.**

Болашақ мұғалімдерді дайындауда онлайн курстар арқылы  
білім беру ортасын қалыптастыру ..... 228

**Ерекешева М.М., Сагимбаева А.Е., Кузембаева А.Ж.**

Информатикадан өзіндік жұмыстардың интерактивті  
тапсырмалар жүйесін құрудың әдістемелік ерекшеліктері .... 238

**Исабаева Д.Н., Садирбекова Д.К.,**

**Нишанбаева С.З., Айтенова Э.**

Студенттердің оқу-зерттеу қызметін дамытуда интернет  
ресурстарын пайдаланудың кейбір мәселелері ..... 246

**Киселева Е.А., Абдулкаримова Г.А.**

Генерация упражнений по объектно-ориентированному  
программированию с помощью ChatGpt ..... 256

**Мадьярова Г.А., Тұрдақын Б.Н.**

«Жасаңды интеллект негізі» элективті курсының  
құрылымдық мазмұнын қалыптастыру ..... 269

**Мухамедиева Қ.М., Нургазинова Г.Ш., Абишева И.Ш.**

Робототехника бойынша білім беру технологияларын  
жобалау және жүзеге асыру ..... 278

**Osranova N.N., Li O.S., Tkach G.M.**

The Project method of education in training future specialists in  
the sphere of information technologies ..... 288

**Өмірзақова А.А., Калкабаева З.К.,**

**Мукашева М.У., Казангапова Л.К., Найманова Д.С.**

Возможные проблемы при использовании виртуальной  
реальности в обучении ..... 296

**Ulman M., Aldabergenova A.O.,**

**Yessengabylov I.Zh., Kabdualiyev D.K., Salgozha I.T.**

Expanding the opportunities of Kazakhstan's education through  
integration of ICT ..... 304

**Усеинов Б.М., Солодовник А.А.,**

**Сизоненко С.А., Бобкова Н.В., Сыздыкова А.Д.**

Использование платформы Kahoot при изучении физики в  
дистанционном формате в современной школе ..... 313

**Шекербекова Ш.Т., Бақытбекова Ж.Б.**

Цифрлық құзыреттілік информатика мұғалімінің кәсіби  
дағдыларының бірі ретінде ..... 321

**МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ MODELЬДЕУ**  
**МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**  
**MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING**

МРНТИ 27.41.19

10.51889/2959-5894.2023.84.4.001

*Н.Б. Алимбекова<sup>1\*</sup>, А.К. Бакишев<sup>1</sup>, А.С. Бердышев<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова,  
г. Усть-Каменогорск, Казахстан*

*<sup>2</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан  
\*e-mail: nurlana1101@gmail.com*

**УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЯ ДРОБНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ФИЛЬТРАЦИИ  
С ПЕРЕМЕННЫМ ПОРЯДКОМ ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ**

*Аннотация*

Проблема решения начально-краевых задач для нелинейных дробно-дифференциальных уравнений с переменными порядками дробных производных имеет большое прикладное значение в нефтедобывающей промышленности. Суть обобщения дробно-дифференциальной модели течения жидкости в гетерогенных пористых средах состоит в предположении, что порядки дробных производных не являются постоянными, а являются функциями временной и пространственной переменной, и, в частности, функциями искомого решения. Гипотеза обобщения состоит в изучении течения жидкости, когда порядок производной проявляет монотонный переход от начального порядка к конечному, либо когда режим диффузии сменяется в некоторый момент времени. В настоящей работе рассматривается дробно-дифференциальное уравнение фильтрации с переходным (нестационарным) законом фильтрации. Для численного решения построена аппроксимация с использованием метода конечных разностей для дробного временного производного и метода конечных элементов по пространственной переменной. Дробная производная переменного порядка в смысле Капуто аппроксимирована формулой второго порядка по времени. Получены априорные оценки устойчивости численного метода по начальным данным и по правой части уравнения.

**Ключевые слова:** дробно-дифференциальная задача, задача фильтрации, дробная производная, гетерогенная среда, переменный порядок дробной производной, устойчивость.

*N.B. Alimbekova<sup>1</sup>, A.K. Bakishev<sup>1</sup>, A.S. Berdyshev<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>S. Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan*

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

**STABILITY OF SOLUTIONS TO THE FRACTIONAL DIFFERENTIAL FILTRATION  
PROBLEM WITH A VARIABLE ORDER OF THE FRACTIONAL DERIVATIVE**

*Abstract*

In this paper, we consider a fractional differential filtration equation with a transient (non-stationary) filtration law. The essence of the generalization of the fractional differential model of fluid flow in heterogeneous porous media is the assumption that the orders of fractional derivatives are not constant, but are functions of a time and space variable, and, in particular, functions of the desired solution. The generalization hypothesis is to study the fluid flow when the order of the derivative exhibits a monotonic transition from the initial order to the final one, or when the diffusion regime changes at some point in time. In this paper, a fractional-differential generalization of the filtration equation with a transient (non-stationary) filtration law is considered. For the numerical solution, an approximation is constructed using the finite difference method for

the fractional time derivative and the finite element method for a spatial variable. The fractional derivative of variable order in the sense of Caputo is approximated by a second-order formula in time. A priori estimates of the stability of the numerical method are obtained from the initial data and from the right side of the equation.

**Keywords:** fractional differential problem, filtration problem, fractional derivative, heterogeneous environment, variable order of fractional derivative, stability.

*Н.Б. Алимбекова<sup>1</sup>, А.К. Бакишев<sup>1</sup>, А.С. Бердышев<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен, Қазақстан*

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

## **БӨЛШЕК ТУЫНДЫЛАРЫ АЙНЫМАЛЫ РЕТТІ БӨЛШЕК-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ФИЛЬТРАЦИЯ ЕСЕБІ ШЕШІМДЕРІНІҢ ОРНЫТЫЛЫҒЫ**

### *Аңдатпа*

Бөлшек туындылары айнымалы ретті сызықтық емес бөлшек-дифференциалды теңдеулер үшін бастапқы-шекаралық есептерді шешу мәселесі мұнай өнеркәсібінде үлкен қолданбалы мәнге ие. Гетерогенді кеуекті ортадағы сұйықтық ағынының бөлшек-дифференциалды моделін жалпылаудың мағынасы бөлшек туындылардың реті тұрақты емес, олардың уақыт пен кеңістіктік айнымалының функциялары болуында, соның ішінде, ізделінді шешімнің функциялары деп болжауында жатыр. Жалпылау гипотезасы туынды ретінің бастапқы реттен соңғы ретке монотонды ауысқанда немесе диффузия режимі белгілі бір уақытта өзгергенде сұйықтықтың гетерогенді кеуекті ортадағы ағынын зерттеуден тұрады. Бұл жұмыста өтпелі (стационарлық емес) фильтрация заңымен берілген бөлшек-дифференциалды фильтрация теңдеуі қарастырылады. Сандық шешім үшін уақыт бойынша бөлшек туынды үшін ақырлы айырымдар әдісін және кеңістіктік айнымалы бойынша ақырлы элементтер әдісін қолдана отырып жуықтау құрылды. Капуто мағынасындағы айнымалы ретті бөлшек туынды уақыт бойынша екінші ретті формуламен жуықталған. Бастапқы мәліметтер және теңдеудің оң жағы бойынша сандық әдістің орнықтылығының априорлық бағалары алынды.

**Түйін сөздер:** бөлшек дифференциалды есеп, фильтрация есебі, бөлшек туынды, гетерогенді орта, бөлшек туындының айнымалы реті, орнықтылық.

### **Введение**

В последние несколько десятилетий уравнения, содержащие производные дробного порядка, стали предметом всестороннего исследования не только с математической точки зрения, но также получили широкое применение при моделировании естественных и технологических процессов в сложных средах. Основное их применение связано с учетом важного свойства среды – памяти, которое позволяет учесть не только текущее состояние процесса, но также все ее предыдущие состояния. Например, основополагающей работой в дробно-дифференциальной теории фильтрации является работа [1], в которой предлагаются обобщения классических уравнений фильтрации для учета эффектов памяти пористой среды. Данная идея вызвала интерес среди исследователей и была продолжена в нескольких направлениях – в области исследования разрешимости задачи, дальнейшего обобщения модели, разработки эффективных численных методов, применения различных определений дробных производных. В следующих работах [2-5] дробно-дифференциальный подход применен к исследованию течения жидкости в трещиноватых пористых средах и построены эффективные конечно-элементные методы, проведено их строгое теоретическое обоснование. Особенностью и основной трудностью данной задачи является вхождение нескольких слагаемых с дробными производными различного порядка.

Исследования последних двух десятилетий показывают, что диффузия в сложных гетерогенных средах сопровождается частым изменением режима диффузии [6,7]. В частности, авторы [8] пришли к выводу, что существует еще один тип памяти, который проявляется при смене режима диффузии. Касательно моделей фильтрации известно, что порядок дробной производной относится с фрактальным измерением пористой среды, определяемой индексом Хёрста, который изменяется при изменении геометрической структуры среды [9]. Физически интересным является вопрос, когда порядок производной

проявляет монотонный (линейный или нелинейный) переход от начального порядка к конечному, либо когда режим диффузии сменяется в некоторый момент времени. Это позволяет более точно выявить скрытые эффекты при течении жидкости в пористой среде, связанные с изменением свойств пористой среды. Таким образом, необходимость изучения данной темы непосредственно следует из практического применения модели для более глубокого изучения характера течения жидкости, а также перспективы проведенных исследований к исследованию широкого круга других моделей.

Во-вторых, несмотря на наличие ограниченного числа работ, посвященных теоретическому исследованию методов решения краевых задач для уравнений с дробными производными переменного порядка, существует множество концептуальных математических проблем, не позволяющих перенести известные результаты к исследованию указанных задач фильтрации. Это связано с сильной нелинейностью дробно-дифференциального обобщения закона Дарси [2], с вхождением в уравнения системы функций капиллярного давления [10], градиент которых неограниченно возрастает при приближении насыщенности воды к остаточной водонасыщенности, с вхождением вырождающегося коэффициента капиллярной диффузии. Кроме того, сложность в решение задачи, рассматриваемой в работе, вносит вхождение в уравнения системы нескольких слагаемых с дробными производными, что связано со свойствами дробных производных переменного порядка. Например, для ряда определений дробных производных переменного порядка не является обратным оператором для интеграла дробного порядка переменного порядка. Данные обстоятельства указывают на необходимость разработки и проведения тщательного исследования методов решения.

В-третьих, в силу чрезвычайной сложности получения аналитического решения данной задачи, возникает необходимость разработки приближенных методов. Однако наряду с вычислительными сложностями, присущими решению дробно-дифференциальных уравнений постоянного порядка (например, трудоемкость вычисления дискретных аналогов дробных производных [11]), решение уравнений с дробными производными переменного порядка порождает другие трудности. Например, коэффициентные матрицы численных схем лишаются структуры матрицы Тёплица [9], что не позволяет использовать быстрые алгоритмы вычисления дробных производных. Кроме того, известно, что достаточно сложно получить аппроксимационные формулы дробных производных переменного порядка выше второго порядка [12].

Многими авторами [1,13,14] предложено смоделировать движение жидкости в трещиноватой среде с использованием аппарата дробного исчисления, предполагая зависимость характера потока не только от текущего состояния процесса, но и от истории изменений этого процесса в прошлом. В результате классические уравнения фильтраций заменены их дробно-дифференциальными аналогами постоянного порядка. Экспериментальные результаты также показывают, что для описания фильтрационного течения жидкости через пористые среды могут быть эффективно использованы дробно-дифференциальные уравнения [15]. Литературный обзор по моделированию течения жидкости через пористые среды с использованием подхода памяти с использованием дробных производных представлен в работе [16]. Для учета эффекта памяти и пространственные корреляции в пористых средах предложены различные модели на основе методов дробного исчисления [17]. При этом порядок дробной производной определяет степень влияния памяти на течение жидкости через пористую среду.

Для дробно-дифференциальных уравнений, как в случае постоянного, так и переменного порядка нелегко найти аналитические решения, поэтому многими авторами были предложены численные аппроксимации дробных производных переменного порядка и вычислительные методы решения. Самыми распространенными численными методами решения дробно-дифференциальных уравнений с дробными производными переменного порядка являются методы конечных разностей, спектральные методы, матричные методы, методы сплайновой интерполяции и другие.

В настоящей работе выполнен углубленный сравнительный анализ основных подходов к моделированию процессов фильтрации с использованием дробных производных, анализ построения проекционных методов реализации дробно-дифференциальных моделей с переменными порядками дробных производных. Для решения дробно-дифференциальной задачи фильтрации с переходным законом фильтрации переменного порядка дробной производной были построены полудискретная и полностью дискретная постановки задачи с помощью аппроксимационной формулы второго порядка. Кроме того, была доказана теорема об устойчивости полностью дискретной дробной задачи фильтрации с переменным порядком дробной производной в смысле Капуто по начальным данным и по правой части уравнения.

### Методология исследования

В классической теории переходной (нестационарный) закон фильтрации рассматривается как система дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\frac{\mu}{k} \bar{v} + \nabla u = 0,$$

$$S \partial_t u + \nabla \bar{v} = q(x, t, u),$$

где  $k$  – абсолютная проницаемость пласта,  $\mu$  – вязкость жидкости,  $S$  – коэффициент упругой ёмкости пласта,  $u$  – давление,  $\bar{v}$  – скорость фильтрации.

Преобразуя данную систему получим следующую начально-краевую задачу дробно-дифференциального обобщения уравнения фильтрации с переходным (нестационарным) законом фильтрации переменного порядка дробной производной в смысле Капуто:

**Задача 1.** В области  $\bar{Q}_T = \bar{\Omega} \times [0, T]$ , где  $\Omega = (0, 1)$

$$\begin{cases} \partial_{0,t}^{\alpha(t)} u - \mu \nabla^2 u = f, & x \in \Omega, t > 0, \\ u(x, 0) = u_0(x), & x \in \bar{\Omega}, \\ u(0, t) = u(1, t) = 0, & t > 0, \end{cases}$$

где  $\alpha(t) \in (0, 1)$ . Оператор дробного производного переменного порядка в смысле Капуто может быть определен в виде:

$${}_0^c \partial_t^{\alpha(t)} u(t) = \frac{1}{\Gamma(1 - \alpha(t))} \int_0^t \frac{u'(s)}{(t-s)^{\alpha(t)}} ds, \quad 0 < \alpha(t) < 1. \quad (1)$$

Определим смешанную вариационную постановку задачи 1.

**Задача 2.** Найти  $u \in H^1(0, T; H_0^1(\Omega))$ , такое что для любого  $v \in H_0^1(\Omega)$ :

$$(\partial_{0,t}^{\alpha(t)} u, v) + (\mu \nabla u, \nabla v) = (f, v), \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in \bar{\Omega}, \quad (3)$$

где  $\alpha(t) \in (0, 1)$ .

Для построения полудискретной постановки задачи введем разбиение временного отрезка  $[0, T]$  точками  $t_n = n\tau$ ,  $\tau > 0$ ,  $n = 0, 1, \dots, N$ , так что  $N\tau = T$ . Обозначим через  $u^n$  полудискретную



аппроксимацию функции  $u$  относительно времени в точке  $t = t_n$ . Введем следующие обозначения  $t_{n+\sigma} = (n + \sigma)\tau$ ,  $\alpha_{n-1+\sigma} = \alpha(t_{n-1+\sigma})$ ,  $\sigma = 1 - \frac{\alpha(t_{n-1+\sigma})}{2}$ ,  $n = 0, 1, \dots, N - 1$ .

Оценивая производную  ${}_0^C \partial_t^{\alpha(t)} u(t)$  с переменным порядком  $\alpha(t) \in (0, 1)$  в точке сетки  $t_{n-1+\sigma}$ ,  $n = 0, 1, \dots, N - 1$ , из (1) получим

$${}_0^C \partial_t^{\alpha_{n-1+\sigma}} u(t_{n-1+\sigma}) = \frac{1}{\Gamma(1 - \alpha_{n-1+\sigma})} \int_0^{t_{n-1+\sigma}} \frac{u'(s)}{(t_{n-1+\sigma} - s)^{\alpha_{n-1+\sigma}}} ds.$$

Чтобы определить полудискретную постановку Задачи (1) мы используем следующую аппроксимационную формулу дробной производной переменного порядка в смысле Капуто.

**Лемма 1.** Дискретный аналог  $\Delta_{0,t}^{\alpha_{n-1+\sigma}} u^{n-1+\sigma}$  дробной производной в смысле Капуто  $\partial_{0,t}^{\alpha(t)} u(t_n)$  порядка  $0 < \alpha(t) < 1$  можно представить в виде [18]:

$$\Delta_{0,t}^{\alpha_{n-1+\sigma}} u^{n-1+\sigma} = \frac{\tau^{-\alpha_{n-1+\sigma}}}{\Gamma(2 - \alpha_{n-1+\sigma})} \sum_{s=1}^n d_{n-s}^{\alpha_{n-1+\sigma}} (u^s - u^{s-1}), \quad (4)$$

где

$$a_0^{(\alpha_{n-1+\sigma})} = \sigma^{1-\alpha_{n-1+\sigma}}, a_k^{(\alpha_{n-1+\sigma})} = \frac{1}{2} \left[ (k + \sigma)^{1-\alpha_{n-1+\sigma}} - (k + \sigma - 1)^{1-\alpha_{n-1+\sigma}} \right], \quad 1 \leq k \leq n - 1,$$

$$b_k^{(\alpha_{n-1+\sigma})} = \frac{1}{2 - \alpha_{n-1+\sigma}} \left[ (k + \sigma)^{2-\alpha_{n-1+\sigma}} - (k + \sigma - 1)^{2-\alpha_{n-1+\sigma}} \right] - (k + \sigma)^{1-\alpha_{n-1+\sigma}}, \quad 1 \leq k \leq n - 1.$$

$$d_k^{(\alpha_{n-1+\sigma})} = \begin{cases} a_1^{(\alpha_{n-1+\sigma})} + a_0^{(\alpha_{n-1+\sigma})} + b_1^{(\alpha_{n-1+\sigma})}, & k = 0, \\ a_{k+1}^{(\alpha_{n-1+\sigma})} + a_k^{(\alpha_{n-1+\sigma})} + b_{k+1}^{(\alpha_{n-1+\sigma})} - b_k^{(\alpha_{n-1+\sigma})}, & 1 \leq k \leq n - 2, \\ b_{k+1}^{(\alpha_{n-1+\sigma})} - b_k^{(\alpha_{n-1+\sigma})}, & k = n - 1. \end{cases}$$

причем для величины  $r_n^{\alpha_{n-1+\sigma}} = {}_0^C \partial_t^{\alpha_{n-1+\sigma}} u(t_{n-1+\sigma}) - \Delta_{0,t}^{\alpha_{n-1+\sigma}} u^{n-1+\sigma}$  справедлива оценка

$$\left| r_n^{\alpha_{n-1+\sigma}} \right| \leq \frac{1}{\Gamma(1 - \alpha_{n-1+\sigma})} \left[ \chi_n \max_{t_0 \leq t \leq t_{n-1}} |f''(t)| + \frac{\sigma^{1-\alpha_{n-1+\sigma}} \tau^{-\alpha_{n-1+\sigma}}}{1 - \alpha_{n-1+\sigma}} \max_{t_{n-1} \leq t \leq t_n} |f''(t)| \right] \tau^2,$$

где  $\chi_1 = \frac{\tau^{-\alpha_\sigma} \sigma^{1-\alpha_\sigma}}{(1 - \alpha_\sigma)}$ ,  $\chi_n = \frac{c_1 t_{n-1}^{1-\alpha_{n-1+\sigma}}}{(1 - \alpha_{n-1+\sigma})}$ ,  $n = 2, \dots, N - 1$ ,  $c_1$  является положительной константой.

Определим полудискретную постановку задачи:

**Задача 3.** Пусть известно значение  $u^{n-1} \in H_0^1(\Omega)$ ,  $u^0 = u_0(x)$ . Найти  $u^n \in H_0^1(\Omega)$  такое, что для всех  $v \in H_0^1(\Omega)$ :

$$\left( \Delta_{0,t}^{\alpha_{n-1+\sigma}} u^{n-1+\sigma}, v \right) + (\mu \nabla u^n, \nabla v) = (f, v), \quad (5)$$

или

$$\left( \frac{\tau^{-\alpha_{n-1+\sigma}}}{\Gamma(2 - \alpha_{n-1+\sigma})} \sum_{s=1}^n d_{n-s}^{\alpha_{n-1+\sigma}} (u^s - u^{s-1}), v \right) + (\mu \nabla u^n, \nabla v) = (f, v), \quad (6)$$

$$u^0 = u_0(x), \quad x \in \bar{\Omega}, \quad (7)$$

где  $\alpha(t) \in (0,1)$ .

Пусть  $K_h$  – равномерное разбиение на  $\bar{\Omega}$ . Для  $l \in \mathbb{N}$  обозначим через  $P_l(e)$  пространство многочленов степени не выше  $l$  на  $e \in K_h$ .

Определим дискретное пространство  $V_h \subset H_0^1(\Omega)$ :

$$V_h = \{v_h \in H_0^1(\Omega) \cap C^0(\bar{\Omega}) \mid v_h|_e \in P_1(e), \forall e \in K_h\},$$

**Задача 4.** Пусть известно значение  $u_h^{n-1} \in H_0^1(\Omega)$ ,  $u_h^0 = u_0(x)$ . Найти  $u_h^n \in V_h$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ , удовлетворяющее следующим тождествам для любого  $v_h \in V_h$ :

$$\left(\Delta_{0,t}^{\alpha_{n-1+\sigma}} u_h^{n-1+\sigma}, v_h\right) + (\mu \nabla u_h^n, \nabla v_h) = (f, v_h) \quad (8)$$

или

$$\frac{\tau^{-\alpha_{n-1+\sigma}}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1+\sigma})} \sum_{s=1}^n d_{n-s}^{\alpha_{n-1+\sigma}} (u_h^s - u_h^{s-1}, v_h) + (\mu \nabla u_h^n, \nabla v_h) = (f, v_h),$$

где  $\alpha(t) \in (0,1)$ .

Для доказательства основной теоремы используем известную лемму Гронуолла и лемму оценки слагаемого с дробной производной.

**Лемма 2.** Если  $\{a_n\}$  и  $\{b_n\}$  – две положительные последовательности,  $\{c_n\}$  – монотонная положительная последовательность, и они удовлетворяют неравенствам

$$a_0 + b_0 \leq c_0, \quad a_n + b_n \leq c_n + \mu \sum_{i=0}^{n-1} a_i, \quad \mu > 0,$$

то справедлива оценка

$$a_n + b_n \leq c_n e^{n\mu}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

**Лемма 3.** Для любой функции  $u \in L^2(\Omega)$  справедливо неравенство

$$\left(\Delta_{0,t}^{\alpha_{n-1+\sigma}} u^{n-1+\sigma}, u^n\right) \geq \frac{\tau^{-\alpha_{n-1+\sigma}}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1+\sigma})} \left[ \Theta_n^v - \Theta_{n-1}^v - \frac{1}{2} d_{n-1}^{\alpha_{n-1+\sigma}} \|u^0\|_0^2 \right],$$

где  $\Theta_n^v = \frac{1}{2} \sum_{s=1}^n d_{n-s}^{\alpha_{n-1+\sigma}} \|u^s\|_0^2$ .

Результаты исследования

Основным результатом данного исследования является теорема об устойчивости полностью дискретной задачи фильтрации с переходным (нестационарным) законом фильтрации переменного порядка дробной производной.

Для доказательства теоремы будут использованы следующие предположения:

**(AI)** Задача 1 имеет единственное решение имеющее количество производных, необходимое для проведения анализа.

**(AII)** Существуют конечное положительное действительное число  $\mu_*$ , такое что для всех  $x \in \mathbb{R}$  выполняются условия  $0 < \mu_* \leq \mu(x)$ .

**Теорема.** Дискретная задача 4 при всех  $\tau > 0$ , устойчива по начальным данным и правой части и выполняется следующая оценка:

$$\Theta_n^v + C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|\nabla u_h^n\|^2 \leq C(\Theta_0^v + \|f\|^2)$$

**Доказательство.** В (8) выберем  $v_h = u_h^n$ :

$$(\Delta_{0,t}^{\alpha_{n-1}+\sigma} u_h^{n-1+\sigma}, u_h^n) + (\mu \nabla u_h^n, \nabla u_h^n) = (f, u_h^n)$$

Используя Лемму 3 приходим к следующему неравенству:

$$\frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \left[ \Theta_n^v - \Theta_{n-1}^v - \frac{1}{2} d_{n-1}^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|u^0\|_0^2 \right] + \mu \|\nabla u_h^n\|^2 \leq \|f\| \|u_h^n\|.$$

Оттуда получим:

$$\frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \Theta_n^v + \mu \|\nabla u_h^n\|^2 \leq \frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \Theta_{n-1}^v + \frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \frac{1}{2} d_{n-1}^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|u^0\|_0^2 + \|f\| \|u_h^n\|$$

Суммируем последнее неравенство по  $n$  от 1 до  $n$

$$\frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \Theta_n^v + \mu \|\nabla u_h^n\|^2 \leq \frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \Theta_0^v + \frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} d_{i-1}^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|u^0\|_0^2 + \|f\| \sum_{i=1}^n \|u_h^i\|.$$

Используя элементарное неравенство  $ab \leq \frac{1}{2}(a^2 + b^2)$  приходим к неравенству:

$$\frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \Theta_n^v + \mu \|\nabla u_h^n\|^2 \leq \frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \Theta_0^v + \frac{\tau^{-\alpha_{n-1}+\sigma}}{\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} d_{i-1}^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|u^0\|_0^2 + \frac{1}{2} \|f\|^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \|u_h^i\|^2.$$

Умножим обе части тождества на  $\Gamma(2-\alpha_{n-1}+\sigma)\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma}$ :

$$\Theta_n^v + C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|\nabla u_h^n\|^2 \leq \Theta_0^v + C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|f\|^2 + C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \sum_{i=1}^n \|u_h^i\|^2.$$

Применим лемму Гронуолла в предположении  $a_n = \Theta_n^v$ ,  $b_n = C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|\nabla u_h^n\|^2$ ,  $c_n = \Theta_0^v + C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|f\|^2$ . Тогда

$$\Theta_n^v + C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|\nabla u_h^n\|^2 \leq \Theta_0^v + C\tau^{\alpha_{n-1}+\sigma} \|f\|^2.$$

Используя, что  $\tau \leq T$  приходим к утверждению теоремы.

### Дискуссия

Обзор основополагающих работ по теории фильтрации и численных методов решения задач фильтрации, по теории дробного исчисления не выявил работы по исследованию проекционных методов решения нелинейных дробно-дифференциальных уравнений фильтрации с дробными производными переменного порядка. Поэтому данное исследование является достаточно новым и актуальным направлением в современной теории дробной производной и вычислительной гидродинамике.

## Заключение

Обзор основополагающих работ по теории фильтрации и численных методов решения задач фильтрации, по теории дробного исчисления не выявил работы по исследованию проекционных методов решения нелинейных дробно-дифференциальных уравнений фильтрации с дробными производными переменного порядка. Поэтому данное исследование является достаточно новым и актуальным направлением в современной теории дробной производной и вычислительной гидродинамике.

Следует отметить, что большинство известных подходов решения задач данного класса основано на применении более простых конечно-разностных методов и методов коллокации с предварительным применением преобразования Лапласа. Недостаточно внимание уделено более универсальным конечно-элементным методам (например, разрывным методам Галеркина), которые снимают ограничения на область интегрирования, позволяют без особых трудностей использовать разрывные коэффициенты, возникающие в случае фильтрации в гетерогенных средах. Обзор основополагающих работ по теории фильтрации и численных методов решения задач фильтрации, по теории дробного исчисления не выявил работ по исследованию проекционных методов решения нелинейных дробно-дифференциальных уравнений фильтрации с дробными производными переменного порядка.

Литературный обзор показал, что работы, посвященные решению дробно-дифференциальных уравнений с дробными производными переменного порядка проекционными методами (например, методом конечных элементов) были изданы только в последние годы, а их количество ограничено [9]. Отметим, что их непосредственное применение к рассматриваемым задачам фильтрации не представляется возможным и требует дополнительных исследований.

## Благодарность

Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, ИРН AP14972807, 2022-2024 годы.

## Список использованной литературы:

- 1 Caputo M. *Models of Flux in Porous Media with Memory* // *Water Resources Research*. - 2000. - Vol. 36, № 3. - pp. 693–705. <https://doi.org/10.1029/1999WR900299>
- 2 Baigereyev D., Alimbekova N., Berdyshev A., Madiyarov M. *Convergence Analysis of a Numerical Method for a Fractional Model of Fluid Flow in Fractured Porous Media* // *Mathematics*. - 2021. - Vol. 9, № 2179. - pp. 1–24. <https://doi.org/10.3390/math9182179>
- 3 Alimbekova N.B., Baigereyev D.R., Berdyshev A.S. *Finite Element Method for Solving a Fractional Flow Model in Porous Media* // *Vestnik KazNPU. Seriya "Fiziko-matematicheskie nauki"*. - 2022. - № 1 (77). - pp. 7–14. <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.01>
- 4 Учайкин В. В. *Дробно-дифференциальные модели в гидромеханике* // *Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика*. - 2019. - Том 27, № 1. - С. 5-40. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2019-27-1-5-40>
- 5 Газизов Р. К., Лукашук С. Ю. *Дробно-дифференциальный подход к моделированию процессов фильтрации в сложных неоднородных пористых средах* // *Вестник УГАТУ*. - 2017. - том. 21, №. 4. - с. 104-112.
- 6 Umarov S., Steinberg S. *Variable Order Differential Equations with Piecewise Constant Order-Function and Diffusion with Changing Modes* // *Journal of Analysis and Its Applications*. - 2009. - Vol. 28. - pp. 431–450. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0903.2524>
- 7 Sun H., Chang A., Zhang Y., Chen W. *A Review on Variable-Order Fractional Differential Equations: Mathematical Foundations, Physical Models, Numerical Methods and Applications* // *Fract. Calc. Appl. Anal.* - Springer Science; Business Media LLC, - 2019. - Vol. 22, № 1. - pp. 27–59. <https://doi.org/10.1515/fca-2019-0003>
- 8 Lorenzo C.F., Hartley T.T. *Variable Order and Distributed Order Fractional Operators* // *Nonlinear Dynamics*. - Springer Science; Business Media LLC, - 2002. - Vol. 29, № 1/4. - pp. 57–98.

<https://doi.org/10.1023/A:1016586905654>

9 Jia J., Wang H., Zheng X. A Preconditioned Fast Finite Element Approximation to Variable-Order Time-Fractional Diffusion Equations in Multiple Space Dimensions // *Appl. Numer. Math.* - Elsevier BV, - 2021. - Vol. 163. - pp. 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.apnum.2021.01.001>

10 Baigereyev D., Alimbekova N., Berdyshev A., Madiyarov M. Convergence Analysis of a Numerical Method for a Fractional Model of Fluid Flow in Fractured Porous Media // *Mathematics.* - MDPI AG, - 2021. - Vol. 9, № 18. - p. 2179. <https://doi.org/10.3390/math9182179>

11 Ke R., Ng M.K., Sun H.-W. A Fast Direct Method for Block Triangular Toeplitz-Like with Tri-Diagonal Block Systems from Time-Fractional Partial Differential Equations // *J. Comput. Phys.* - Elsevier BV, - 2015. - Vol. 303. - pp. 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2015.09.042>

12 Xu T., Lu S., Chen W., Chen H. Finite Difference Scheme for Multi-Term Variable-Order Fractional Diffusion Equation // *Adv. Differ. Equ.* - Springer Science; Business Media LLC, - 2018. - Vol. 2018, № 1. <https://doi.org/10.1186/s13662-018-1544-8>

13 Zhong W., Li C., Kou J. Numerical Fractional-Calculus Model for Two-Phase Flow in Fractured Media // *Advances in Mathematical Physics.* - Hindawi Limited, - 2013. - Vol. 2013. - pp. 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/429835>

14 Hossain M.E. Numerical Investigation of Memory-Based Diffusivity Equation: The Integro-Differential Equation // *Arabian Journal for Science and Engineering.* - Springer Science; Business Media LLC, - 2016. - Vol. 41, № 7. - pp. 2715–2729. <https://doi.org/10.1007/s13369-016-2170-y>

15 He J.-H. Approximate Analytical Solution for Seepage Flow with Fractional Derivatives in Porous Media // *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering.* - Elsevier BV, - 1998. - Vol. 167, № 1-2. - pp. 57–68. [http://doi.org/10.1016/S0045-7825\(98\)00108-X](http://doi.org/10.1016/S0045-7825(98)00108-X)

16 Hashan M., Jahana T.U. L. N. Zaman, Imtiaz S., Hossain M.E. Modelling of Fluid Flow Through Porous Media Using Memory Approach: A Review // *Mathematics and Computers in Simulation.* - 2020. - Vol. 177. - pp. 643–673. <http://doi.org/10.1016/j.matcom.2020.05.026>

17 Caffarelli L., Vazquez J.L. Nonlinear Porous Medium Flow with Fractional Potential Pressure // *Archive for Rational Mechanics and Analysis.* - 2011. - Vol. 202, № 2. - pp. 537–565. <https://doi.org/10.1007/s00205-011-0420-4>

18 Du Ruilian and Liang Zongqi. Two New Approximations for Variable-Order Fractional Derivatives // *Discrete Dynamics in Nature and Society.* - 2017. - Vol. 2017. - P. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2017/1586249>

#### References:

1 Caputo M. Models of Flux in Porous Media with Memory // *Water Resources Research.* - 2000. - Vol. 36, № 3. - pp. 693–705. <https://doi.org/10.1029/1999WR900299>

2 Baigereyev D., Alimbekova N., Berdyshev A., Madiyarov M. Convergence Analysis of a Numerical Method for a Fractional Model of Fluid Flow in Fractured Porous Media // *Mathematics.* - 2021. - Vol. 9, № 2179. - pp. 1–24. <https://doi.org/10.3390/math9182179>

3 Alimbekova N.B., Baigereyev D.R., Berdyshev A.S. Finite Element Method for Solving a Fractional Flow Model in Porous Media // *Vestnik KazNPU. Seriya "Fiziko-matematicheskie nauki".* - 2022. - № 1 (77). - pp. 7–14. <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.01>

4 Uchajkin V. V. (2019) Drobno-differencial'nye modeli v gidromekhanike [Fractional differential models in fluid mechanics]. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya nelinejnaya dinamika.* Tom 27, № 1. 5-40.. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2019-27-1-5-40> (in Russian)

5 Gazizov R. K., Lukashchuk S. YU. (2017) Drobno-differencial'nyj podhod k modelirovaniyu processov fil'tracii v slozhnyh neodnorodnyh poristyh sredah [Fractional differential approach to modeling filtration processes in complex inhomogeneous porous media]. *Vestnik UGATU.* tom. 21, №. 4. 104-112. (in Russian)

6 Umarov S., Steinberg S. Variable Order Differential Equations with Piecewise Constant Order-Function and Diffusion with Changing Modes // *Journal of Analysis and Its Applications.* - 2009. - Vol. 28. - pp. 431–450. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0903.2524>

7 Sun H., Chang A., Zhang Y., Chen W. A Review on Variable-Order Fractional Differential Equations: Mathematical Foundations, Physical Models, Numerical Methods and Applications // *Fract. Calc. Appl. Anal.* - Springer Science; Business Media LLC, - 2019. - Vol. 22, № 1. - pp. 27–59. <https://doi.org/10.1515/fca-2019-0003>

8 Lorenzo C.F., Hartley T.T. Variable Order and Distributed Order Fractional Operators // *Nonlinear Dynamics.* - Springer Science; Business Media LLC, - 2002. - Vol. 29, № 1/4. - pp. 57–98.

<https://doi.org/10.1023/A:1016586905654>

9 Jia J., Wang H., Zheng X. A Preconditioned Fast Finite Element Approximation to Variable-Order Time-Fractional Diffusion Equations in Multiple Space Dimensions // *Appl. Numer. Math.* - Elsevier BV, - 2021. - Vol. 163. - pp. 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.apnum.2021.01.001>

10 Baigereyev D., Alimbekova N., Berdyshev A., Madiyarov M. Convergence Analysis of a Numerical Method for a Fractional Model of Fluid Flow in Fractured Porous Media // *Mathematics.* - MDPI AG, - 2021. - Vol. 9, № 18. - p. 2179. <https://doi.org/10.3390/math9182179>

11 Ke R., Ng M.K., Sun H.-W. A Fast Direct Method for Block Triangular Toeplitz-Like with Tri-Diagonal Block Systems from Time-Fractional Partial Differential Equations // *J. Comput. Phys.* - Elsevier BV, - 2015. - Vol. 303. - pp. 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2015.09.042>

12 Xu T., Lu S., Chen W., Chen H. Finite Difference Scheme for Multi-Term Variable-Order Fractional Diffusion Equation // *Adv. Differ. Equ.* - Springer Science; Business Media LLC, - 2018. - Vol. 2018, № 1. <https://doi.org/10.1186/s13662-018-1544-8>

13 Zhong W., Li C., Kou J. Numerical Fractional-Calculus Model for Two-Phase Flow in Fractured Media // *Advances in Mathematical Physics.* - Hindawi Limited, - 2013. - Vol. 2013. - pp. 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/429835>

14 Hossain M.E. Numerical Investigation of Memory-Based Diffusivity Equation: The Integro-Differential Equation // *Arabian Journal for Science and Engineering.* - Springer Science; Business Media LLC, - 2016. - Vol. 41, № 7. - pp. 2715–2729. <https://doi.org/10.1007/s13369-016-2170-y>

15 He J.-H. Approximate Analytical Solution for Seepage Flow with Fractional Derivatives in Porous Media // *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering.* - Elsevier BV, - 1998. - Vol. 167, № 1-2. - pp. 57–68. [http://doi.org/10.1016/S0045-7825\(98\)00108-X](http://doi.org/10.1016/S0045-7825(98)00108-X)

16 Hashan M., Jahana T.U. L. N. Zaman, Imtiaz S., Hossain M.E. Modelling of Fluid Flow Through Porous Media Using Memory Approach: A Review // *Mathematics and Computers in Simulation.* - 2020. - Vol. 177. - pp. 643–673. <http://doi.org/10.1016/j.matcom.2020.05.026>

17 Caffarelli L., Vazquez J.L. Nonlinear Porous Medium Flow with Fractional Potential Pressure // *Archive for Rational Mechanics and Analysis.* - 2011. - Vol. 202, № 2. - pp. 537–565. <https://doi.org/10.1007/s00205-011-0420-4>

18 Du Ruilian and Liang Zongqi. Two New Approximations for Variable-Order Fractional Derivatives // *Discrete Dynamics in Nature and Society.* - 2017. - Vol. 2017. - P. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2017/1586249>

*O.S. Akhmetova<sup>1\*</sup>, S.A. Issayev<sup>2</sup>, A.N. Kaziyeva*

*<sup>1</sup>Almaty brunch of Saint-Peterburg University of the Humanities and Social Sciences,  
Almaty, Kazakhstan*

*<sup>2</sup>Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan*

*<sup>3</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

*\*e-mail: [ah\\_oksa@mail.ru](mailto:ah_oksa@mail.ru)*

## **SOLUTION OF THE NONLINEAR STATIONARY PROBLEM OF THE BAROCLINIC OCEAN BY THE FICTITIOUS DOMAIN METHOD**

### *Abstract*

Modeling is a key tool for understanding physical processes, analyzing the global spatial and temporal structure of the ocean, its interaction with the atmosphere, and regional variability in marine and ocean systems. Models also play an important role in processing and assimilating data from field observations. The development of mathematical modeling of ocean dynamics, which has more than a century of experience, has led to a significant increase in understanding of the physical processes occurring in the marine environment, as well as improved methods and models for their analysis. In addition, in recent years there has been increasing interest in studying the patterns of baroclinic fields, disturbances, and anomalies in the ocean, including the analysis of observational data, theoretical studies of the propagation of disturbances in a simplified oceanic environment, and numerical modeling. The basic principles of the theory of the baroclinic layer in the ocean can be derived from a complete set of primitive equations, including horizontal projections of the momentum balance equations, the hydrostatic equation, the mass conservation equation, the heat and salt diffusion equations, and the equation of state. This article discusses the fictitious domain method for the nonlinear stationary problem of the Baroclinic Ocean. A generalized solution to the problem is given and its uniqueness is proved. The theorem of existence and convergence of solutions to approximate models obtained using the fictitious domain method are studied.

**Keywords:** fictitious domain method, hydrodynamics, oceanology, viscous fluid, irregular domain, stationary problems, Baroclinic Ocean.

*O.S. Akhmetova<sup>1</sup>, S.A. Issayev<sup>2</sup>, A.N. Kaziyeva<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Алматының филиалы Санкт-Петербургского Гуманитарного университета профсоюзов,  
Алматы, Казахстан*

*<sup>2</sup>Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан*

*<sup>3</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан*

## **РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ СТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ БАРОКЛИННОГО ОКЕАНА МЕТОДОМ ФИКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ**

### *Аннотация*

Моделирование является ключевым инструментом для осмысления физических процессов, анализа всемирной пространственно-временной структуры океана, его взаимодействия с атмосферой и региональной изменчивости морских и океанических систем. Модели также играют важную роль в обработке и ассимиляции данных из натуральных наблюдений. Развитие математического моделирования динамики океана, имеющего более чем столетний опыт, привело к значительному углублению понимания физических процессов, происходящих в морской среде, а также к улучшению методов и моделей их анализа. Помимо этого, в последние годы усиливается интерес к исследованию закономерностей бароклинных полей, возмущений и аномалий в океане, включая анализ данных наблюдений, теоретическое исследование распространения возмущений в упрощенной океанической среде и численное моделирование. Основные принципы теории бароклинного слоя в океане могут быть выведены из полного набора примитивных уравнений, включающих горизонтальные проекции уравнений баланса количества движения, уравнение гидростатики, уравнение сохранения массы,

уравнения диффузии тепла и соли, а также уравнение состояния. В данной статье рассматривается метод фиктивных областей для нелинейной стационарной задачи бароклинного океана. Дается обобщенное решение задачи и доказывается его единственность. Исследованы теорема существования и сходимости решения приближенных моделей, полученных с помощью метода фиктивных областей.

**Ключевые слова:** метод фиктивных областей, гидродинамика, океанология, вязкая жидкость, нерегулярная область, стационарные задачи, бароклинный океан.

*О.С. Ахметова<sup>1</sup>, С.А. Исаев<sup>2</sup>, А.Н. Казиева<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Санкт-Петербург Гуманитарлық кәсіподақтар университеті Алматы филиалы  
Алматы, Қазақстан*

<sup>2</sup>*Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан*

<sup>3</sup>*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан*

## **БАРОКЛИНДІ МҰХИТТЫҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС СТАЦИОНАРЛЫҚ ЕСЕБІН ЖАЛҒАН АЙМАҚТЫҚ ӘДІСІМЕН ШЕШУ**

### *Аңдатпа*

Модельдеу физикалық процестерді түсінудің, мұхиттың ғаламдық кеңістіктік және уақыттық құрылымын, оның атмосферамен әрекеттесуін және теңіз және мұхит жүйелеріндегі аймақтық өзгермелілігін талдаудың негізгі құралы болып табылады. Модельдер далалық бақылаулардан алынған деректерді өңдеу мен ассимиляциялауда да маңызды рөл атқарады. Ғасырдан астам тәжірибесі бар мұхит динамикасын математикалық модельдеудің дамуы теңіз ортасында болып жатқан физикалық процестерді түсінудің айтарлықтай артуына, сондай-ақ оларды талдаудың әдістері мен үлгілерінің жетілдірілуіне әкелді. Сонымен қатар, соңғы жылдары мұхиттағы бароклинді өрістердің заңдылықтарын, бұзылулар мен аномалияларды зерттеуге, соның ішінде бақылау деректерін талдауға, жеңілдетілген мұхиттық ортада бұзылулардың таралуын теориялық зерттеуге және сандық модельдеуге қызығушылық артуда. Мұхиттағы бароклинді қабат теориясының негізгі принциптері импульс тепе-теңдік теңдеулерінің горизонталь проекцияларын, гидростатикалық теңдеулерді, массаның сақталу теңдеулерін, жылу мен тұздардың диффузия теңдеулерін қоса алғанда, қарабайыр теңдеулердің толық жиынтығынан алынуы мүмкін. күй теңдеуі. Бұл мақалада бароклинді мұхиттың сызықты емес стационарлық мәселесі үшін жалған домен әдісі талқыланады. Мәселенің жалпыланған шешімі келтіріліп, оның бірегейлігі дәлелденеді. Жалған домен әдісі арқылы алынған жуықталған модельдерге шешімдердің бар болуы және жинақтылығы теоремасы зерттеледі.

**Түйін сөздер:** жалған аймақтар әдісі, гидродинамика, океанология, тұтқыр сұйықтық, тұрақты емес домен, стационарлық есептер, бароклинді мұхит.

### **Introduction**

The study of the processes that shape the global flow of seas and oceans, as well as the creation of mathematical models for analyzing the dynamics of the World Ocean and its regions, is an important area of modern research. Modeling is a key tool for understanding physical processes, analyzing the global spatial and temporal structure of the ocean, its interaction with the atmosphere, and regional variability in marine and ocean systems. Models also play an important role in the processing and assimilation of data from field observations [1-2]. The development of mathematical modeling of ocean dynamics, which has more than a century of experience, has led to a significant increase in understanding of the physical processes occurring in the marine environment, as well as improved methods and models for their analysis. In particular, the question of the relationship between barotropic and baroclinic components in the dynamics of sea currents, first posed in the mid-20th century by P.S. Lineikin and remaining significant to this day, remains relevant [3]. In addition, in recent years there has been increasing interest in studying the patterns of baroclinic fields, disturbances, and anomalies in the ocean, including the analysis of observational data, theoretical studies of the propagation of disturbances in a simplified oceanic environment, and numerical modeling. The study of ocean anomalies includes the analysis of remote connections and the formation of baroclinic and barotropic responses in areas remote from sources of external influences. For example, significant results have been obtained on the links between variability in the tropical



Pacific Ocean and variations in Antarctic ice extent. The physical mechanisms responsible for remote connections in the ocean and in the system of interaction with the atmosphere have been studied.

The concept of the baroclinic layer as a surface boundary layer located under the Ekman friction layer was a key idea in the studies of P.S. Lineikin [4]. Because the density of the upper ocean usually depends on temperature, the baroclinic layer is often assumed to coincide with the thermocline. However, such a comparison is not always accurate, given that seawater density is also influenced by salinity, especially in certain marine regions, such as the Black Sea, where density stratification is mainly determined by salinity. The basic principles of the theory of the baroclinic layer in the ocean can be derived from a complete set of primitive equations, including horizontal projections of the momentum balance equations, the hydrostatic equation, the mass conservation equation, the heat and salt diffusion equations, and the equation of state.

But these equations are nonlinear, even far from areas where jet streams are concentrated. Therefore, their analysis requires a simplification that preserves the key features of the phenomenon. P.S. Lineikin used linearized equations of motion and an equation of state that related the density of sea water to temperature and salinity through a linear dependence [5]. Under the assumption that the diffusion coefficients of heat and salt are identical, it is possible to replace the equations describing changes in temperature and salinity with a single equation for the diffusion of seawater density. However, this equation is still nonlinear and has no general solution. Further simplification is based on the hypothesis of the existence of an underlying density stratification that depends solely on the vertical coordinate. Assuming a constant vertical diffusion coefficient, the only way to create a stable base stratification is a linear increase in density with depth.

Our study focuses on the numerical simulation of the steady-state problem of baroclinic ocean motion, which is closely related to the practical problem of hydrodynamic forecasting.

### Formulation of the problem

The stationary problem of the motion of a baroclinic ocean is reduced to solving the following system of equations

$$(\vec{v} \cdot \vec{\nabla})u = \mu_0 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \mu \Delta u - \frac{\partial p}{\partial x} - \ell v, \quad (1)$$

$$(\vec{v} \cdot \vec{\nabla})v = \mu_0 \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \mu \Delta v - \frac{\partial p}{\partial y} + \ell u,$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = -\rho_0 g, \quad \rho = a_0 \theta + b_0,$$

$$(\vec{v} \cdot \vec{\nabla})\theta = \lambda_0 \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} + \lambda \Delta \theta + \vec{f},$$

$$\vec{v} = (u, v, w), \quad \vec{u} = (u, v), \quad \vec{\nabla} = \left( \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right). \quad (2)$$

with boundary conditions

$$\left. \frac{\partial \vec{u}}{\partial z} \right|_{z=H} = \left. \frac{\partial \vec{u}}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad \vec{u}|_{\partial D_0} = 0, \quad \theta|_{z=0} = \theta|_{z=H} = 0, \quad (3)$$

$$w|_{z=0} = w|_{z=H} = 0, \quad \theta|_{\partial D_0} = 0, \quad z \in [0, H].$$

In equations (1), (2),  $u, v$  are the projections of velocity on the  $x$  and  $y$  axes, respectively (the  $x$  and  $y$  axes are located in the horizontal plane);  $w$  – velocity projection onto the vertical ( $z$  axis directed

downward);  $\rho$  – seawater density anomaly normalized to the average seawater density;  $p$  – pressure anomaly normalized to the average density of sea water.

Using the method given in [6], system (1), (2) can be reduced to the following form

$$\begin{aligned} (\vec{v} \cdot \vec{\nabla})u &= \mu_0 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \mu \Delta u - \frac{\partial \xi}{\partial x} - \ell v + \frac{\partial}{\partial x} \int_0^z \rho_0 g dz, \\ (\vec{v} \cdot \vec{\nabla})v &= \mu_0 \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \mu \Delta v - \frac{\partial \xi}{\partial y} + \ell u + \frac{\partial}{\partial y} \int_0^z \rho_0 g dz, \\ \int_0^H \operatorname{div} \vec{u} dz &= 0, \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} (\vec{v} \cdot \vec{\nabla})\theta &= \lambda_0 \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} + \lambda \Delta \theta + \vec{f}, \quad \vec{v} = \left( u_1 v_1 - \int_0^z \operatorname{div} \vec{u} dz \right), \\ \frac{\partial \xi}{\partial z} &= 0, \quad \int_{D_0} \xi dx dy = 0. \end{aligned} \tag{5}$$

Consider in the region  $\Omega_2 = \Omega_0 \cup \Omega_1$  a problem with a small parameter in  $\Omega_0$

$$\begin{aligned} (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla})u^\varepsilon &= \mu_0 \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial z^2} + \mu \Delta u^\varepsilon - \frac{\partial \xi^\varepsilon}{\partial x} - \ell v^\varepsilon + \frac{\partial}{\partial x} h(x, y, z, \theta^\varepsilon), \\ (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla})v^\varepsilon &= \mu_0 \frac{\partial^2 v^\varepsilon}{\partial z^2} + \mu \Delta v^\varepsilon - \frac{\partial \xi^\varepsilon}{\partial y} + \ell u^\varepsilon + \frac{\partial}{\partial y} h(x, y, z, \theta^\varepsilon), \end{aligned} \tag{6}$$

in  $\Omega_1$

$$\begin{aligned} (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla})\theta^\varepsilon &= \lambda_0 \frac{\partial^2 \theta^\varepsilon}{\partial z^2} + \lambda \Delta \theta^\varepsilon + \vec{f}, \\ (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla})u^\varepsilon &= \mu_0 \frac{\partial^2 u^\varepsilon}{\partial z^2} + \frac{\mu}{\varepsilon} \Delta u^\varepsilon - \frac{\partial \xi^\varepsilon}{\partial x}, \\ (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla})v^\varepsilon &= \mu_0 \frac{\partial^2 v^\varepsilon}{\partial z^2} + \frac{\mu}{\varepsilon} \Delta v^\varepsilon - \frac{\partial \xi^\varepsilon}{\partial y}, \\ (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla})\theta^\varepsilon &= \lambda_0 \frac{\partial^2 \theta^\varepsilon}{\partial z^2} + \frac{\lambda}{\varepsilon} \Delta \theta^\varepsilon, \end{aligned} \tag{7}$$

$$\int_0^H \operatorname{div} \vec{u}^\varepsilon dz = 0, \quad \text{в } \Omega_2, \quad \frac{\partial \xi^\varepsilon}{\partial z} = 0, \quad \int_{D_2} \xi^\varepsilon dx dy = 0,$$

with terms of agreement

$$\vec{u}^\varepsilon|_{\partial D_0} = 0,$$

$$\left[ \frac{1}{\varepsilon} \mu \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial \vec{n}} - \xi^\varepsilon \cdot \vec{n} \right]_{\partial D_0^-} = \left[ \mu \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial \vec{n}} - \xi^\varepsilon \cdot \vec{n} \right]_{\partial D_0^+}, \tag{8}$$

$$\left. \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right|_{z=H} = \left. \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad \vec{u}^\varepsilon|_{\partial D_2} = 0, \quad z \in [0, H]$$

$$\theta^\varepsilon|_{\partial D_0} = 0, \quad \left. \frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial \theta^\varepsilon}{\partial \vec{n}} \right|_{\partial D_0^-} = \left. \frac{\partial \theta^\varepsilon}{\partial \vec{n}} \right|_{\partial D_0^+}.$$

$$\theta^\varepsilon|_{z=0} = \theta^\varepsilon|_{z=H} = 0, \quad \theta^\varepsilon|_{\partial D_2} = 0.$$

**Definition 1.** A generalized solution to problem (6)-(8) is a pair of functions  $(\vec{u}^\varepsilon, \theta^\varepsilon)$  such that  $\vec{u}^\varepsilon(x, y, z) \in \dot{V}_2^1(\Omega_2)$ ,  $\theta^\varepsilon \in \dot{W}_2^1(\Omega_2)$ , satisfying the integral identities

$$\int_{\Omega_2} \vec{u}^\varepsilon (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \vec{\varphi} dx dy dz + \mu_0 \int_{\Omega_2} \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial z} dx dy dz + \tag{9}$$

$$+ \mu \int_{\Omega_0} \nabla \vec{u}^\varepsilon \nabla \vec{\varphi} dx dy dz + \frac{\mu}{\varepsilon} \int_{\Omega_1} \nabla \vec{u}^\varepsilon \nabla \vec{\varphi} dx dy dz +$$

$$+ \int_{\Omega_0} [\ell u^\varepsilon \varphi_1 - \ell v^\varepsilon \varphi_1] dx dy dz = \int_{\Omega_0} h \operatorname{div} \vec{\varphi} dx dy dz,$$

$$\int_{\Omega_2} \theta^\varepsilon (\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \psi dx dy dz + \lambda_0 \int_{\Omega_2} \frac{\partial \theta^\varepsilon}{\partial z} \frac{\partial \psi}{\partial z} dx dy dz + \lambda \int_{\Omega_0} \nabla \theta^\varepsilon \nabla \psi dx dy dz + \tag{10}$$

$$+ \frac{\lambda}{\varepsilon} \int_{\Omega_1} \nabla \theta^\varepsilon \nabla \psi dx dy dz = \int_{\Omega_0} f \psi dx dy dz,$$

for any  $\vec{\varphi}(x, y, z) \in \dot{V}_2^1(\Omega_2)$ ,  $\psi(x, y, z) \in \dot{W}_2^1(\Omega_2)$ .

**Definition 2.** A strong solution to problem (6)-(8) is the function  $\vec{u}^\varepsilon(x, y, z) \in W_2^2(\Omega_i) \cap \dot{V}_2^1(\Omega_i)$ ,  $\nabla \xi^\varepsilon(x, y, z) \in L_2(\Omega_i)$ ,  $i = 0, 1$  and  $\theta^\varepsilon(x, y, z) \in W_2^2(\Omega_i) \cap \dot{W}_2^1(\Omega_i)$ , satisfying (6)-(8) almost everywhere.

Let us obtain a priori estimates for the solution of problem (6), (8). To do this, in (9), (10) we set  $\vec{\varphi}, \psi$  equal to  $\vec{u}^\varepsilon, \theta^\varepsilon$ , respectively. We have

$$\begin{aligned} & \mu_0 \left\| \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 + \mu \|\nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)}^2 + \frac{\mu}{\varepsilon} \|\nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_1)}^2 + \\ & + \lambda_0 \left\| \frac{\partial \theta^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 + \lambda \|\nabla \theta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)}^2 + \frac{\lambda}{\varepsilon} \|\nabla \theta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_1)}^2 \leq \end{aligned} \tag{11}$$

$$\leq c [\|h\|_{L_2(\Omega_0)}^2 + \|f\|_{L_2(\Omega_0)}^2] = \mathbb{C}_1 < \infty.$$

By virtue of the maximum principle for the elliptic equation we have

$$|\theta^\varepsilon| \leq M < \infty$$

Moreover, M does not depend on  $\varepsilon$ .

Next, we multiply the first two equations (6), (7) by  $\frac{\partial}{\partial z} \left( z^2 \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right)$  scalarly in  $L_2(\Omega_2)$ . As a result of integration by parts we have

$$\begin{aligned} \int_{\Omega_2} (\vec{v}^\varepsilon \vec{\nabla}) \vec{u}^\varepsilon \frac{\partial}{\partial z} \left( z^2 \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right) dx dy dz &= \mu_0 \int_{\Omega_2} \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} \left( 2z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} + z^2 \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} \right) dx dy dz + \\ &+ \mu \int_{\Omega_0} z^2 \left( \frac{\partial \nabla \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right)^2 dx dy dz + \frac{\mu}{\varepsilon} \int_{\Omega_1} z^2 \left( \frac{\partial \nabla \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right) dx dy dz + \\ &+ \int_{\Omega_2} \xi \frac{\partial}{\partial z} z^2 \frac{\partial}{\partial z} \operatorname{div} \vec{u}^\varepsilon dx dy dz + \int_{\Omega_2} \nabla h \left( 2z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} + z^2 \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} \right) dx dy dz. \end{aligned} \tag{12}$$

Let us estimate the integrals on the right side as follows:

$$\begin{aligned} &\int_{\Omega_2} \left( \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} + \nabla h \right) \left( 2z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} + z^2 \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} \right) dx dy dz \geq \\ &\geq \frac{\mu_0}{2} \int_{\Omega_2} z^2 \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} dx dy dz - c \left( \|\nabla h\|_{L_2(\Omega_2)}^2 + \left\| \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 \right), \\ &\int_{\Omega_2} \xi \frac{\partial}{\partial z} z^2 \frac{\partial}{\partial z} \operatorname{div} \vec{u}^\varepsilon dx dy dz = 0. \end{aligned}$$

Now let's evaluate the terms on the left side. Given the ratio

$$\frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \cdot \frac{\partial}{\partial z} \left( z^2 \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left( z^2 \left( \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right)^2 \right) - \frac{z^2}{2} \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right)^2,$$

we have

$$\begin{aligned} &\int_{\Omega_2} \int_0^z (u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon) dz \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \cdot \frac{\partial}{\partial z} \left( z^2 \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right) dx dy dz = \\ &= \int_{\Omega_2} z \int_0^z (u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon) dz \left( \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right)^2 dx dy dz - \frac{1}{2} \int_{\Omega_2} (u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon) z^2 \left( \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right)^2 dx dy dz \leq \\ &\leq c \left( \left\| \frac{1}{z} \int_0^z (u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon) dz \right\|_{L_2(\Omega_2)} + \|\nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_2)} \right) \left\| z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_4(\Omega_2)}^2 \end{aligned}$$

Taking into account Hardy's inequality [7]

$$\left\| \frac{1}{z} \int_0^z (u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon) dz \right\|_{L_p(\Omega_2)} \leq c \|(u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon)\|_{L_p(\Omega_2)}$$

multiplicative

$$\left\| z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_4(\Omega_2)}^2 \leq c \left[ \left\| z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)} \left\| z \frac{\partial}{\partial z} \vec{\nabla} \vec{u}^\varepsilon \right\|_{L_2(\Omega_2)} + \|\vec{\nabla} \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_2)} \right],$$

and Young's inequality, we get

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega_2} \int_0^z (u_x + v_y) dz \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \cdot \frac{\partial}{\partial z} \left( z^2 \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right) dx dy dz \leq \\ & \leq \frac{\delta_1}{2} \left\| z \frac{\partial}{\partial z} \vec{\nabla} \vec{u}^\varepsilon \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 + c \delta_1^{-1} \left\| \vec{\nabla} \vec{u}^\varepsilon \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 \left\| z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 \end{aligned}$$

The remaining terms are evaluated similarly. Thus, from (12) it follows the estimate

$$\begin{aligned} & \mu_0 \int_{\Omega_2} z^2 \left( \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} \right)^2 dx dy dz + \mu \int_{\Omega_0} \left( \frac{\partial}{\partial z} \nabla \vec{u}^\varepsilon \right)^2 z^2 dx dy dz + \\ & + \frac{\mu}{\varepsilon} \int_{\Omega_1} \left( \frac{\partial}{\partial z} \nabla \vec{u}^\varepsilon \right) z^2 dx dy dz \leq \mathbb{C}_2 < \infty. \end{aligned}$$

Using it, we estimate the following quantity

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega_2} |(\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \vec{u}^\varepsilon|^2 dx \leq \|(\vec{u}^\varepsilon \cdot \nabla) \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_2)}^2 + \left\| \int_0^z (u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon) dz \cdot \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2; \\ & \left\| \frac{1}{z} \int_0^z (u_x^\varepsilon + v_y^\varepsilon) dz \right\|_{L_4(\Omega_2)} \leq \mathbb{C} \left( \sum_{i=0}^1 \left( \|\vec{u}^\varepsilon\|_{W_2^2(\Omega_i)}^{\frac{3}{2}} + \|\vec{u}^\varepsilon\|_{W_2^2(\Omega_i)}^{\frac{3}{2}} \cdot \left\| \vec{\nabla} z \frac{\partial \vec{u}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_i)}^{\frac{3}{2}} \right) \|\vec{\nabla} \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_i)}^2 \right) \\ & \leq \\ & \leq \mathbb{C} \sum_{i=0}^1 \|\vec{u}^\varepsilon\|_{W_2^2(\Omega_i)}^{\frac{3}{2}} \leq \delta \sum_{i=0}^1 \|\vec{u}^\varepsilon\|_{W_2^2(\Omega_i)}^{\frac{3}{2}} + \mathbb{C}\delta, \\ & \|\vec{u}^\varepsilon \cdot \nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_2)}^2 \leq \|\vec{u}^\varepsilon\|_{L_4(\Omega_2)}^2 \cdot \|\nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_4(\Omega_2)}^2 \leq \mathbb{C} \sum_{i=0}^1 \|\vec{u}^\varepsilon\|_{L_4(\Omega_i)}^2 \cdot \|\nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_4(\Omega_i)}^2 \leq \\ & \leq \mathbb{C} \sum_{i=0}^1 \left( \|\nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_i)} \cdot \|\vec{u}^\varepsilon\|_{W_2^2(\Omega_i)}^{\frac{3}{2}} + \|\nabla \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_i)}^2 \right) \leq \delta \sum_{i=0}^1 \|\vec{u}^\varepsilon\|_{W_2^2(\Omega_i)}^2 + \mathbb{C}_3 \delta. \end{aligned}$$

The obtained relations for sufficiently small  $\delta$  and Theorem 1 from [1] allow us to establish the inequality

$$\begin{aligned} & \left\| \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} \right\|_{L_2(\Omega_2)} + \|\nabla^2 \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)} + \frac{1}{\varepsilon} \|\nabla^2 \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_1)} \leq \mathbb{C} \left( \|(\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \vec{u}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_2)} + \|\vec{h}\|_{L_2(\Omega_2)} \right) \\ & \leq \mathbb{C}_4 \quad (13) \end{aligned}$$

Estimates (12) and (13) allow us to prove the following theorem using the Galerkin method.

*Theorem 1.*

A) Let  $f(x, y, z) \in W_2^{-1}(\Omega_0)$ ,  $\rho, q$  be such that  $\vec{h}(x, y, z, \varphi)$  belongs to  $L_2(\Omega_0)$ , if  $\varphi \in L_2(\Omega_0)$ . Then problem (6)-(8) has at least one generalized solution and estimates (11) and

$$\left\| \frac{\partial \theta^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)} + \|\nabla \theta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)} + \frac{1}{\varepsilon} \|\nabla \theta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_1)} \leq C_5 \quad (14)$$

B) If  $f(x, y, z) \in L_2(\Omega_0)$ ,  $\partial\Omega_0, \partial\Omega_2 \subset C^2$  the functions  $\rho, q$  are such that  $\nabla h(x, y, z, \theta^\varepsilon, \varphi) \in L_2(\Omega_2)$  if  $\varphi \in W_2^1(\Omega_1)$ . Then the generalized solution to problem (6)-(8) is strong and estimates (13) and

$$\left\| \frac{\partial^2 \theta^\varepsilon}{\partial z^2} \right\|_{L_2(\Omega_2)} + \|\nabla^2 \theta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)} + \frac{1}{\varepsilon} \|\nabla^2 \theta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_1)} \leq C_6 \quad (15)$$

C) Let  $f(x, y, z), h(x, y, z)$  be sufficiently small. Then the following estimate holds

$$\|\vec{u}^\varepsilon - \vec{u}\|_{W_2^1(\Omega_0)} + \|\theta^\varepsilon - \theta\|_{W_2^1(\Omega_1)} \leq C_7 \quad (16)$$

*Proof.* The first two points of the theorem are a consequence of estimates (11), (13) and the theory of boundary value problems for parabolic equations.

From estimates (11), (13)-(15) it follows that from the sequence  $\vec{u}^\varepsilon, \theta^\varepsilon$  we can select a sequence  $\vec{u}_k^\varepsilon, \theta_k^\varepsilon$  strongly converging in  $\dot{V}_2^1(\Omega_0)$  and  $\dot{W}_2^1(\Omega_0)$  respectively. Passing to the limit in identities (9), (10), written for  $\vec{u}_k^\varepsilon, \theta_k^\varepsilon$ , we establish that the limit of this sequence is the solution of problem (3)-(5).

Let us estimate the speed of convergence. To do this, assume that different values of the small parameter  $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  correspond to the solutions  $\vec{u}^{\varepsilon_1}, \theta^{\varepsilon_1}$  and  $\vec{u}^{\varepsilon_2}, \theta^{\varepsilon_2}$ . Let us introduce the notation  $\vec{u}^{\varepsilon_1} - \vec{u}^{\varepsilon_2} = \vec{W}^\varepsilon, \theta^{\varepsilon_1} - \theta^{\varepsilon_2} = \eta^\varepsilon, \vec{v}^{\varepsilon_1} - \vec{v}^{\varepsilon_2} = \vec{w}^\varepsilon$ .

Relations (9), (10) lead to identities for the functions  $\vec{w}^\varepsilon, \eta^\varepsilon$

$$\int_{\Omega_2} \left[ -\vec{u}^{\varepsilon_2} (\vec{w}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \vec{\varphi} - \vec{W}^\varepsilon (\vec{v}^{\varepsilon_1} \cdot \vec{\nabla}) \varphi + \mu_0 \frac{\partial \vec{W}^\varepsilon}{\partial z} \cdot \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial z} \right] dx dy dz + \mu \int_{\Omega_0} \nabla \vec{W}^\varepsilon \nabla \vec{\varphi} dx dy dz + \quad (17)$$

$$+ \mu \int_{\Omega_1} \left( \frac{\nabla \vec{u}^{\varepsilon_1}}{\varepsilon_1} - \frac{\nabla \vec{u}^{\varepsilon_2}}{\varepsilon_2} \right) \nabla \vec{\varphi} dx dy dz + \int_{\Omega_0} (\ell \cdot \vec{W}, \vec{\varphi}) dx dy dz = \int_{\Omega_0} [h(\theta^{\varepsilon_2}) - h(\theta^{\varepsilon_1})] \operatorname{div} \vec{\varphi} dx dy dz.$$

$$\int_{\Omega_2} \left[ -\theta^{\varepsilon_2} (\vec{w} \cdot \vec{\nabla}) \psi - \eta^\varepsilon (\vec{v}^{\varepsilon_1} \cdot \vec{\nabla}) \psi + \lambda_0 \frac{\partial \eta^\varepsilon}{\partial z} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial z} \right] dx dy dz + \quad (18)$$

$$+ \lambda \int_{\Omega_0} \nabla \eta^\varepsilon \nabla \psi dx dy dz + \lambda \int_{\Omega_1} \left( \frac{\nabla \theta^{\varepsilon_1}}{\varepsilon_1} - \frac{\nabla \theta^{\varepsilon_2}}{\varepsilon_2} \right) \nabla \psi dx dy dz = 0.$$

Let us put in (17), (18)  $\vec{\varphi} = \vec{W}^\varepsilon, \psi = \eta^\varepsilon$ . As a result we have

$$\mu_0 \left\| \frac{\partial \bar{W}^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 + \mu \|\nabla \bar{W}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)}^2 \leq \left| \int_{\Omega_2} \bar{u}^{\varepsilon_2} (\bar{w}^\varepsilon \cdot \bar{\nabla}) \bar{W}^\varepsilon dx dy dz \right| + \quad (19)$$

$$+ \max_{(x,y,z) \in \Omega_0} |h'[\alpha \theta^{\varepsilon_1} + (1 - \alpha) \theta^{\varepsilon_2}]| \cdot \|\eta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)} \|\operatorname{div} \bar{W}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)} +$$

$$+ \left| \int_{\Omega_1} [h(\theta^{\varepsilon_1}) - h(\theta^{\varepsilon_2})] \operatorname{div}(\bar{u}^{\varepsilon_1} - \bar{u}^{\varepsilon_2}) dx dy dz \right|,$$

$$\lambda_0 \left\| \frac{\partial \eta^\varepsilon}{\partial z} \right\|_{L_2(\Omega_2)}^2 + \lambda \|\bar{\nabla} \eta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)}^2 \leq \left| \int_{\Omega_2} \theta^{\varepsilon_2} (\bar{w}^\varepsilon \cdot \bar{\nabla}) \eta^\varepsilon dx dy dz \right| \quad (20)$$

Let us evaluate the integrals on the right side of (19), (20).

$$\int_{\Omega_2} \bar{u}^{\varepsilon_2} (\bar{w}^\varepsilon \cdot \bar{\nabla}) \bar{W}^\varepsilon dx dy dz \leq C \max_{\Omega_2} |\bar{u}^{\varepsilon_2}| \cdot \|\bar{\nabla} \cdot \bar{W}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_2)}^2$$

$$\int_{\Omega_0} \theta^{\varepsilon_2} (\bar{w}^\varepsilon \cdot \bar{\nabla}) \eta^\varepsilon dx dy dz \leq C \max_{\Omega_2} |\theta^{\varepsilon_2}| \cdot \|\bar{\nabla} \eta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)} \cdot \|\bar{W}^\varepsilon \cdot \bar{\nabla}\| \leq$$

$$\leq \frac{\delta_2}{2} \|\bar{\nabla} \eta^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)}^2 + \frac{\delta_3^{-1}}{2} \max_{\Omega_2} |\theta^{\varepsilon_2}| \cdot \|\bar{\nabla} \cdot \bar{W}^\varepsilon\|_{L_2(\Omega_0)}^2.$$

$$\int_{\Omega_2} \bar{u}^{\varepsilon_1} (\bar{w}^\varepsilon \cdot \bar{\nabla}) \bar{W}^\varepsilon dx dy dz = \int_{\Omega_2} \bar{u}^{\varepsilon_1} [(\bar{u}^{\varepsilon_1} - \bar{u}^{\varepsilon_2}) \cdot \nabla] (\bar{u}^{\varepsilon_1} - \bar{u}^{\varepsilon_2}) dx dy dz +$$

$$+ \int_{\Omega} \bar{u}^{\varepsilon_2} \int_0^z (\operatorname{div} \bar{W}) dz \cdot \frac{\partial \bar{W}}{\partial z} dx dy dz;$$

$$\int_{\Omega_2} \bar{u}^{\varepsilon_1} ((\bar{u}^{\varepsilon_1} - \bar{u}^{\varepsilon_2}) \cdot \nabla) (\bar{u}^{\varepsilon_1} - \bar{u}^{\varepsilon_2}) dx dy dz \leq \max_{\Omega_2} |\bar{u}^{\varepsilon_1}| \|\bar{W}\|_{L_2(\Omega_2)} \|\nabla \bar{W}\|_{L_2(\Omega_2)};$$

$$\int_{\Omega_2} \bar{u}^{\varepsilon_2} \int_0^z (\operatorname{div} \bar{W}) dz \cdot \frac{\partial \bar{W}}{\partial z} dx dy dz \leq \max_{\Omega_2} |\bar{u}^{\varepsilon_2}| C \|\nabla \bar{W}\|_{L_2(\Omega_2)}^2;$$

$$\int_{\Omega_2} [h(\theta^{\varepsilon_1}) - h(\theta^{\varepsilon_2})] \operatorname{div}[\bar{u}^{\varepsilon_1} - \bar{u}^{\varepsilon_2}] dx dy dz \leq$$

$$\leq C (\max |h'| \|\theta^{\varepsilon_1} - \theta^{\varepsilon_2}\|_{L_2(\Omega_1)}) \cdot \|\nabla \bar{W}\|_{L_2(\Omega_2)}.$$

$$\int_{\Omega_2} \theta^{\varepsilon_2} (\bar{w}^\varepsilon \cdot \bar{\nabla}) \eta^\varepsilon dx dy dz = \int_{\Omega_2} \theta^{\varepsilon_2} [(\bar{u}^{\varepsilon_1} - \bar{u}^{\varepsilon_2}) \cdot \nabla] (\theta^{\varepsilon_1} - \theta^{\varepsilon_2}) dx dy dz +$$

$$\int_{\Omega_2} \theta^{\varepsilon_2} \left[ \int_0^z (\operatorname{div} \bar{u}^{\varepsilon_1} - \operatorname{div} \bar{u}^{\varepsilon_2}) dz \right] \frac{\partial \eta^\varepsilon}{\partial z} dx dy dz;$$

$$\left| \int_{\Omega_2} (\theta^{\varepsilon_2} (\vec{u}^{\varepsilon_1} - \vec{u}^{\varepsilon_2}) \nabla) (\theta^{\varepsilon_1} - \theta^{\varepsilon_2}) dx dy dz \right| \leq \max_{\Omega_2} |\theta^{\varepsilon_2}| \|\vec{u}^{\varepsilon_1} - \vec{u}^{\varepsilon_2}\|_{L_2(\Omega_2)} \|\nabla \eta\|_{L_2(\Omega_2)};$$

$$\left| \int_{\Omega_2} \theta^{\varepsilon_2} \left[ \int_0^z (\operatorname{div} \vec{u}^{\varepsilon_1} - \operatorname{div} \vec{u}^{\varepsilon_2}) dz \right] \frac{\partial \eta}{\partial z} dx dy dz \right| \leq \max_{\Omega_2} |\theta^{\varepsilon_2}| \|\nabla \vec{W}\|_{L_2(\Omega_2)} \|\nabla \eta\|_{L_2(\Omega_2)};$$

$$\int_{\Omega_2} (\ell \cdot \vec{W}, \vec{W}) dx dy dz = 0. \tag{21}$$

$$\mu \int_{\Omega_1} \left( \frac{\nabla \vec{u}^{\varepsilon_1}}{\varepsilon_1} - \frac{\nabla \vec{u}^{\varepsilon_2}}{\varepsilon_2}, \nabla \vec{W} \right) dx = \mu \int_{\Omega_2} \left( \nabla \frac{\vec{u}^{\varepsilon_1} - \vec{u}^{\varepsilon_2}}{\varepsilon_1} + \frac{\nabla \vec{u}^{\varepsilon_2}}{\varepsilon_2} + \frac{\nabla \vec{u}^{\varepsilon_1}}{\varepsilon_1}, \nabla \vec{W} \right) dx dy dz \geq$$

$$\geq \frac{1}{\varepsilon_1} \|\nabla \vec{W}\|_{L_2(\Omega_1)}^2 - \left( \frac{1}{\varepsilon_2} - \frac{1}{\varepsilon_1} \right) \|\nabla \vec{u}^{\varepsilon_2}\|_{L_2(\Omega_1)} \|\nabla \vec{W}\|_{L_2(\Omega_1)} \geq$$

$$\geq \frac{1}{\varepsilon_1} \|\nabla \vec{W}\|_{L_2(\Omega_1)}^2 - \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \cdot C \|\nabla \vec{u}^{\varepsilon_2}\| (\|\nabla \vec{u}^{\varepsilon_1}\| + \|\nabla \vec{u}^{\varepsilon_2}\|) \geq$$

(22)

$$\geq \frac{1}{\varepsilon_2} \|\nabla \vec{W}\|_{L_2(\Omega_2)}^2 - \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \cdot C \cdot \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2).$$

As a result of the obtained estimates (21), (22), for small data of the problem in the norm  $W_2$  has the estimate

$$\|\vec{W}\|_{W_2^1(\Omega_2)} \leq C \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \cdot \varepsilon_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)$$

from which follows (16) for  $\varepsilon_1$  and  $\varepsilon_2$  of the order of  $\varepsilon$ .

*Remark 1.* Similarly, we can study the boundary value problem for system (1), when at  $z = 0$  the condition  $\vec{u}|_{z=0} = 0$  is set.

### Conclusion

In the course of the study, the fictitious domain method for a nonlinear stationary problem was considered

$$(\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \vec{u}^\varepsilon = \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} + \mu \Delta \vec{u}^\varepsilon - \nabla \xi^\varepsilon + [\vec{\ell} \cdot \vec{u}^\varepsilon] v^\varepsilon + \nabla h(x, y, z, \theta^\varepsilon), \text{ в } \Omega_0 \tag{23}$$

$$(\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \theta = \lambda_0 \frac{\partial^2 \theta^\varepsilon}{\partial z^2} + \lambda \Delta \theta^\varepsilon + \vec{f}$$

$$(\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \vec{u}^\varepsilon = \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{u}^\varepsilon}{\partial z^2} + \frac{1}{\varepsilon} \mu \Delta \vec{u}^\varepsilon - \nabla \xi^\varepsilon, \text{ в } \Omega_1 \tag{24}$$

$$(\vec{v}^\varepsilon \cdot \vec{\nabla}) \theta^\varepsilon = \lambda_0 \frac{\partial^2 \theta^\varepsilon}{\partial z^2} + \frac{1}{\varepsilon} \lambda \Delta \theta^\varepsilon$$

$$\int_0^H \operatorname{div} \vec{u}^\varepsilon dz = 0, \quad \int_{D_0} \xi^\varepsilon dx dy = 0, \quad \frac{\partial \xi^\varepsilon}{\partial z} = 0 \text{ в } \Omega_2$$



subject to agreement

$$[\bar{u}^\varepsilon]|_{\partial D_0} = 0, \quad z \in (0, H), \quad (25)$$

$$\left[ \frac{1}{\varepsilon} \mu \frac{\partial \bar{u}^\varepsilon}{\partial n} - \xi^\varepsilon \cdot \bar{n} \right] \Big|_{\partial D_0^-} = \left[ \mu \frac{\partial \bar{u}^\varepsilon}{\partial n} - \xi^\varepsilon \cdot \bar{n} \right] \Big|_{\partial D_0^+} \quad (26)$$

$$\frac{\partial \bar{u}^\varepsilon}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{\partial \bar{u}^\varepsilon}{\partial z} \Big|_{z=H} = 0, \quad \bar{u}^\varepsilon|_{\partial D_2} = 0, \quad \frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial \theta^\varepsilon}{\partial \bar{n}} \Big|_{\partial D_0^-} = \frac{\partial \theta^\varepsilon}{\partial \bar{n}} \Big|_{\partial D_0^+}, \quad [\theta^\varepsilon]_{\partial D_0} = 0,$$

were

$$\vec{v}^\varepsilon = \left( u^\varepsilon, v^\varepsilon, - \int_0^z \operatorname{div} \bar{u}^\varepsilon dz \right), \quad \vec{V} = \left( \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right), \quad \vec{\ell} = (\ell, \ell).$$

The existence theorem for a strong solution to problem (25), (26) for system (23), (24) and the estimate

$$\|\bar{u}^\varepsilon - \bar{u}\|_{W_2^1(\Omega_0)} + \|\theta^\varepsilon - \theta\|_{W_2^1(\Omega_0)} \leq C_\varepsilon$$

where  $\bar{u}, \theta$  is the solution to the problem

$$\bar{u}|_{\partial \Omega_0} = 0, \quad \theta|_{\partial \Omega_0} = 0$$

for a system of equations of the form (23).

Список использованных источников:

- 1 Линейкин П.С. Основные вопросы динамической теории бароклинного слоя моря. Л.: Гидрометеиздат, 1957. - 139 с.
- 2 Марчук Г.И. Численные решения задачи динамики атмосферы и океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 303с.
- 3 Линейкин П.С. Об определении толщины бароклинного слоя моря // Докл. АН СССР. 1955а., Т. 101. № 3. С. 461–464.
- 4 Линейкин П.С. К динамике установившихся течений и неоднородном море // Докл. АН СССР., 1955б. Т. 105. № 6. С. 1215–1217.
- 5 Линейкин П.С. О ветровых течениях и бароклинном слое в море // Тр. ГОИН. 1955в. Вып. 29(41), С. 34–64.
- 6 Akhmetova, O., Issayev, S. Application of the fictitious region method to solving a model oceanology problem. *Bulletin of Physics & Mathematical Sciences*. 83, 3 (Sep. 2023), 34–42. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.83.3.004>
- 7 Никольский С.М. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. – М.: Наука, 1977. – 455с.
- 8 P. Sun and C. Wang, Distributed lagrange multiplier/fictitious domain finite element method for Stokes/parabolic interface problems with jump coefficients. *Journal of Applied Numerical Mathematics*, vol. 152, no. 4, pp. 199–220, 2020.
- 9 P. Sun, “Fictitious domain finite element method for Stokes/elliptic interface problems with jump coefficients,” *Journal of Computational and Applied Mathematics*, vol. 356, no. 3, pp. 81–97, 2019.
- 10 Daniele Boffi, Fabio Credali, Lucia Gastaldi. On the interface matrix for fluid–structure interaction problems with fictitious domain approach. *Journal of Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol.401, Part B, 1 November 2022, 115650, <https://doi.org/10.1016/j.cma.2022.115650>
- 11 Mikihiro Tajima, Takayuki Yamada. Topology optimization with geometric constraints for additive manufacturing based on coupled fictitious physical model. *Journal of Computer Methods in Applied*

*Mechanics and Engineering*, Volume 417, Part A, 1 December 2023, 116415, <https://doi.org/10.1016/j.cma.2023.116415>

12 Ziyang Huang, Guang Lin, Arezoo M. Ardekani. A consistent and conservative Phase-Field method for multiphase incompressible flows. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Volume 408, July 2022, 114116. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2022.114116>

#### References:

1 Linejkin P.S. (1957) *Osnovnye voprosy dinamicheskoy teorii baroklinnogo sloja morja*. [Basic questions of the dynamic theory of the baroclinic layer of the sea.] L.: Gidrometeoizdat 139 s. (in Russian)

2 Marchuk G.I. (1974) *Chislennye resheniya zadachi dinamiki atmosfery i okeana*. [Numerical solutions to the problem of atmospheric and ocean dynamics] L.: Gidrometeoizdat, 303 s. (in Russian)

3 Linejkin P.S. (1955) *Ob opredelenii tolshhiny baroklinnogo sloja morja* [On determining the thickness of the baroclinic layer of the sea] *Dokl. AN SSSR*. T. 101. № 3. S. 461–464. (in Russian)

4 Linejkin P.S. (1955) *K dinamike ustanovivshijsja techenij i neodnorodnom more* [On the dynamics of steady currents and a heterogeneous sea] *Dokl. AN SSSR*, T. 105. № 6. S. 1215–1217. (in Russian)

5 Linejkin P.S. (1955) *O vetrovyh techenijah i baroklinnom sloe v more* [On wind currents and the baroclinic layer in the sea] *Tr. GOIN*. Vyp. 29(41), S. 34–64. (in Russian)

6 Akhmetova, O., Issayev, S. Application of the fictitious region method to solving a model oceanology problem. *Bulletin of Physics & Mathematical Sciences*. 83, 3 (Sep. 2023), 34–42. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.83.3.004>

7 Nikol'skij S.M. (1977) *Priblizhenie funkcij mnogih peremennyh i teoremy vlozhenija*. [Approximation of functions of several variables and embedding theorems] M.: Nauka, 455s. (in Russian)

8 P. Sun and C. Wang, Distributed Lagrange multiplier/fictitious domain finite element method for Stokes/parabolic interface problems with jump coefficients. *Journal of Applied Numerical Mathematics*, vol. 152, no. 4, pp. 199–220, 2020.

9 P. Sun, “Fictitious domain finite element method for Stokes/elliptic interface problems with jump coefficients,” *Journal of Computational and Applied Mathematics*, vol. 356, no. 3, pp. 81–97, 2019.

10 Daniele Boffi, Fabio Credali, Lucia Gastaldi. On the interface matrix for fluid–structure interaction problems with fictitious domain approach. *Journal of Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol.401, Part B, 1 November 2022, 115650, <https://doi.org/10.1016/j.cma.2022.115650>

11 Mikihiro Tajima, Takayuki Yamada. Topology optimization with geometric constraints for additive manufacturing based on coupled fictitious physical model. *Journal of Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Volume 417, Part A, 1 December 2023, 116415, <https://doi.org/10.1016/j.cma.2023.116415>

12 Ziyang Huang, Guang Lin, Arezoo M. Ardekani. A consistent and conservative Phase-Field method for multiphase incompressible flows. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Volume 408, July 2022, 114116. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2022.114116>

М.А. Бектемесов<sup>1</sup>, С.И. Кабанихин<sup>2,3</sup>, Е.Ж. Құрышбаев<sup>1\*</sup>

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

<sup>2</sup>Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

\*e-mail:[yerke1984@gmail.com](mailto:yerke1984@gmail.com)

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА КОМПЛЕКСНОЙ ПЛОСКОСТИ

### Аннотация

В статье рассматривается алгоритм получения изображения самоподобного объекта, который является результатом вычисления относительной погрешности различных конечно-разностных схем решения задачи Коши второго порядка с помощью итерационного процесса. Построенный графический алгоритм позволил моделировать изображение множества для изучения, например, для выявления областей устойчивости решения задачи. С помощью программы можно наблюдать при каких условиях и на каких точках значение погрешности может стремиться к бесконечности или оставаться в области определенных значений. Полученная модель позволяет определить характер изменений множества в зависимости от исходных параметров, таких как шаг дискретизации, точность оценки, области на комплексной плоскости. Приводится компьютерный графический анализ указанных явлений. Компьютер можно превратить в своеобразный микроскоп и наблюдать с его помощью за поведением границ области.

**Ключевые слова:** самоподобие, дифференциальные уравнения, относительная погрешность, математическое моделирование.

М.А. Бектемесов<sup>1</sup>, С.И. Кабанихин<sup>2,3</sup>, Е.Ж. Құрышбаев<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>РГА СБ Есептеу математикасы және математикалық геофизика институты, Новосибирск, Ресей

<sup>3</sup>Новосибирск мемлекеттік университеті, Новосибирск, Ресей

## КЕЙБІР ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ҮШІН ОРНЫҚТЫЛЫҚ АЙМАҒЫН КОМПЛЕКС ЖАЗЫҚТЫҚТА БЕЙНЕЛЕУ

### Аңдатпа

Мақалада итерациялық процессті пайдалана отырып, екінші ретті Коши есебін шешуге арналған әр түрлі шекті-айырымдық сұлбаларының салыстырмалы қателігін есептеу арқылы қалыптасатын өзіне-өзі ұқсас объектінің кескінін алу алгоритмі қарастырылады. Құрылған графикалық алгоритм зерттеуге арналған жиынтық бейнесін имитациялауға, мысалы, есепті шешу үшін тұрақтылық аймақтарын анықтауға мүмкіндік берді. Бағдарламаның көмегімен қандай жағдайларда және қандай нүктелерде қателік мәні шексіздікке ұмтылатынын немесе белгілі бір мәндер аймағында қалатынын байқауға болады. Алынған модель дискретизация қадамы, бағалау дәлдігі, күрделі жазықтықтың аумақтары сияқты бастапқы параметрлерге байланысты жиынтықтағы өзгерістердің сипатын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл құбылыстардың компьютерлік графикалық талдауы берілген. Компьютерді микроскоптың бір түріне айналдырып, оны аймақтың шекараларының мінез-құлқын бақылау үшін пайдалануға болады.

**Түйін сөздер:** өзіне-өзі ұқсастық, дифференциалдық тендеулер, салыстырмалы қателік, математикалық модельдеу.

*M.A. Bektemessov<sup>1</sup>, S.I. Kabanikhin<sup>2,3</sup>, Ye.Zh. Kuryshbayev<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>*Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup>*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

## VISUALIZATION OF THE STABILITY AREA FOR SOME DIFFERENTIAL EQUATIONS ON THE COMPLEX PLANE

### *Abstract*

The article considers the algorithm of obtaining self-similar object, which forms by calculating the relative error of various finite-difference schemes for solving the second-order Cauchy problem using iterative process. The constructed graphical algorithm made it possible to simulate the image of the set for study, for example, to identify areas of stability for solving the problem. Using the program, it is possible to observe under what conditions and at what points the relative error value tends to infinity or remains in the area of certain values. The resulting model allows you to determine the nature of the changes in the set depending on the initial parameters, such as discretization step, estimation accuracy, areas of the complex plane. A computer graphical analysis of these phenomena is given. The computer can be turned into a kind of microscope and use it to observe the behavior of the boundaries of the region.

**Keywords:** self-similarity, differential equations, approximation error, mathematical modeling.

### **Введение**

Самоподобие – это свойство объектов или паттернов, которые являются схожими на разных масштабах. Самоподобие – ключевое понятие в изучении фракталов. Понятие фракталов проникло в разные области естественных и социальных наук, а также оно сделало математику новым инструментом искусства. Инструменты фрактальной геометрии сегодня являются незаменимыми элементами в работе многих физиков, химиков, биологов, физиологов, экономистов и т.д., поскольку эти инструменты позволяют переформулировать старые проблемы в новых терминах и рассматривать сложные процессы в очень упрощенном виде. Фрактальные формы долгое время считались непримиримыми математическими отклонениями. Но сейчас их можно увидеть в основе таких разнообразных явлений и структур, как распределение звезд во Вселенной, альвеолярное ветвление в легких, размытая граница облака, колебания цен на рынке и т.д. Фракталы есть и в электрохимических процессах, а также они скрыты в динамике роста численности популяций. Фракталы произвели революцию в технологии создания и воспроизведения изображений.

Фрактальная геометрия коренным образом изменила взгляд на вещи. Британский и американский математик, работавший над фрактальной компрессией, Майкл Барнсли утверждал, что, изучая фракталы, можно навсегда потерять безобидный образ облаков, лесов, галактик, листьев, перьев, цветов, скал, гор, гобеленов и многого другого, потому что фрактальная геометрия никогда не вернет прежнее толкование образов всех этих объектов, которые до этого были знакомы [1].

Фрактальные объекты существовали задолго до формального развития фрактальной геометрии. Еще в начале XX века математиками Жюлиа и Фату было открыто нелинейное итерационное отображение с комплексными аргументами [2-4], но «разглядеть» его на экране дисплея впервые удалось Мандельброту [5]. И перед учеными наглядно открылся виртуальный мир комплексных чисел. В этой работе изучается графическое представление самоподобного объекта, который формируется с помощью вычисления относительной погрешности на комплексной плоскости. Относительная погрешность решения задачи Коши второго порядка получена с использованием дифференциальных исчислений. Еще в 1980-х годах А.Л. Бухгеймом и М.А. Бектемесовым была выявлена возможность получения фрактальных изображений из дифференциальных уравнений при изучении устойчивости их решений и сходимости разностных схем с помощью итерационного процесса [6]. Цель исследования состоит в том, чтобы установить графический алгоритм для данного множества и смоделировать изображение множества для изучения. Для удобства визуализации модели

данный алгоритм переводится в программное обеспечение. Моделирование показывает, что параметры, такие как шаг дискретизации, точность оценки, области на комплексной плоскости влияют на устойчивость.

### Методология исследования

#### Постановка задачи

Рассматривается задача Коши второго порядка:

$$\begin{cases} \frac{d^2 u}{dt^2} = \lambda u, t \in [0, T] & (1) \\ u(0) = 0 & (2) \\ u'(0) = 1 & (3) \end{cases}$$

здесь:  $\lambda = a + ib \in \mathbb{C}$  – комплексное число;  $a, b \in \mathbb{R}$  – действительные числа. Точное решение при начальных условиях (2), (3) имеет вид:

$$u(t) = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \left[ \frac{e^{\sqrt{\lambda}t} - e^{-\sqrt{\lambda}t}}{2} \right] \quad (4)$$

Запишем функции  $u(t)$  для узла  $t_j$  следующим образом  $u_j = u(t_j) = u(\tau j)$ , где:  $t_j = \tau j; \tau = \frac{T}{N}, j = \overline{0, N}, N$  – количество делений в интервале  $t \in [0, T]$ :

$$u(t_j) = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \left[ \frac{e^{\sqrt{\lambda}t_j} - e^{-\sqrt{\lambda}t_j}}{2} \right] \quad (5)$$

или

$$u(t_N) = \frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \left[ e^{\sqrt{\lambda}\tau N} - e^{-\sqrt{\lambda}\tau N} \right] \quad (6)$$

#### Разностное решение задачи

Уравнения (1)-(3) можно написать в разностном виде:

$$\begin{cases} \frac{u_{j+1} - 2u_j + u_{j-1}}{\tau^2} = \lambda u_j & \Rightarrow \begin{cases} u_{j+1} - u_j(2 + \lambda\tau^2) + u_{j-1} = 0 & (7) \\ u_0 = 0 & (8) \\ u_1 = 1 & (9) \end{cases} \end{cases}$$

Уравнение (7) представим в следующем виде:

$$u_{j+1} - u_j[R + S] + RSu_{j-1} = 0$$

где:

$$\begin{cases} R + S = 2 + \lambda\tau^2 = \mu \\ RS = 1 \end{cases}$$

здесь  $R$  и  $S$ :

$$R = \frac{1}{2} \left[ 2 + \lambda\tau^2 + \tau\sqrt{4\lambda + \lambda^2\tau^2} \right] \quad S = \frac{1}{2} \left[ 2 + \lambda\tau^2 - \tau\sqrt{4\lambda + \lambda^2\tau^2} \right]$$

Тогда уравнение (7) можно представить в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} u_{j+1} - Ru_j = \tau\omega_j & (10) \\ \omega_{j+1} - S\omega_j = 0 & (11) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_{j+1} = Ru_j + \tau\omega_j \\ \omega_{j+1} = S\omega_j \end{cases}$$

а из (8) и (9):

$$\begin{cases} u_0 = 0 & (12) \\ \omega_0 = 1 & (13) \end{cases}$$

Тогда разностное решение на N-м слое для задачи:

$$u_N = \tau \sum_{i=1}^N S^{N+1-2i} \quad (14)$$

### Визуализация относительной погрешности

Далее вычисляется относительная погрешность решений задачи Коши по формуле:

$$P = \frac{|u(t_N) - u_N|}{|u(t_N)|} \quad (15)$$

Для относительной погрешности производятся вычисления с помощью следующих формул: алгебраическая, тригонометрическая, показательная форма комплексного числа, модуль и аргумент комплексного числа, формула Эйлера и Муавра.

Если рассматривать множество (см. рисунок 1), полученное из формулы относительной погрешности (15) на комплексной плоскости, то значения точек, лежащих вне этих множеств, стремятся к бесконечности. А числа, которые находятся внутри множеств, могут совершать колебательные движения. Область, где появляется неустойчивость, смещается к границе множества, и его траектория вырисовывается особым образом, и именно здесь появляются удивительно красивые формы. На комплексной плоскости результат вычисления относительной погрешности (15) может принимать следующие значения [6]:

- стремится к бесконечности;
- стремится к нулю;
- не выходит из области определенных значений;
- будет в упорядоченном хаотическом состоянии;

причем данные зоны на плоскости могут повторяться и чередоваться, подчиняясь определённой закономерности.

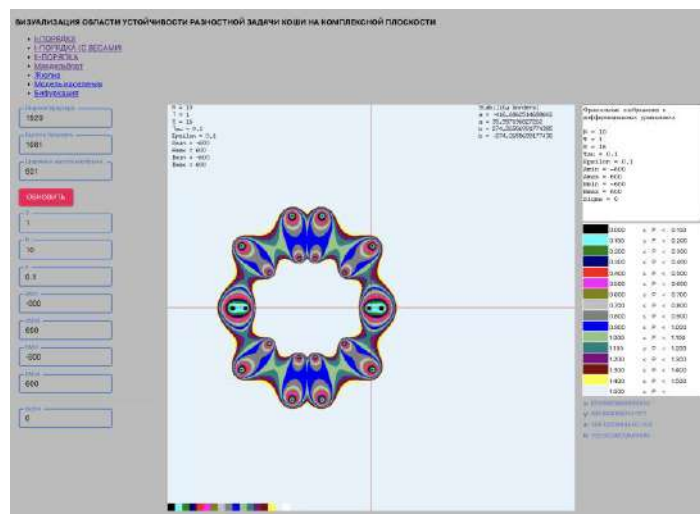


Рисунок 1. Визуализация области устойчивости разностной задачи Коши второго порядка на комплексной плоскости

### Самоподобие

Полученное множество, это – пример самоподобного объекта (см. рисунок 2), который был сгенерирован из дифференциального уравнения путем анализа устойчивости его решений с помощью итерационного процесса.

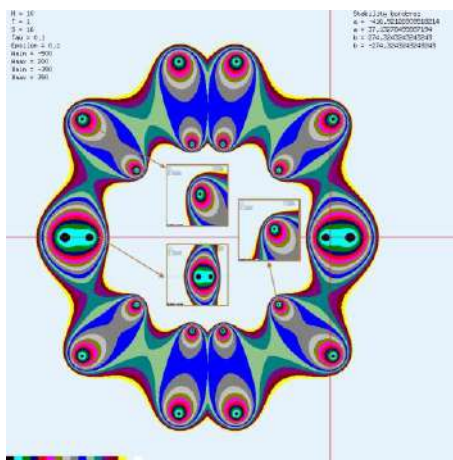


Рисунок 2. Самоподобный объект

Следует отметить, что фракталы и самоподобные объекты, полученные при решении дифференциальных уравнений, имеют между собой схожие свойства и различия [7]. Далее приведем:

#### *сходства*

- демонстрируют сложное и иногда хаотичное поведение;
- используются для генерации фрактальных паттернов;
- требуют итеративных вычислений;

#### *различия*

- фракталы (например, множество Мандельброта) – это чисто математическое понятие, в то время как дифференциальные уравнения имеют широкий спектр применений в разных областях науки;

- фракталы базируются на комплексных числах, а дифференциальные уравнения включают в себя производные от одной или нескольких переменных;

- фракталы детерминированы, то есть, их поведение полностью определяется начальными условиями и константами в уравнении. А самоподобные объекты из дифференциальных уравнений часто предполагают случайное или стохастическое поведение (численные эксперименты и визуализация результатов над полученным множеством как раз подтверждают данный пункт, особенно, уменьшение шага дискретизации сильно влияет на поведение множества);

- фракталы проявляют самоподобие в разных масштабах, в то время как множества из дифференциальных уравнений часто демонстрируют сложные и нерегулярные паттерны, которые иногда не являются самоподобными.

Таким образом, фракталы и самоподобные объекты, приведенные выше, имеют некоторые сходства с точки зрения их сложного и итеративного поведения, но они представляют собой принципиально разные математические концепции с различными приложениями и свойствами.

### Анализ полученных данных

Полученное множество имеет кольцообразный вид, внутри кольца и за его пределами находятся сравнительно большие области неустойчивости. Данные области усиливаются

(стремятся к бесконечности), особенно в центре кольца, например, на точке с координатами  $a = -190, b = 0$ , значение относительной погрешности равно  $P = 3.93 \times 10^{20}$ .

По изображению множества заметно, что центр кольца смещен влево по действительной оси, и находится по координатам  $a = -190, b = 0$ . Внутренний радиус кольца варьируется в пределах от 143 до 150, а внешний радиус – от 265 до 300.

Можно построить график используя координаты центров устойчивых зон. Кривая графика проходит через центры устойчивых зон и образует линию, которая проходит через аттракторы (см. рисунок 3). Поиск данной функции можно рассмотреть, как отдельную задачу.

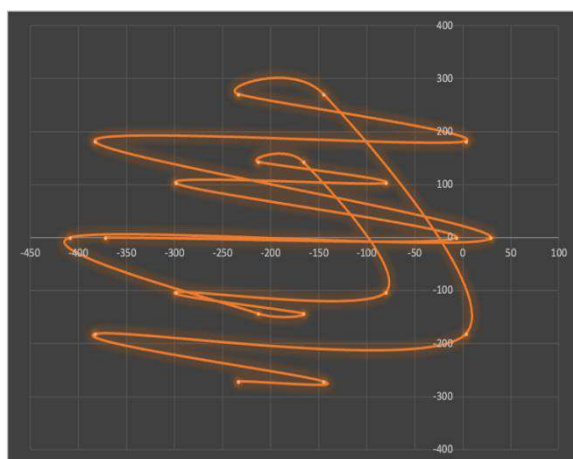


Рисунок 3. График, построенный с помощью ИИ по координатам центров устойчивых зон полученного множества

При увеличении точности оценки, например, при  $\varepsilon = 0,01$ , можно заметить, что множество сконцентрируется около устойчивых зон (см. рисунок 4).

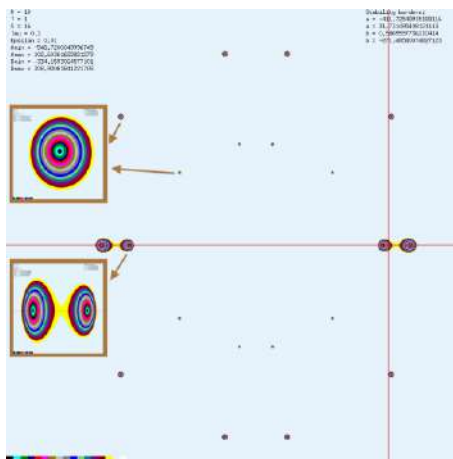


Рисунок 4. Концентрация множества при увеличении точности оценки, при  $\varepsilon=0,01$

Но, как показал эксперимент, нельзя бесконечно уменьшать шаг дискретизации  $\tau$ , например, уже при  $\tau = 0,007$  в центре множества, где значение относительной погрешности раньше стремилось к бесконечности, начинает образовываться новая устойчивая зона, то есть значение относительной погрешности здесь уже стремится к нулю. А при  $\tau = 0,001$ , множество вовсе приобретает новое очертание – в центре изображения будет располагаться большая область устойчивости, затем неустойчивая область, после идет само множество с устойчивыми зонами, затем снова область неустойчивости, и в конце стабильно устойчивая



зона (см. рисунок 5), то есть в данном случае множество явно демонстрирует стохастическое поведение, но при этом множество не теряет свойства самоподобия.

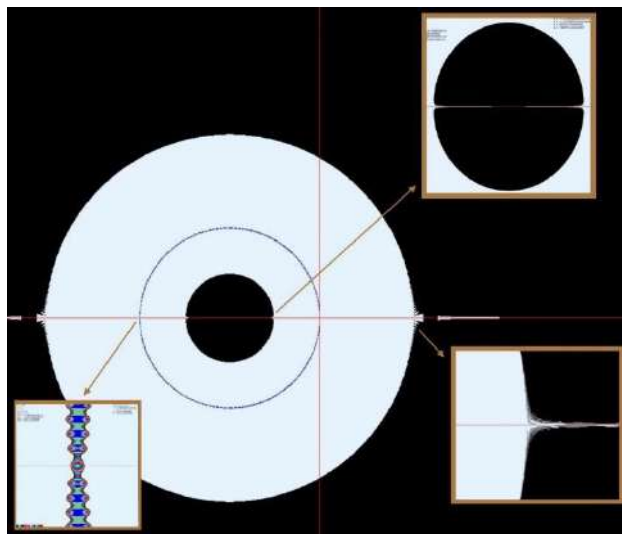


Рисунок 5. Стохастическое поведение множества при  $\tau=0.001$

## Результаты исследования

### Итерационные процессы

Полученное множество является результатом вычисления относительной погрешности различных конечно-разностных схем решения задачи Коши второго порядка с помощью итерационного процесса на комплексной плоскости. На плоскости нельзя получить полное представление о поведении множества, используя лишь черно-белую цветовую гамму. Сложную фрактальную структуру множества можно отразить только в цвете, где цвет точки выбирается в зависимости от значения погрешности, точнее от «убегания» данного значения в этой точке к своему аттрактору [8] (это бесконечность, ноль или определенное постоянное значение). Это требует длительного экспериментирования на компьютере, что само по себе является интересной задачей. Такие эксперименты могут породить новые идеи, которые должны быть доказаны математически в последующем. А сама идея получения самоподобных объектов из дифференциальных уравнений была выдвинута еще в 1980-х годах. В этих работах изучались вопросы устойчивости разностных схем для некорректно поставленной задачи Коши [9]. Программа написана на языках Golang и ReactJS, что позволило изучить и исследовать на компьютере данное множество с разных масштабов.

### Заключение

В этом исследовании была представлена графическая модель фрактала, который формируется вычислением относительной погрешности различных конечно-разностных схем решения задачи Коши. Построенный графический алгоритм позволил смоделировать изображение множества для изучения областей устойчивости решения задачи, а также самоподобия в разных масштабах.

#### Список использованной литературы:

- 1 Barnsley M., Hawley R. *Fractals Everywhere*. Elsevier Science, 1993. p. 1-2.
- 2 Julia, Gaston (1918). "Mémoire sur l'itération des fonctions rationnelles" (PDF). *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées (in French)*. 1: 47–245.
- 3 Pierre Fatou (1917) "Sur les substitutions rationnelles", *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, vol. 164, pages 806–808 and vol. 165, pages 992–995.

- 4 Sutherland, Scott. (2014). *An Introduction to Julia and Fatou Sets*. Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. 92. 37-60. 10.1007/978-3-319-08105-2\_\_3.
- 5 Мандельброт Б. *Фрактальная геометрия природы*. Москва: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 стр.
- 6 Бектемесов М.А. *Фракталдар. Орнықтылық және жинақтылық*. Алматы, КазНПУ им. Абая 2010 г. с.5.
- 7 Falconer, K. (2003). *Fractal geometry: mathematical foundations and applications*. John Wiley & Sons. p. 286.
- 8 Хабибуллин, Булат, и Цыганов, Шамиль. (2001). *Фракталы и комплексная динамика*. В кн.: *Российская наука на заре нового века. Сборник научно-популярных статей*. Под редакцией академика В.П. Скулачева. В кн.: *Российская наука на заре нового века. Сборник научно-популярных статей*. Под редакцией академика В.П. Скулачева. М.: Научный мир/Природа. 2001. РФФИ. 496 стр. ISBN 5-89176-134-3. С. 64-74.
- 9 А. Л. Бухгейм, *Об устойчивости разностных схем для некорректных задач*, Докл. АН СССР, 1983, том 270, номер 1, С. 26–28.

References:

- 1 Barnsley M., Hawley R. *Fractals Everywhere*. Elsevier Science, 1993. p. 1-2.
- 2 Julia, Gaston (1918). "Mémoire sur l'itération des fonctions rationnelles" (PDF). *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées* (in French). 1: 47–245.
- 3 Pierre Fatou (1917) "Sur les substitutions rationnelles", *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, vol. 164, pages 806–808 and vol. 165, pages 992–995.
- 4 Sutherland, Scott. (2014). *An Introduction to Julia and Fatou Sets*. Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. 92. 37-60. 10.1007/978-3-319-08105-2\_\_3.
- 5 Mandelbrot B. *The fractal geometry of nature [Fractal geometry of nature]*. Moscow: Institute of Computer Research, 2002, 656. (In Russian)
- 6 Bektemesov M.A. *Fraktaldar. (2010) Ornyktylyk zhane zhinaktylyk [Fractals. Stability and compactness]*. Almaty, KazNPU Abai. p. 5. (In Kazakh)
- 7 Falconer, K. (2003). *Fractal geometry: mathematical foundations and applications*. John Wiley & Sons. p. 286.
- 8 Khabibullin, Bulat & Tsyganov, Shamil. (2001). *Fractals and complex dynamics [Fractals and complex dynamics]*. In: *Russian science at the dawn of the new century. Collection of popular science articles*. Under the editorship of Academician V.P. Skulachev. In: *Russian science at the dawn of the new century. Collection of popular science articles*. Under the editorship of Academician V.P. Skulachev. Moscow: Scientific world/Nature. RFBR. 496 pp. ISBN 5-89176-134-3. 64-74. (In Russian)
- 9 A. L. Bukhgeim, *Ob ustojchivosti raznostnyh shem dlja nekorrektnyh zadach [On the stability of difference schemes for ill-posed problems]*, Dokl. USSR Academy of Sciences, 1983, volume 270, number 1, 26–28. (In Russian)

А.М. Сыздыкова<sup>1\*</sup>, О.В. Разина<sup>1</sup>, С.К. Бургумбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан  
\*e-mail: syzdykova\_am@mail.ru

## ЕКІ-ӨЛШЕМДІ КОНОПЕЛЬЧЕНКО-ДУБРОВСКИЙ ТЕНДЕУІНІҢ НАҚТЫ ШЕШІМДЕРІ

*Аңдатпа*

Математикалық физика теңдеулерінің нақты шешімдерін зерттеу кейбір физикалық процесстерді түсіндіруде өте маңызды орын алады. Өртүрлі математикалық әдістерді қолданумен байланысты математикалық физика теңдеулерінің шешімдерінің әртүрлілігі химия, биология, сұйықтық механикасы, оптикалық талшықтар, ғарыштық инженерия, инженерлік басқару есептері, гидродинамика, метеорология, плазма физикасы, қолданбалы математика және информатика сияқты көптеген ғылымдар үшін өте маңызды. Соңғы жылдары зерттеушілердің көпшілігі Дарбу түрлендіруі әдісі, экспоненциалды функция әдісі, гиперболалық тангнес әдісі, Хирота әдісі, Кудряшовтың жалпыланған әдісі және басқалары сияқты Математикалық физика теңдеулерінің нақты шешімдерін алудың бірқатар әдістерін дамытты. Бұл жұмыста екі-өлшемді Конопельченко-Дубровский теңдеуі зерттеледі. Бұл теңдеуді зерттеу физикада қолданылуына байланысты өзекті болып табылады, атап айтқанда ол таяз суда пайда болатын шағын амплитудалық дисперсиялық толқындардың эволюциясын сипаттайды және бұл теңдеуді Кадомцев-Петвиашвили теңдеуі, модификацияланған Кадомцев-Петвиашвили теңдеуі, Гарднер теңдеуіндегі жалпыланған түрі ретінде де қарастыруға болады. Нақты шешімдерді алу үшін синус-косинус әдісі қолданылады. Синус-косинус әдісі математикалық физика теңдеулерінің дәл шешімдерін табуың тиімді математикалық құралы екендігі белгілі. Периодтық толқындар түріндегі жаңа шешімдер алынады. Алынған шешімдердің графиктері ұсынылады.

**Түйін сөздер:** синус-косинус әдісі, қарапайым дифференциалдық теңдеу, дербес туындылы дифференциалдық теңдеу, бейсызықтық, Конопельченко-Дубровский теңдеуі.

А.М. Сыздыкова<sup>1\*</sup>, О.В. Разина<sup>1</sup>, С.К. Бургумбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

## ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ КОНОПЕЛЬЧЕНКО-ДУБРОВСКОГО

*Аннотация*

Изучение точных решений уравнений математической физики занимает очень важное место в объяснении некоторых физических явлений. Разнообразие решений уравнений математической физики, связанных с использованием различных математических методов, очень важно для многих наук, таких как химия, биология, механика жидкости, оптические волокна, космическая техника, инженерные задачи управления, гидродинамика, метеорология, физика плазмы, прикладная математика и компьютерные науки. В последние годы большинство исследователей усовершенствовали ряд методов для получения точных решений уравнений математической физики, таких как метод Дарбу преобразования, метод экспоненциальной функции, метод гиперболического тангнеса, метод Хироты, обобщенный метод Кудряшова и многие другие. В данной работе исследовано двумерное уравнение Конопельченко-Дубровского. Исследование данного уравнения актуально в связи с тем, что оно имеет приложение в физике, а именно описывает эволюцию дисперсионных волн малой амплитуды, возникающих на мелководье, а также данное уравнение можно рассматривать как обобщенная форма уравнения Кадомцева-Петвиашвилли, модифицированного уравнения Кадомцева-Петвиашвилли, уравнения Гарднера. Для получения точных решений применен метод синуса-косинуса. Показано, что метод синуса-косинуса представляет собой эффективный математический инструмент для поиска точных решений уравнений математической физики. Получены новые решения в виде периодических волн. Графики полученных решений представлены на рисунках.

**Ключевые слова:** метод синуса-косинуса, обыкновенное дифференциальное уравнение, дифференциальное уравнение в частных производных, нелинейность, уравнение Конопельченко-Дубровского.

A.M.Syzdykova<sup>1</sup>, O.V. Razina<sup>1</sup>, S.K. Burgumbayeva<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

**EXACT SOLUTIONS OF THE TWO-DIMENSIONAL  
 KONOPELCHENKO-DUBROVSKY EQUATION**

*Abstract*

The study of exact solutions of the equations of mathematical physics occupies a very important place in the explanation of certain physical phenomena. The variety of solutions to the equations of mathematical physics associated with the use of various mathematical methods is very important for many sciences, such as chemistry, biology, fluid mechanics, optical fibers, space technology, control engineering, fluid dynamics, meteorology, plasma physics, applied mathematics and computer science. In recent years, most researchers have improved several methods for obtaining exact solutions to the equations of mathematical physics, such as the Darboux transformation method, the exponential function method, the hyperbolic tangent method, the Hirota method, the generalized Kudryashov method, and many others. In this paper, the two-dimensional Konopelchenko-Dubrovsky equation is studied. The study of this equation is relevant due to the fact that it has an application in physics, namely, it describes the evolution of dispersive waves of small amplitude arising in shallow water, and this equation can also be considered as a generalized form of the Kadomtsev-Petviashvili equation, the modified Kadomtsev-Petviashvili equation, the Gardner equation. To obtain exact solutions, the sine-cosine method was used. It is shown that the sine-cosine method is an effective mathematical tool for finding exact solutions to equations of mathematical physics. New solutions in the form of periodic waves are obtained. Graphs of the obtained solutions are presented in figures.

**Keywords:** sine-cosine method, ordinary differential equation, partial differential equation, nonlinearity, Konopelchenko-Dubrovsky equation.

**Кіріспе**

Дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер физика, математикалық биология және химияның көптеген салаларындағы сызықтық емес процестерді модельдеу үшін қолданылады [1-3]. Мысалы, бір өлшемді Кортевег-де Фриз теңдеуі [4] және бір өлшемді модификацияланған Кортевег-де Фриз теңдеуі таяз суларда пайда болатын кіші амплитудалық дисперсиялық толқындардың эволюциясын анықтайды. Бір өлшемді комплексті модификацияланған Кортевег-де Фриз теңдеуі плазмалық толқындардың сызықтық емес эволюциясының үлгісі ретінде ұсынылды. Оптикада сызықтық емес Шредингер теңдеуі Керр орталарында оптикалық толқындардың таралуын сипаттайтын негізгі модель болып табылады [5]. Осы мәселелерге деген қызығушылыққа байланысты Эр функциясы әдісі [6], Дарбу түрлендіруі әдісі [7], Хирота әдісі [8], Кудряшов әдісі [9-10], синус-косинус әдісі [11-14], гиперболалық тангенс әдісі [15] сияқты әртүрлі аналитикалық шешу әдістері дамыған.

Осы жұмыста екі өлшемді Конопельченко-Дубровский (КД) теңдеулер жүйесін [16] зерттейміз, ол келесі түрде беріледі:

$$u_t - u_{xxx} - 6uvu_x + \frac{3}{2}a^2u^2u_x - 3v_y + 3au_xv = 0, \quad (1)$$

$$u_y = v_x. \quad (2)$$

Мұндағы  $u = u(x, y, t)$ ,  $v = v(x, y, t)$ ,  $a$  және  $b$ -нақты параметрлер. Конопельченко-Дубровский жүйесі (1)-(2) әлсіз дисперсиясы бар математикалық физикадағы сызықтық емес толқындарды сипаттайды. Сонымен қатар, егер (1)-(2) теңдеулерде  $a = 0$  жағдайын қарастырсақ, онда Кадомцев-Петвиашвилли теңдеуін алуға болады

$$(u_t - u_{xxx} - 6uvu_x)_x - 3u_{yy} = 0.$$

Егер  $b = 0$  деп алсақ, онда модификацияланған Кадомцев-Петвиашвилли теңдеуі шығады.

$$(u_t - u_{xxx} + \frac{3}{2} a^2 u^2 u_x)_x - 3u_{yy} = 0.$$

Егер (2)-ші теңдеуінде  $u_y = 0$  болса, онда (1)-(2) жүйе Гарднер теңдеуіне келеді, бұл Кортвег-де-Фриз және модификацияланған Кортвег-де-Фриз теңдеулерінің комбинациясы болады. Осылайша (1)-(2) теңдеулер жүйесін зерттеу өзекті мәселе болып табылады, өйткені олар таяз судағы толқындық процестерді сипаттайды және Кадомцев-Петвиашвили теңдеуі, модификацияланған Кадомцев-Петвиашвили теңдеуі, Гарднер теңдеуі сияқты теңдеулердің жалпыланған түрі ретінде қарастырылуы мүмкін. ҚД теңдеулер жүйесі рационалды ыдырау әдісімен [17], бірінші интегралды әдіспен [18], F-ыдырау әдісімен [19], гиперболалық тангес және котангенс функциялар әдісімен [20],  $(\frac{G^1}{G})$  кеңейтілген ыдырау әдісімен [21] зерттелген.

Бұл жұмыста ҚД теңдеулер жүйесінің нақты шешімдерін алу үшін синус-косинус әдісі қолданылды. Жұмыстың негізгі жаңалығы-бұл әдісті ҚД жүйелері үшін қолдану және физикалық параметрлері бар жаңа шешімдер алу болып табылады. Бұған дейін бұл әдіс осы жүйе үшін қолданылмағанын ескереміз.

### Зерттеу әдіснамасы

Бұл бөлімде синус-косинус әдісінің сипаттамасы беріледі [11-14]. Синус-косинус әдісі-математикалық физиканың көптеген сызықтық емес дербес туынды дифференциалдық теңдеулерін шешудің тиімді әдісі болып табылады. Әдіске сәйкес сызықтық емес дербес туынды дифференциалдық теңдеу, қарапайым дифференциалдық теңдеуге түрлендіріледі, содан кейін синус немесе косинус функциялары түрінде шешім ізделеді. Әрі қарай, әдістің сипаттамасы толығырақ берілген.

Дербес туындылы дифференциалдық теңдеуді

$$E_1(u, u_x, u_{xx}, u_{yy}, u_{xxx}, \dots) = 0, \quad (3)$$

толқындық айнымалы арқылы

$$u(x, y, t) = u(\xi), \quad \xi = (x + y - ct), \quad (4)$$

қарапайым дифференциалдық теңдеуге түрлендіруге болады

$$E_2(u, u', u'', u''', \dots) = 0. \quad (5)$$

(5) қарапайым дифференциалдық теңдеудің шешімін келесі түрде табуға болады

$$u(\xi) = \lambda \cos^\beta(\mu\xi), \quad (6)$$

немесе

$$u(\xi) = \lambda \sin^\beta(\mu\xi). \quad (7)$$

мұндағы  $\xi = (x + y - ct)$ ,  $\mu$ ,  $\lambda$ ,  $c$ -тұрақтылар. (6) теңдеудің туындылары келесідей алуға болады

$$u'(\mu\xi) = -\lambda\beta\mu\cos^{\beta-1}(\mu\xi)\sin(\mu\xi), \quad (8)$$

$$u''(\mu\xi) = -\lambda\beta^2\mu^2\cos^\beta(\mu\xi) + \lambda\mu^2\beta(\beta-1)\cos^{\beta-2}(\mu\xi), \quad (9)$$

және (7) теңдеудің туындыларын келесі түрде алынады

$$u'(\mu\xi) = \lambda\beta\mu\sin^{\beta-1}(\mu\xi)\cos(\mu\xi), \quad (10)$$

$$u''(\mu\xi) = -\lambda\beta^2\mu^2\sin^\beta(\mu\xi) + \lambda\mu^2\beta(\beta-1)\sin^{\beta-2}(\mu\xi). \quad (11)$$

(6)-(11) теңдеулерді қарапайым дифференциалдық теңдеуге қойып, мүшелері  $\cos^r(\mu\xi)$  және  $\sin^r(\mu\xi)$  болатын тригонометриялық теңдеулерін аламыз. Содан кейін  $\beta$ -ны анықтау үшін косинус немесе синус жұбының дәрежелерін теңестіріп, параметрлерді анықтаймыз. Әрі қарай, біз  $\cos^r(\mu\xi)$  немесе  $\sin^r(\mu\xi)$  үшін бірдей дәрежедегі барлық коэффициенттерді жинаймыз. Белгісіз  $\lambda$  және  $\mu$  арасындағы алгебралық теңдеулер жүйесін алып, одан коэффициенттерді анықтаймыз.

### Зерттеу нәтижелері

Дербес туындылы дифференциалдық теңдеуге синус-косинус әдісін қолдану үшін келесі түрлендіруді қолданамыз

$$u(x, y, t) = u(\xi) = u(x + y - ct), \quad (12)$$

мұнда  $c$ -тұрақты коэффициент. (12) теңдеуді (1)-(2) теңдеуге қойып, келесідей дифференциалдық теңдеулерді аламыз:

$$-cu' - u''' - 6buv' + \frac{3}{2}a^2u^2u' - 3v' + 3au'v = 0, \quad (13)$$

$$u' = v'. \quad (14)$$

(13)-(14) теңдеулерді бір рет интегралдап, интегралданған тұрақтыны ноль деп санап және  $u = v$  болса, онда келесі теңдеуді табамыз

$$-cu - u'' - 3bu^2 + \frac{1}{2}a^2u^3 - 3u + \frac{3}{2}au^2 = 0. \quad (15)$$

Егер  $b = \frac{a}{2}$  болса, онда (15)-ші теңдеуден табамыз

$$(c+3)u + u'' - \frac{1}{2}a^2u^3 = 0, \quad a \neq 0. \quad (16)$$

### Косинус шешімі

(16)-шы теңдеудің косинус шешімін табу үшін (6) түрлендіру қолданамыз

$$u(\mu\xi) = \lambda\cos^\beta(\mu\xi), \quad (17)$$

$$u''(\mu\xi) = -\lambda\beta^2\mu^2\cos^\beta(\mu\xi) + \lambda\mu^2\beta(\beta-1)\cos^{\beta-2}(\mu\xi). \quad (18)$$

(17)-(18) теңдеулерді (16) теңдеуге қойып келесі түрдегі теңдеуді табамыз

$$(c+3)\lambda\cos^\beta(\mu\xi) - \lambda\beta^2\mu^2\cos^\beta(\mu\xi) + \lambda\mu^2\beta(\beta-1)\cos^{\beta-2}(\mu\xi) - \frac{1}{2}a^2\lambda^3\cos^{3\beta}(\mu\xi) = 0. \quad (19)$$

Тепе-теңдік әдісін қолданып, (19) теңдеудегі  $\cos^\beta$  функциясының дәрежелерін теңестіріп,  $\beta$  мәнін анықтаймыз

$$\beta - 2 = 3\beta, \text{ онда } \beta = -1. \quad (20)$$

Жоғарыда табылған  $\beta$  мәнін (19) теңдеуге қойып, келесі теңдеуді аламыз

$$(c + 3)\lambda \cos^{-1}(\mu\xi) - \mu^2 \lambda \cos^{-1}(\mu\xi) + 2\mu^2 \lambda \cos^{-3}(\mu\xi) - \frac{1}{2} a^2 \lambda^3 \cos^{-3}(\mu\xi) = 0. \quad (21)$$

Косинус функцияларының әрбір жұбының коэффициенттерін теңестіру арқылы келесі теңдеулер жүйесін табамыз:

$$\cos^{-1}(\mu\xi) \mid (c + 3)\lambda - \mu^2 \lambda = 0, \quad (22)$$

$$\cos^{-3}(\mu\xi) \mid 2\lambda\mu^2 - \frac{1}{2} a^2 \lambda^3 = 0 \quad (23)$$

(22)- (23) теңдеулер жүйесінен келесі коэффициенттердің мәндерін анықтаймыз

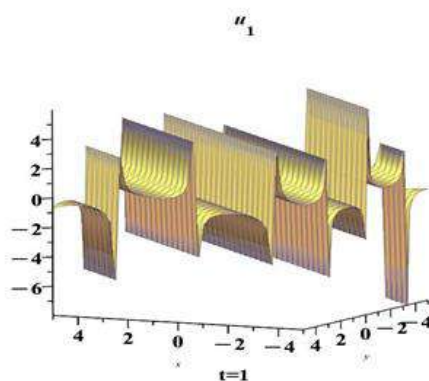
$$\lambda = \pm \frac{2}{a} \sqrt{c + 3}, \mu = \sqrt{c + 3}. \quad (24)$$

Жоғарыда табылған мәндерді (17) теңдеуге қойсақ, одан кейін алынған өрнекті (12) теңдеуге қойып, және  $u = v$  ескеріп екі-өлшемді Конопельченко-Дубровский теңдеуінің нақты шешімдерін табамыз

$$u_1(x, y, t) = \pm \frac{2}{a} \sqrt{c + 3} \sec(\sqrt{c + 3}(x + y - ct)), \text{ егер } c \neq -3 \quad (25)$$

$$v_1(x, y, t) = \pm \frac{2}{a} \sqrt{c + 3} \sec(\sqrt{c + 3}(x + y - ct)), \text{ егер } c \neq -3 \quad (26)$$

Табылған (25) шешімнің графигі 1-ші суретте көрсетілген



Сурет 1.  $u_1(x, y, t)$  шешімінің графигі келесі параметрлермен  $a = 5, b = 2.5, c = -2$  алынды.

*Синус шешімі*

Синус шешімін табу үшін (7) түрлендіру қолданамыз

$$u(\mu\xi) = \lambda \sin^\beta(\mu\xi), \quad (27)$$

$$u''(\mu\xi) = -\lambda\beta^2\mu^2 \sin^\beta(\mu\xi) + \lambda\mu^2\beta(\beta-1)\sin^{\beta-2}(\mu\xi). \quad (28)$$

(27)-(28) теңдеулерді (16) теңдеуге қойып келесі түрдегі теңдеуді табамыз

$$(c+3)\lambda \sin^\beta(\mu\xi) - \lambda\beta^2\mu^2 \sin^\beta(\mu\xi) + \lambda\mu^2\beta(\beta-1)\sin^{\beta-2}(\mu\xi) - \frac{1}{2}a^2\lambda^3 \sin^{3\beta}(\mu\xi) = 0. \quad (29)$$

Тепе-теңдік әдісін қолданып, (29) теңдеудегі  $\sin^\beta$  функциясының дәрежелерін теңестіріп,  $\beta$  мәнін анықтаймыз

$$\beta - 2 = 3\beta, \text{ онда } \beta = -1. \quad (30)$$

Жоғарыда табылған  $\beta$  мәнін (29) теңдеуге қойып, келесі теңдеуді аламыз

$$(c+3)\lambda \sin^{-1}(\mu\xi) - \mu^2\lambda \sin^{-1}(\mu\xi) + 2\mu^2\lambda \sin^{-3}(\mu\xi) - \frac{1}{2}a^2\lambda^3 \sin^{-3}(\mu\xi) = 0. \quad (31)$$

Синус функцияларының әрбір жұбының коэффициенттерін теңестіру арқылы келесі теңдеулер жүйесін табамыз:

$$\sin^{-1}(\mu\xi) \mid (c+3)\lambda - \mu^2\lambda = 0, \quad (32)$$

$$\sin^{-3}(\mu\xi) \mid 2\lambda\mu^2 - \frac{1}{2}a^2\lambda^3 = 0. \quad (33)$$

(32)- (33) теңдеулер жүйесінен келесі коэффициенттердің мәндерін анықтаймыз

$$\lambda = \pm \frac{2}{a}\sqrt{c+3}, \mu = \sqrt{c+3}. \quad (34)$$

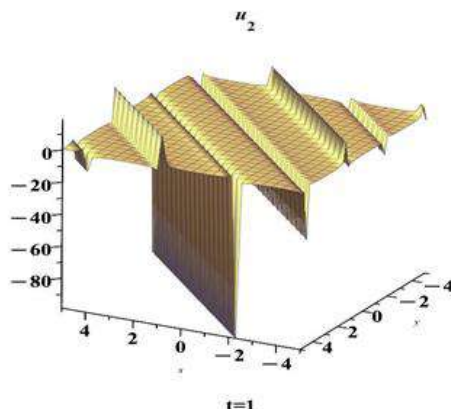
Жоғарыда табылған мәндерді (27) теңдеуге қойсақ, одан кейін алынған өрнекті (12) теңдеуге қойып, екі-өлшемді Конопельченко-Дубровский теңдеуінің нақты шешімдерін табамыз

$$u_2(x, y, t) = \pm \frac{2}{a}\sqrt{c+3} \operatorname{cosec}(\sqrt{c+3}(x+y-ct)), \text{ егер } c \neq -3 \quad (35)$$

$$v_2(x, y, t) = \pm \frac{2}{a}\sqrt{c+3} \operatorname{cosec}(\sqrt{c+3}(x+y-ct)), \text{ егер } c \neq -3 \quad (36)$$

Табылған (35) шешімнің графигі 2-ші суретте көрсетілген





Сурет 2.  $u_2(x, y, t)$  шешімнің графигі келесі параметрлермен  
 $a = 5; b = 2.5, c = -2$  алынды

### Қорытынды

Дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер қолданбалы ғылымдарда кеңінен қолданылады: кванттық механика, электродинамика, термодинамика және т.б. сонымен қатар әртүрлі физикалық процестерді математикалық сипаттау және модельдеу кезінде. Сондықтан мұндай теңдеулер математикалық физика теңдеулерінің жалпы атауымен зерттеледі.

Бұл жұмыста екі-өлшемді Конопельченко-Дубровский теңдеуі зерттелді, бұл теңдеу таяз судағы толқындық процестерді сипаттайды және Кадомцев-Петвиашвилли теңдеуі, модификацияланған Кадомцев-Петвиашвилли теңдеуі, Гарднер теңдеуі сияқты теңдеулердің жалпыланған түрі ретінде қарастырылуы мүмкін. Нақты шешімдерді табу үшін косинус-синус әдісін қолдандық. Сондай-ақ зерттеу кезінде периодты шешімдерде табылды. Алынған шешімдер үшін графиктер тұрғызылды.

*Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің жобасы аясында дайындалған (ЖТН жобасы: AP09057947).*

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Полянин А. Д., Манжиров А. В. *Справочник по интегральным уравнениям* // - М.: Физматлит, - 2003. 384с
- 2 Зайцев В. Ф., Полянин А. Д. *Справочник по дифференциальным уравнениям с частными производными первого порядка*. // - М.: Физматлит, -2003.
- 3 Полянин А. Д., Зайцев В. Ф. *Справочник по нелинейным уравнениям математической физики*. // - М.: Физматлит, -2002.
- 4 Полянин А. Д., Зайцев В. Ф., Журов А. И. *Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики*. - М.: Физматлит, -2005.
- 5 Burdik C., Shaikhova G., Rakhimzhanov B. *Soliton solutions and travelling wave solutions for the two-dimensional generalized nonlinear Schrodinger equations*// *European Physical Journal Plus*–136:1095. -2021 -P.1-17.
- 6 Boz A., Bekir A. *Application of Exp-function method for (3 + 1)-dimensional nonlinear evolution equations*//*Computers and Mathematics with Applications* 56 (2008) 1451–1456 <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.02.045>
- 7 Bekova G., Shaikhova G., Yesmakhanova K., Myrzakulov R. *Darboux transformation and soliton solution for generalized Konno-Oono equation* // *Journal of Physics: Conference Series* 1416. -2019. -012003.
- 8 Kutum B.B., Yesmakhanova K.R., Shaikhova G.N. *The differential-q-difference 2D Toda equation: bilinear form and soliton solutions* // *Journal of Physics: Conference Series* 1391. -2019. -012122.

- 9 Serikbayev N.S., Shaikhova G.N., Yesmakhanova K.R., Myrzakulov R. Traveling wave solutions for the (3+1)-dimensional Davey-Stewartson equations // *Journal of Physics: Conference Series* (1) -1391. -2019. -012166
- 10 Shaikhova G.N., Rakhimzhanov B.K., and Zhanbosinova Zh.K. Travelling wave solutions for the generalized nonlinear Schrödinger equation // *Journal of Physics: Conference Series*, 2090. -2021. -012062.
11. Yao Sh.-W., Behera S., Inc M., Rezazadeh H., Viridi J., Mahmoud W., Arqub O., Osman M.S. Analytical solutions of conformable Drinfel'd–Sokolov–Wilson and Boiti Leon Pempinelli equations via sine–cosine method. *Results in Physics*, 42, 2022, 105990. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2022.105990>
12. Ali M., Alquran M., Salman O. A variety of new periodic solutions to the damped (2+1)-dimensional Schrodinger equation via the novel modified rational sine–cosine functions and the extended tanh-coth expansion methods. *Results in Physics*, 37, 2022, 105462. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2022.105462>
- 13 Shaikhova G.N., Kalykbay Y.S. Exact solutions of the Hirota equation via the sine-cosine method // *Вестник Южно-Уральского университета. Серия «Математика. Механика. Физика»* -2021. -Том 13, №3. – С. 47-52.
- 14 Shaikhova G.N., Syzdykova A.M., Daulet S. Exact solutions of the the generalized nonlinear Scrodinger equation // *Журнал «Математическая физика и компьютерное моделирование»* -2021. -Том 24, №3. – С. 18-25.
- 15 Malfliet W., Hereman W., The tanh method: I. Exact solutions of nonlinear evolution and wave equations. *Physica Scripta* 54, 563–568 (1996)
- 16 Konopelchenko, B.G., Dubrovsky, V.G., 1984. Some new integrable nonlinear evolution equations in (2+1) dimensions. *Phys. Lett. A* 102 (1–2), 15–17.
- 17 Song, L.N., Zhang, H.Q., 2006. New exact solutions for Konopelchenko-Dubrovsky equation using an extended Riccati equation rational expansion method. *Commun. Theor. Phys.* 45 (5), 769–776.
- 18 Taghizadeh, N., Mirzazadeh, M., 2011. Exact travelling wave solutions for Konopelchenko-Dubrovsky equation by the first integral method. *Appl. Appl. Math.: Int. J.* 6 (1), 153–161.
19. Wang D, Zhang HQ. Further improved F-expansion method and new exact solutions of the Konopelchenko-Dubrovsky equation. *Chaos Solitons Fract* 2005; 25:601–10.
- 20 Wazwaz, A.M., 2007a. New kinks and solitons solutions to the (2+1)-dimensional Konopelchenko-Dubrovsky equation. *Math. Comput. Modell.* 45, 473–479.
- 21 Alam N., Tun C., New solitary wave structures to the (2 + 1)-dimensional KD and KP equations with spatio-temporal dispersion. *Journal of King Saud University –Science* 32 (2020) 3400–3409.

#### References:

1. Polyanin A.D., Manjirov A.V. (2003) *Spravochnik po integralnym uravneniyam [Handbook of integral equations]*. M.: Fizmatlit. 384. (In Russian)
2. Zajcev V. F., Polyanin A. D. (2003) *Spravochnik po differencialnym uravneniyam s chastnymi proizvodnymi pervogo poryadka [Handbook on partial differential equations of first order]*. M.: Fizmatlit. (In Russian)
3. Polyanin A. D., Zajcev V. F. (2002). *Spravochnik po nelinejnym uravneniyam matematicheskoy fiziki [Handbook on nonlinear equations of mathematical physics]*. M.: Fizmatlit, (In Russian)
4. Polyanin A. D., Zajcev V. F., Zhurov A. I. (2005) *Metody resheniya nelinejnyh uravnenij matematicheskoy fiziki i mehaniki [Methods for solving nonlinear equations of mathematical physics and mechanics]*. M.: Fizmatlit, (In Russian)
- 5 Burdik C., Shaikhova G., Rakhimzhanov B. Soliton solutions and travelling wave solutions for the two-dimensional generalized nonlinear Schrodinger equations// *European Physical Journal Plus*–136:1095. -2021 -P.1-17.
- 6 Boz A., Bekir A. Application of Exp-function method for (3 + 1)-dimensional nonlinear evolution equations.// *Computers and Mathematics with Applications* 56 (2008) 1451–1456 <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2008.02.045>
- 7 Bekova G., Shaikhova G., Yesmakhanova K., Myrzakulov R. Darboux transformation and soliton solution for generalized Konno-Oono equation// *Journal of Physics: Conference Series* 1416. -2019. -012003.
- 8 Kutum B.B., Yesmakhanova K.R., Shaikhova G.N. The differential-q-difference 2D Toda equation: bilinear form and soliton solutions // *Journal of Physics: Conference Series* 1391. -2019. -012122.

- 9 Serikbayev N.S., Shaikhova G.N., Yesmakhanova K.R., Myrzakulov R. Traveling wave solutions for the (3+1)-dimensional Davey-Stewartson equations // *Journal of Physics: Conference Series* (1) -1391. -2019. - 012166
- 10 Shaikhova G.N., Rakhimzhanov B.K., and Zhanbosinova Zh.K. Travelling wave solutions for the generalized nonlinear Schrödinger equation // *Journal of Physics: Conference Series*, 2090. -2021. -012062.
11. Yao Sh.-W., Behera S., Inc M., Rezazadeh H., Viridi J., Mahmoud W., Arqub O., Osman M.S. Analytical solutions of conformable Drinfel'd–Sokolov–Wilson and Boiti Leon Pempinelli equations via sine–cosine method. *Results in Physics*, 42, 2022, 105990. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2022.105990>
12. Ali M., Alquran M., Salman O. A variety of new periodic solutions to the damped (2+1)-dimensional Schrodinger equation via the novel modified rational sine–cosine functions and the extended tanh-coth expansion methods. *Results in Physics*, 37, 2022, 105462. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2022.105462>
- 13 Shaikhova G.N., Kalykbay Y.S. Exact solutions of the Hirota equation via the sine-cosine method // *Vestnik Juzhno-Ural'skogo universiteta. Serija «Matematika. Mehanika. Fizika»* -2021. -Tom 13, №3. – S. 47-52. (In Russian)
- 14 Shaikhova G.N., Syzdykova A.M., Daulet S. Exact solutions of the the generalized nonlinear Scrodinger equation // *Zhurnal «Matematicheskaja fizika i komp'juternoe modelirovanie»* -2021. -Tom 24, №3. – S. 18-25. (In Russian)
- 15 Malflit W., Hereman W., The tanh method: I. Exact solutions of nonlinear evolution and wave equations. *Physica Scripta* 54, 563–568 (1996)
- 16 Konopelchenko, B.G., Dubrovsky, V.G., 1984. Some new integrable nonlinear evolution equations in (2+1) dimensions. *Phys. Lett. A* 102 (1–2), 15–17.
- 17 Song, L.N., Zhang, H.Q., 2006. New exact solutions for Konopelchenko-Dubrovsky equation using an extended Riccati equation rational expansion method. *Commun. Theor. Phys.* 45 (5), 769–776.
- 18 Taghizadeh, N., Mirzazadeh, M., 2011. Exact travelling wave solutions for Konopelchenko-Dubrovsky equation by the first integral method. *Appl. Appl. Math.: Int. J.* 6 (1), 153–161.
19. Wang D, Zhang HQ. Further improved F-expansion method and new exact solutions of the Konopelchenko-Dubrovsky equation. *Chaos Solitons Fract* 2005; 25:601–10.
- 20 Wazwaz, A.M., 2007a. New kinks and solitons solutions to the (2+1)-dimensional Konopelchenko-Dubrovsky equation. *Math. Comput. Modell.* 45, 473–479.
- 21 Alam N., Tun C., New solitary wave structures to the (2 + 1)-dimensional KD and KP equations with spatio-temporal dispersion. *Journal of King Saud University – Science* 32 (2020) 3400–3409.

Н.Ж. Утеуова<sup>1\*</sup>, К.М. Шияпов<sup>1</sup>, А.У. Бекбауова<sup>2</sup>, Б.Д. Шарипова<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Актюбинский региональный университет им.К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан

<sup>3</sup>Алматинский технологический университет, г.Алматы, Казахстан

\*e-mail: nurgulzh@gmail.com

## РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ПРИБЛИЖЕННЫМ МЕТОДОМ

### Аннотация

Решение нелинейных краевых задач обычно строится с помощью различных итерационных методов, основанных на известных методах последовательных приближений. Выбор метода неоднозначен, он зависит и от характера самой краевой задачи, вида входящих в нее дифференциальных уравнений, степени нелинейности, и от возможностей используемой для решения компьютеров. В этой связи получили развитие различные подходы к решению нелинейных краевых задач. Среди них известны проекционные и вариационные методы типа методов Бубнова и Ритца, методы конечных разностей и конечных элементов. В настоящей работе предлагается новый итерационный метод решения абстрактного нелинейного уравнения  $A(u)=f$ , сходящийся при любом значении начального приближения, где оператор  $A(u)$  – не обязательно сжимающий. Таким образом, разработан приближенный вариационный метод решения нелинейных краевых задач. Доказывается сходимость метода. Теоретическое изложение эффективности метода подтверждается численными экспериментами.

**Ключевые слова:** приближенный метод, нелинейные краевые задачи, итерационный метод, вариационный метод, операторное уравнение, априорная оценка, сходимость, скорость сходимости.

Н.Ж. Утеуова<sup>1</sup>, К.М. Шияпов<sup>1</sup>, А.У. Бекбауова<sup>2</sup>, Б.Д. Шарипова<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ШЕТТІК ЕСЕПТЕРДІ ЖУЫҚТАУ ӘДІСІМЕН ШЕШУ

### Аңдатпа

Сызықты емес шеттік есептерді шешу әдетте біртіндеп жуықтаулардың белгілі әдістеріне негізделген әртүрлі итерациялық әдістерді қолдану көмегімен құрылады. Әдісті таңдау бір мәнді емес, ол шеттік есептің сипатына, оған кіретін дифференциалдық теңдеулердің түріне, сызықты еместік дәрежесіне және оны шешу үшін қолданылатын компьютердің мүмкіндіктеріне байланысты. Осыған байланысты сызықты емес шеттік есептерді шешудің әртүрлі тәсілдері дамыды. Олардың ішінде Бубнов және Ритц әдістері, ақырлы айырымдар және ақырлы элементтер әдістері сияқты проекциялық және вариациялық әдістер белгілі. Бұл жұмыста бастапқы жуықтаудың кез келген мәнінде жинақталатын, абстрактілі, сызықты емес  $A(u)=f$  теңдеуін шешудің жаңа итерациялық әдісі ұсынылады, мұндағы  $A(u)$  – қысылуы міндетті емес оператор. Осылайша, сызықты емес шекаралық есептерді шешудің жуықталған вариациялық әдісі жасалды. Әдістің жинақтылығы дәлелденеді. Әдістің тиімділігінің теориялық мазмұндалуы сандық тәжірибелермен расталады.

**Түйін сөздер:** жуықтау әдісі, сызықты емес шеттік есептер, итерациялық әдіс, вариациялық әдіс, операторлық теңдеу, априорлық баға, жинақтылық, жинақтылық жылдамдығы.

N.Zh. Uteuova<sup>1\*</sup>, K.M. Shiyapov<sup>1</sup>, A.U. Bekbauova<sup>2</sup>, B.D. Sharipova<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan  
<sup>2</sup>Aktobe Regional University named after K.Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan  
<sup>3</sup>Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

## SOLVING NONLINEAR BOUNDARY VALUE PROBLEMS BY THE APPROXIMATE METHOD

### Abstract

The solution of nonlinear boundary value problems is usually constructed using various iterative methods based on well-known methods of successive approximations. The choice of the method is ambiguous, it depends on the nature of the boundary value problem itself, the type of differential equations included in it, the degree of nonlinearity, and the capabilities of computers used to solve it. In this regard, various approaches to solving nonlinear boundary value problems have been developed. Among them, projection and variational methods such as Bubnov and Ritz methods, the method of finite differences and the method of finite elements are known. In this paper is proposed a new iterative method for solving the abstract nonlinear equation  $A(u)=f$ , which converges for any value of the initial approximation, where the operator  $A(u)$  is not necessarily contractive. Thus, an approximate variational method for solving nonlinear boundary value problems has been developed. The convergence of the method is proved. The theoretical presentation of the effectiveness of the method is confirmed by numerical experiments.

**Keywords:** approximate method, nonlinear boundary value problems, iterative method, variational method, operator equation, a priori estimate, convergence, convergence rate.

### Введение

Исследование при помощи компьютера различных процессов и явлений прочно вошло в современную жизнь. Задачи из самых разных областей науки и техники невозможно решить без помощи компьютера. Сложные задачи механики, архитектуры, физики, химии, биологии успешно решаются при помощи компьютерного (математического) моделирования. Математические модели сложных задач науки и техники сводятся обычно к системам нелинейных начально-краевых задач, а их решение на ЭВМ позволяет изучить механизм протекания процесса, произвести расчёт и оптимизацию аппарата. Известны многочисленные методы приближенных решений краевых задач для дифференциальных уравнений [1-8]. В данной работе продолжается исследование предложенного нового метода приближенного решения нелинейных краевых задач [9-10].

### Методология и результаты исследования

Рассматриваем нелинейное уравнение:

$$A(u) = f \in H, \quad u \in H \quad (1)$$

в банаховом пространстве  $H$ . Предполагаем, что

$$A(0) = 0 \text{ и из } |A(u)| \leq C < \infty \text{ вытекает } |u| \leq C_1, \quad (2)$$

где  $C_1$  - зависит только от  $C$  константы. Здесь  $|\cdot|$  - и в дальнейшем норма элемента или модуль скаляра. Условие (2) означает наличие априорной оценки. Помимо (2) полагаем на  $A(\cdot)$  следующие ограничения:

$$|A(u+v) - A(u) - B(u)v| \leq C_2(|u|, |v|)|v|^2, \quad (3)$$

при  $|v|, |u| \leq d < \infty$ ,

где  $B(u)$  - линейный непрерывный при каждом  $u \in H$  оператор (производная по Гато преобразования по  $A$  в точке  $u \in H$ ),  $C_2(|u|, |v|)$  - ограниченная, монотонно не убывающая (по каждому аргументу), непрерывная функция. Условие (3) означает наличие для  $A(\cdot)$  разложение Тейлора до первого порядка малости и наличие оценки для остаточного члена.

Условия типа (3) легко проверяются и выполняются. Будем использовать предположение, что оператор обратим и

$$|B^{-1}(u)| \leq C_3(|u|), \quad (4)$$

здесь  $|B^{-1}(u)|$  - операторная норма.

Сведем решение (1) к линейным задачам. Пусть  $u_0$  - начальное приближение решения (1). Следующее приближение ищем в виде

$$u_{n+1} = u_n + \varepsilon v_n.$$

Из (3) получаем

$$A(u_{n+1}) - f = A(u_n) - f + \varepsilon_n B(u_n) v_n + \varepsilon_n^2 |v_n|^2 \check{C}(u_n, v_n, \varepsilon_n), \quad (5)$$

где  $\check{C}(u_n, v_n, \varepsilon_n)$  при  $\varepsilon_n \in [-1, 1]$  удовлетворяет оценке

$$\check{C}(u_n, v_n, \varepsilon_n) \leq C_2(|u_n|, |v_n|) < \infty. \quad (6)$$

Обозначим  $A(u_n) - f = S_n$  и возьмем  $v_n$  из равенства

$$B(u_n) v_n = A(u_n) - f.$$

В силу обратимости (4) последнее равенство возможно. Тогда из (5) и (6) получаем

$$|S_{n+1}| \leq |S_n| (1 + \varepsilon + \varepsilon^2 a_n^2), \quad (7)$$

где  $a_n^2$  - любое число, удовлетворяющее неравенство

$$a_n^2 \geq \frac{|B^{-1}(v_n) S_n|^2}{|S_n|} C_2(|u_n|, |v_n|). \quad (8)$$

Минимум правой части (7) по  $\varepsilon_n \in [-1, 1]$  достигается в точке

$$\varepsilon_n = -\frac{1}{2a_n^2}, \quad \text{если } \frac{1}{2a_n^2} < 1; \quad \varepsilon_n = -1, \quad \text{если } \frac{1}{2a_n^2} \geq 1. \quad (9)$$

При этом значении  $\varepsilon_n$  из (7) вытекает

**Лемма 1.** Для  $n=0, 1, 2, \dots$  полагаем

$$u_{n+1} = u_n + \varepsilon_n B^{-1}(u_n) S_n, \quad S_n = A(u_n) - f, \quad (10)$$

где  $\varepsilon_n$  определяется из (9). Здесь  $a_n^2$  - любое число, такое, что

$$a_n^2 \geq |S_n| |B^{-1}(v_n) S_n|^2 C_2(|u_n|, |B^{-1}(v_n) S_n|). \quad (11)$$

Тогда

$$|S_{n+1}| \leq \begin{cases} |S_n| \left(1 - \frac{1}{4a_n^2}\right), & \text{если } \frac{1}{2a_n^2} < 1; \\ |S_n| a_n^2, & \text{если } \frac{1}{2a_n^2} \geq 1. \end{cases}$$

Из леммы 1 следует, что построенная по лемме последовательность  $S_n$  по норме монотонно убывает. Следовательно, из условия (2) получаем, что

$$|u_n| \leq C_1(|S_n|) \leq C_1(|S_0|) < \infty. \quad (12)$$

Отсюда и из условия (4) вытекает

$$|B^{-1}(u_n)| \leq C_3(|S_0|) < \infty. \quad (13)$$

Поэтому

$$\begin{aligned} \tilde{a}_n^2 &= |S_n|^{-1} |B^{-1}(u_n) S_n|^2 C_2(|u_n|, |B^{-1}(u_n) S_n|) \leq \\ &\leq |B^{-1}(u_n)| C(|u_n|, |B^{-1}(u_n) S_n|) \leq |S_n| C_4(|u_0|). \end{aligned} \quad (14)$$

Из этого неравенства вытекает

**Лемма 2.** Предположим, что выполнены условия (2)-(4). Пусть  $u_0$  - любой элемент из  $H$ , который берет за начальное приближение решение уравнения (1). Тогда для чисел  $a_n^2 = |S_n| C_4(|u_0|)$  выполняются неравенства (11).

Из этой и предыдущей леммы получаем, если в качестве  $a_n^2$  выбрать числа  $|S_n| C_4(|u_0|)$ , то

$$|S_{n+1}| \leq \begin{cases} |S_n| \left(1 - \frac{1}{4|S_n| C_4(|u_0|)}\right), & \text{если } 2S_n C_4(|u_0|) > 1; \\ |S_n| C_4(|u_0|), & \text{если } 2S_n C_4(|u_0|) \leq 1. \end{cases}$$

Введем обозначение:

$$\tilde{S}_n = C_4(|u_0|) |S_n|. \quad (15)$$

Тогда полученные для  $|S_n|$  оценки дают

$$\tilde{S}_{n+1} \leq \begin{cases} \tilde{S}_n \left(1 - \frac{1}{4\tilde{S}_n}\right), & \text{если } \tilde{S}_n > 0,5; \\ \tilde{S}_n^2, & \text{если } \tilde{S}_n \leq 0,5. \end{cases} \quad (16)$$

Из (16) вытекает, что при  $n \geq [4\tilde{S}_0] - 1$  невязка  $\tilde{S}_n$  будет не больше 0,5. Поэтому максимальное натуральное число  $n_0$ , для которого  $\tilde{S}_{n_0} > 0,5$ , допускает оценку

$$n_0 \leq [4\tilde{S}_0] - 1. \quad (17)$$

Для  $n$ , больших  $n_0$ , мы из (16) получаем оценку

$$\tilde{S}_{n+1} \leq \tilde{S}_n^2, \quad \tilde{S}_n^2 \leq \frac{1}{4}, \quad n_0 \leq n.$$

Отсюда

$$\tilde{S}_{n_0+k} \leq \tilde{S}_{n_0}^{2^k} \leq 2^{-2^k}, \quad k = 1, 2, \dots \quad (18)$$

Воспользуемся оценкой (18) и выводим

$$|u_{n_0+k} - u_{n_0+k_1}| \leq C_5 (|u_0|) 2^{-2^{k-k_1}}.$$

Это неравенство дает скорость сходимости к решению (1), ибо  $H$  - полно.

Полученные выше результаты приводят к

**Теореме 1.** Предположим, что выполняются условия (2)-(4). Тогда решение уравнения (1) существует. Пусть  $u_0$  - любой элемент из  $H$ . Тогда существует число  $C_4 > 0$  такое, что для  $\{u_n\}_0^\infty$ , построенных по рекуррентным формулам (10), где справедливы неравенства (9) и

$$a_n^2 = |S_n| C_4, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Справедливы следующие утверждения:

а)  $u_n$  при  $n \rightarrow \infty$  стремится к решению  $u$  уравнения  $A(u) - f = 0$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} |S_n| = \lim_{n \rightarrow \infty} |A(u_n) - f| = 0$ ;

б) число  $|S_n| = |A(u_n) - f| = 0$  стремится к нулю монотонно и при  $n > n_0$  справедлива оценка (18).

**Замечание 1.** При численной реализации алгоритма, вытекающего из теоремы, вычисление  $B^{-1}(u_n)S_n$  по всей вероятности является наиболее нелегким моментом. Но его невозможно избежать. Нахождение этого элемента дается решением линейного уравнения

$$B(u_n)v_n = S_n. \quad (19)$$

При этом  $v_n$  будет равно  $B^{-1}(u_n)S_n$ .

Если нелинейное уравнение (1) хотим решить с точностью  $h > 0$ , то из теоремы следует, что необходимо решить  $m(h)$  линейных уравнений (19). При этом  $m(h) = O(\ln \ln(1/h))$ . Выбор чисел  $\varepsilon_n$  связан с вычислением  $|S_n|$  и значением  $C_4$ . Для оценки числа  $C_4$  нужна оценка сверху нормы  $B^{-1}(u_n)$ . Нахождение близких к истинному значению оценок для  $C_4$  требует в конкретных случаях умение проделать изощренные оценки. Но получить такую оценку не всегда удастся. Имея в виду эти соображения, мы предлагаем более простой способ выбора в ниже следующем:

**Замечание 2.** Счет по рекуррентным формулам

$$u_{n+1} = u_n + \varepsilon_n B^{-1}(u_n)S_n$$

начинаем с любым  $\varepsilon_0 \in [-1; 1]$ . Предположим, что выбрано  $\varepsilon_n \in [-1; 1]$  и вычислено  $u_{n+1}$ .

Вычислим

$$\begin{aligned} u_{n+2,1} &= u_{n+1} + \frac{1}{2} \varepsilon_n B^{-1}(u_{n+1})S_{n+1}, \\ u_{n+2,0} &= u_{n+1} + \varepsilon_n B^{-1}(u_{n+1})S_{n+1}, \\ u_{n+2,-1} &= u_{n+1} - \min(1, -2\varepsilon_n) B^{-1}(u_{n+1})S_{n+1}. \end{aligned} \quad (20)$$

Введем обозначения:  $\varepsilon_{n+1,1} = \frac{1}{2} \varepsilon_n$ ,  $\varepsilon_{n+1,0} = \varepsilon_n$ ,  $\varepsilon_{n+1,-1} = \min\{1, -2\varepsilon_n\}$ .

Вычисляем

$$\alpha_1 = |S_{n+2,1}(u_{n+2,1})|, \quad \alpha_0 = |S_{n+2,0}(u_{n+2,0})|, \quad \alpha_{-1} = |S_{n+2,-1}(u_{n+2,-1})|.$$



Пусть  $\alpha_1 \leq \alpha_0 \leq \alpha_{-1}$ . Если  $\alpha_1 \leq \alpha_0$ , то за  $\varepsilon_{n+1}$  возьмем  $\varepsilon_{n+1,1}$ .

Если же  $\alpha_1 = \alpha_0 \leq \alpha_{-1}$ , то за  $\varepsilon_{n+1}$  возьмем число  $\min\{\varepsilon_{n+1,1}; \varepsilon_{n+1,0}\}$ .

Если  $\alpha_1 = \alpha_0 = \alpha_{-1}$ , то полагаем  $\varepsilon_{n+1} = \min\{\varepsilon_{n+1,1}; \varepsilon_{n+1,0}; \varepsilon_{n+1,-1}\}$ .

Можно легко доказывать, что при таком выборе  $\varepsilon_n$ , последовательность  $u_n$  при  $n \rightarrow \infty$  сходится к решению  $u$  уравнения  $A(u) = f$ , причем при  $n \geq n_0$  выполняются оценки

$$|S_n| \leq C_8 2^{-2^{n-n_0}}, \quad |u_n - u| \leq C_9 \cdot 2^{-2^{n-n_0}},$$

где  $C_8, C_9$  и  $n_0$  - постоянные числа.

**Замечание 3.** Пусть  $|B^{-1}(u_n) - \tilde{B}(u_n)| \leq C_{10}\varepsilon$ , где  $\tilde{B}(u_n)$  - некоторый легко вычисляемый оператор, то есть, будем предполагать, что  $B^{-1}(u_n)$  вычисляется с точностью  $C_{10}\varepsilon$  по операторной норме. Тогда получаем

$$|S_{n+1}| \leq |S_n + \varepsilon S_n| + C_{10}\varepsilon^2 |\tilde{B}(u_n)| |S_n| + \varepsilon^2 |\tilde{B}S_n|^2 C(|u_n|, |\tilde{B}S_n|)$$

При выполнении условий (2)-(4) это неравенство приводит к неравенству (9), но с другим  $a_n$ . Таким образом, результат теоремы 1 устойчив относительно ошибок вычислений  $B^{-1}(u_n)S_n$ .

Существенно легко вычисляется оператор  $B^*(u_n)$  - оператор сопряженный к  $B(u)$ , по сравнению с вычислением  $B^{-1}(u_n)$ . Считаем, что  $H$  - гильбертово пространство и предположим, что выполнены условия (2), (3), а условие (43) заменим следующим

$$\gamma_0(|u|) \leq B(u)B^*(u) \leq \gamma_1(|u|), \quad (21)$$

где  $\gamma_i(|u|)$ ,  $i=0,1$ , - непрерывные положительные функции,  $\gamma_1(|u|)$  монотонно не убывает,  $\gamma_0(|u|)$  - не возрастает. Если выполняется (4), то нижняя оценка (21) также выполняется.

Пусть  $u_n$  - произвольный элемент  $H$ , которого возьмем в качестве начального приближения решения уравнения (1)  $A(u)=f$ . Оценим  $A(u_n + \varepsilon v_n)$ ,  $\varepsilon \in [-1;0)$ , где за  $v_n$  берем

$$v_n = B^*(u_n)(A(u_n) - f) = B^*(u_n)S_n. \quad (22)$$

Имеем

$$|S_{n+1}| = A(u_n + \varepsilon v_n) - f \leq |S_n| \left[ 1 + \varepsilon \gamma_1 + \varepsilon^2 \frac{|B^*(u_n)S_n|^2}{|S_n|} C(|u_n|, |B^*(u_n)S_n|) \right].$$

Минимизируя правую часть по  $\varepsilon$  получаем, что при

$$\varepsilon = \min \left\{ \gamma_1^{-1}, \frac{|S_n| \gamma_0}{2|B^*S_n|^2 C(|u_n|, |B^*S_n|)} \right\}$$

выполняется следующее неравенство:

$$|S_{n+1}| \leq |S_n| \left( 1 - \frac{\varepsilon}{2} \gamma_0 \right).$$

Исходя из последних двух оценок получаем

**Теорему 2.** Предположим, что выполнены условия (2), (3) и (21). Пусть  $u_0$  - начальное приближение к решению  $u$  уравнения  $A(u) - f = 0$ . Существует число  $\varepsilon_0 \in (-1; 0)$  такое, что построенные по рекуррентным формулам

$$u_{n+1} = u_n + \varepsilon B^*(u_n) S_n, \quad S_n = A(u_n) - f,$$

сходятся к решению уравнения  $A(u) = f$  и справедлива оценка

$$|S_n| \leq \delta^n, \quad |u_n - u| \leq C_{11} \delta^n.$$

Скорость сходимости в этой теореме значительно хуже, чем в теореме 1. Но по этим рекуррентным формулам вычислять значительно проще.

Предлагаем примеры, рассмотренные для тестовой проверки этих приближенных методов решения нелинейных краевых задач.

1) Рассмотрим задачу

$$Ay = f$$

в отрезке  $[0; 1]$ , в  $C[0, 1]$ .

В частности, можно ее представить в следующем виде:

$$\begin{cases} y'' - y^3 = f, \\ y(0) = y'(1) = 0, \end{cases}$$

где  $y = \cos \pi x - 1$  является точным решением. В операторном виде задачу можно записать как

$$Ay = y - \int_0^x (x-t) y^3(t) dt.$$

Тогда в силу

$$A(y + v) - Ay = v - \int_0^x (x-t) [(y+v)^3 - y^3] dt,$$

при  $|v|_{C[0,1]}, |y|_{C[0,1]} \leq 1$  имеем

$$\begin{aligned} & \left| A(y + v) - Ay + 3 \int_0^x (x-t) y^2(t) v(t) dt \right|_{C[0,1]} = \\ & = \left| v - \int_0^x (x-t) [(3y v^2 + v^3)] dt \right| \leq C(y) (|v|_C^2 + |v|_C^3) \end{aligned}$$

В качестве  $B(y)v$  возьмем

$$B(y)v = -3 \int_0^x (x-t) y^2(t) v(t) dt.$$

По вышеизложенной методике находим приближенное решение  $y$ . Вычислительный эксперимент показал хорошую сходимость метода, отсюда следует, что его применение во многих задачах математической физики поможет быстро и надежно найти искомое решение.

2) Известно, что многие физические явления описываются дифференциальными уравнениями четвертого порядка, примером которых, может служить уравнения колебания. При решении дифференциальных уравнений четвертого порядка часто получают характеристические уравнения на порядок ниже, т.е. уравнения третьего порядка. Численное решение уравнений третьего порядка имеет некоторые сложности, особенно, если корни и коэффициенты уравнения являются комплексными числами. В связи с этим нами рассмотрено следующее уравнение третьего порядка:

а)  $y^3 + 0,3y^2 - 1,54y = 0,312$ , точные решения которого  $y = 1,2$ ;  $y = -0,2$ ;  $y = -1,3$ . Для решения этого уравнения используем выше предлагаемый нами приближенный метод. Тогда

$$B(y)v = (3y^2 + 0,6y - 1,54)v.$$

Численная реализация задачи показала эффективность предложенного нового метода: наблюдалась быстрая и точная сходимость решений, особенно когда в качестве  $v_n$  возьмем  $V^1(y_n)S_n$ . Результаты вычислений приведены в таблице №1.

Таблица №1

Начальное приближение	$y_0$	-500	-50	-5	-1	-0,1	0	0,1	1	5	50	500
Точность	$\varepsilon$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
Число итерации	$N$	27	21	15	11	12	11	11	12	15	22	26

б) Рассмотрим уравнение третьего порядка с комплексными переменными в обобщенном виде

$$r_1 u^3 + r_2 u^2 + r_3 u = r_4,$$

где

$$u = x + yi, \quad r_j = p_j + q_j i, \quad p, q \in R, \quad j = 1, \dots, 4.$$

В этом случае в качестве оператора  $B(u)$  берем

$$B(u)v = [3r_1 u^2 + 2r_2 u + r_3]v.$$

Получены следующие результаты при численной реализации задачи (см. таблицу №2).

Таблица №2

Коэффициенты, $r_j$ ( $r_j = p_j + q_j i$ , $j = 1, 2, 3, 4$ )		Точные решения, $u_k$ ( $u_k = x_k + y_k i$ , $k = 1, 2, 3$ )		Начальное приближение, $u_0$		Точность, $\varepsilon$		Число итерации, $N$	
$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_0$	$\varepsilon$	$N$
1	-3-3i	6i	2-2i	1+i	1+i	1+i	1,5+4i	$10^{-4}$	32
1	-3-4i	-2+8i	4-2i	1+i	1+i	1+2i	1,5+4i	$10^{-12}$	15
1	6+3i	9+12i	2+11i	-2-2i	-2-i	-1-i	1,5+4i	$10^{-3}$	44
1	-3-6i	-9+12i	11+2i	1+i	1+2i	2+2i	1,5+4i	$10^{-3}$	29
1	-3-6i	-8+12i	10	1+i	1+3i	2+i	1,5+4i	$10^{-12}$	13

Из таблицы №2 можно заметить, что применение предлагаемого нами приближенного метода для численного решения данной задачи предоставило нам всего за малое число итерации получить приближенные решения с высокой точностью.

## Заключение

Вышеизложенные вычислительные эксперименты, рассмотренные для тестовой проверки предложенного приближенного метода решения нелинейных краевых задач, показали эффективность метода: наблюдалась быстрая и точная сходимость решений. Следовательно, теоретическое изложение эффективности метода вполне доказывается в практическом применении. Таким образом, его применение во многих задачах математической физики поможет быстро и надежно найти искомое решение.

### Список использованной литературы

- 1 Дьяконов Е.Г. Минимизация вычислительной работы. – М., Наука, 1989, 272 с.
- 2 Самарский А.А. Теория разностных схем. – М., Наука, 1983, 153 с.
- 3 Самарский А.А., Лазарев Р.Д., Макаров В.Л. Разностные схемы для дифференциальных уравнений с обобщенными решениями. – М., Высшая школа, 1987, 296 с.
- 4 Ramm A. G. A numerical method for solving nonlinear problems. // *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, Singapore, Vol. 09, No. 02, 1999, pp. 325-335.
- 5 Shin'ichi Oishi. Numerical verification of existence and inclusion of solutions for nonlinear operator equations. // *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Netherlands, Volume 60, Issues 1–2, 20 June 1995, Pages 171-185.
- 6 Boikov, I V. On a continuous method for solving nonlinear operator equations // *Differential Equations*, New York, 2012, Vol. 48, No. 9, pp. 1288–1295.
- 7 Etienne Emmrich. External approximation of nonlinear operator equations // *Numerical Functional Analysis and Optimization*, London, 2009, 30(5–6):486–498.
- 8 C. E. Chidume, H. Zegeye. Approximation methods for nonlinear operator equations // *Proceedings of the American Mathematical Society*, Washington, 131 (2003), 2467-2478.
- 9 Мухамбетжанов А.Т., Отелбаев М.О., Смагулов Ш.С. // Об одном приближенном методе решения нелинейных краевых задач. Препринт №21, ИА РК, Алматы, 1997, 34 с.
- 10 Отелбаев М.О., Рысбайұлы Б. Приближенный метод решения нелинейных операторных уравнений: итерационный процесс, оценка скорости сходимости // Алматы: ДАН РК.- №5. 1999. – с.20-22.

### References:

- 1 D'jakonov E.G. (1989) *Minimizacija vychislitel'noj raboty* [Minimizing computational work]. M., Nauka, 272 s. (in Russian)
- 2 Samarskij A.A. (1983) *Teorija raznostnyh shem*. [Theory of difference schemes] M., Nauka, 153 s. (in Russian)
- 3 Samarskij A.A., Lazarev R.D., Makarov V.L. (1987) *Raznostnye shemy dlja differencial'nyh uravnenij s obobshhennymi reshenijami*. [Difference schemes for differential equations with generalized solutions] M., Vysshaja shkola, , 296 s. (in Russian)
- 4 Ramm A. G. A numerical method for solving nonlinear problems. // *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, Singapore, Vol. 09, No. 02, 1999, pp. 325-335. (in English)
- 5 Shin'ichi Oishi. Numerical verification of existence and inclusion of solutions for nonlinear operator equations. // *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Netherlands, Volume 60, Issues 1–2, 20 June 1995, Pages 171-185. (in English)
- 6 Boikov, I V. On a continuous method for solving nonlinear operator equations // *Differential Equations*, New York, 2012, Vol. 48, No. 9, pp. 1288–1295. (in English)
- 7 Etienne Emmrich. External approximation of nonlinear operator equations // *Numerical Functional Analysis and Optimization*, London, 2009, 30(5–6):486–498. (in English)
- 8 C. E. Chidume, H. Zegeye. Approximation methods for nonlinear operator equations // *Proceedings of the American Mathematical Society*, Washington, 131 (2003), 2467-2478. (in English)
- 9 Muhambetzhanov A.T., Otelbaev M.O., Smagulov Sh.S. (1997) *Ob odnom priblizhennom metode reshenija nelinejnyh kraevykh zadach*. [On one approximate method for solving nonlinear boundary value problems.] Preprint №21, IA RK, Almaty, 34 s. (in Russian)
- 10 Otelbaev M.O., Rysbajuly B. (1999) *Priblizhennyj metod reshenija nelinejnyh operatornyh uravnenij: iteracionnyj process, ocenka skorosti shodimosti* [Approximate method for solving nonlinear operator equations: iterative process, estimation of convergence rate ] Almaty: DAN RK.- №5. – 1999. – s.20-22. (in Russian)

**ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР МЕН МЕХАНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**  
**MODELING OF PHYSICAL PROCESSES AND MECHANICAL SYSTEMS**

МРНТИ 27.35.45

10.51889/2959-5894.2023.84.4.006

*Г.Т. Балакаева<sup>1</sup>, Г.Б. Калменова<sup>1\*</sup>, Д.К. Даркенбаев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
\*e-mail: kalmenova.g.b@gmail.com*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕШЛАМОВ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Аннотация*

В статье предлагается один из вариантов решения проблемы защиты окружающей среды от вредных веществ, содержащихся в нефтеотходах. Исследована переработка нефтешламов. Проведен анализ методов и технологий переработки нефтешламов, для моделирования рассмотрен термический метод. Построенная нами математическая модель описывает процессы тепломассообмена при испарении вредных веществ из нефтешламонакопителя для минимизации воздействия отходов на окружающую среду. Проведено численное решение задачи. Расчеты проводились для сравнения с экспериментальными данными других авторов при различных температурах и скоростях. Проведен обширный вычислительный эксперимент, анализ которого показал, что полученные результаты правильно описывают закономерности тепломассообмена и испарения вредных веществ при термической обработке нефтешлама. Разработан программный комплекс с визуализацией и интеграцией данных с использованием инструментов Python. Исследования проводились с целью обеспечить возможность очистки нефтешламов и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** нефтешлам, термическая переработка, метод переменного направления, программное обеспечение.

*Г.Т. Балакаева<sup>1</sup>, Г.Б. Калменова<sup>1\*</sup>, Д.К. Даркенбаев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

**ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН АЗАЙТУ ҮШІН МҰНАЙ ШЛАМЫН ӨНДЕУДІ МОДЕЛЬДЕУ**

*Аңдатпа*

Мақалада мұнай қалдықтарының құрамындағы зиянды заттардан қоршаған ортаны қорғау мәселесін шешу нұсқаларының бірі ұсынылған. Мұнай шламын өңдеу зерттелді. Мұнай шламын өңдеу әдістері мен технологияларына талдау жүргізіліп, модельдеу үшін термиялық әдіс қарастырылды. Біз құрастырған математикалық модель қалдықтардың қоршаған ортаға әсерін барынша азайту үшін мұнай шламын сақтайтын резервуардан зиянды заттардың булануы кезіндегі жылу және масса алмасу процестерін сипаттайды. Есептің сандық шешімі орындалды. Есептеулер әртүрлі температура мен жылдамдықта басқа авторлардың тәжірибелік деректерімен салыстыру үшін жүргізілді. Кең көлемді есептеу эксперименті жүргізілді, оның талдауы нәтижесінде алынған нәтижелер мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде зиянды заттардың жылу және масса алмасу және булану заңдылықтарын дұрыс сипаттайтынын көрсетті. Python құралдарын пайдалана отырып, визуализациясы және деректер интеграциясы бар бағдарламалық пакет әзірленді. Мұнай шламын тазарту мүмкіндігін қамтамасыз ету және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту мақсатында зерттеулер жүргізілді.

**Түйін сөздер:** мұнай шламы, термиялық өңдеу, айнымалы бағыт әдісі, бағдарламалық қамтамасыз ету.

G.T. Balakayeva<sup>1</sup>, G.B. Kalmenova<sup>1\*</sup>, D.K. Darkenbayev<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

## MODELING OF OIL SLIME PROCESSING TO MINIMIZE WASTE EFFECTS ON THE ENVIRONMENT

### *Abstract*

The article proposes one of the options for solving the problem of protecting the environment from harmful substances contained in oil waste. The processing of oil slime has been investigated. The analysis of methods and technologies for processing oil slime is carried out, a thermal method is considered for modeling. The mathematical model we have constructed describes the processes of heat and mass transfer during the evaporation of harmful substances from the oil slime reservoir to minimize the impact of waste on the environment. The numerical solution of the problem is carried out. The calculations were carried out for comparison with experimental data of other authors at different temperatures and speeds. An extensive computational experiment was carried out, the analysis of which showed that the results obtained correctly describe the regularities of heat and mass transfer and evaporation of harmful substances during thermal treatment of oil slime. A software package with visualization and data integration using Python tools has been developed. The studies were carried out to make it possible to clear the oil slime and reduce the negative impact on the environment.

**Keywords:** oil slime, heat treatment, alternating direction method, software.

### **Введение**

Нефтяная промышленность является ведущей отраслью экономики одной из нефтедобывающих стран мира – Казахстана и во многом определяет экономику, социальную политику, состояние окружающей среды. Производственную деятельность в стране осуществляют ряд предприятий нефтегазодобывающей и нефтегазоперерабатывающей промышленности, а также транспортировки углеводородов [1].

Проблема влияния предприятий нефтегазовой отрасли на состояние водной экосистемы, атмосферного воздуха и почвы многогранна. Наиболее опасными загрязнителями окружающей среды являются нефтешламы. В то же время это ценное вторичное сырье, которое можно использовать в различных отраслях промышленности. Несмотря на то, что на предприятиях нефтегазовой отрасли накоплено большое их количество, степень утилизации и использования отходов низкая, что приводит к концентрации нефтесодержащих отходов на полигонах и в шламонакопителях [2]. Все это оказывает негативное воздействие на окружающую среду из-за превышения нормативов качества почвы, грунтов, подземных и поверхностных вод, создавая тем самым реальную угрозу здоровью человека. В регионах с развитой системой нефтедобычи, как правило, формируются основные районы загрязнения нефтешламами – это Западная часть Казахстана, Кызылорда, Павлодар и Шымкент из-за большого объема разлитой нефти на нефтяных месторождениях, бурении отходы, нефтепереработка и аварии на нефтепроводах.

Ежегодно в нашей стране во время переработки или транспортировки нефти, в результате стихийных разливов и аварий образуется порядка 400 тыс. тонн нефтеотходов, а ресурсы, находящиеся в земляных амбарах, оцениваются в 4,5 млн. тонн. Для Казахстана, занимающего 12-е место среди 49 государств с запасами нефти в мире с запасами в 30 млрд баррелей, переработка нефтяных отходов очень важна. Таким образом, переработка нефтешламов на основе утилизации отходов для обеспечения экологической безопасности природных экосистем является актуальной. В Казахстане актуальность этой проблемы впервые была подчеркнута в Экологическом кодексе РК (2007 г.).

Загрязнение почвы нефтешламами представляет собой серьезную экологическую проблему, которая может иметь далеко идущие последствия для экологии и здоровья человека. Нефтешламы – это полутвердые отходы, образующиеся при переработке сырой нефти. Он содержит сложную смесь углеводородов, воды, твердых частиц и загрязняющих веществ, что

делает его серьезным загрязнителем при загрязнении почвы. Здесь мы рассмотрим причины, последствия и методы устранения загрязнения почвы нефтешламами.

Причины загрязнения почвы нефтешламами:

Случайные разливы. Случайные разливы во время транспортировки, хранения или обращения с нефтешламами могут привести к прямому загрязнению почвы. Утечки в резервуарах для хранения, трубопроводах или промышленные аварии являются частыми источниками таких разливов.

Неправильная утилизация. Неправильные методы утилизации, такие как сброс нефтешлама на открытых площадках или неправильные методы обращения с отходами, могут привести к долгосрочному загрязнению почвы.

Устаревшие объекты. На старых промышленных объектах, возможно, не внедрены современные методы обращения с отходами и их локализации, что со временем увеличивает риск загрязнения почвы.

Последствия загрязнения почвы нефтешламами:

Экологический ущерб. Нефтешламы содержат вредные химические вещества и тяжелые металлы, которые могут проникать в почву, загрязняя грунтовые воды и нанося вред близлежащим экосистемам. Это загрязнение нарушает естественный баланс почвенных организмов и растительности.

Загрязнение воды. Нефтешламы могут мигрировать из загрязненной почвы в грунтовые воды, реки и озера, что приводит к загрязнению воды. Это может иметь каскадные последствия для водных организмов и водопользователей, находящихся ниже по течению.

Риски для здоровья. Загрязненная почва может представлять опасность для здоровья людей при прямом контакте или проглатывании загрязненной воды или сельскохозяйственных культур. Воздействие опасных веществ в нефтешламах может привести к различным проблемам со здоровьем, включая рак, проблемы с дыханием и кожные заболевания.

Экономическое воздействие. Загрязнение почвы может снизить стоимость земли, ограничить возможности землепользования и увеличить затраты на очистку и восстановление окружающей среды.

Очистка почвы от загрязнения нефтешламами:

Рекультивация почв, загрязненных нефтешламами, – сложный и зачастую дорогостоящий процесс. Выбор метода восстановления зависит от таких факторов, как степень загрязнения, условия на объекте и нормативные требования. К распространенным методам исправления относятся:

Раскопки и удаление. Сильно загрязненную почву можно выкопать и транспортировать в безопасное место захоронения. Этот метод эффективен, но может быть дорогостоящим и может привести к нарушению окружающей среды.

Биоремедиация. Микроорганизмы используются для расщепления углеводородов в нефтешламе. Этот метод экологически безопасен и может быть эффективен при менее сильных загрязнениях.

Химическое окисление. Химические вещества вводятся в почву для окисления и разложения загрязняющих веществ. Этот метод эффективен для очистки стойких углеводородов.

Извлечение паров почвы. Летучие органические соединения удаляются путем создания вакуума в почве, в результате чего загрязняющие вещества испаряются.

Фиторемедиация. Некоторые растения могут поглощать и накапливать загрязняющие вещества из почвы. Фиторемедиация особенно полезна при низких и умеренных уровнях загрязнения.

Затвердевание и стабилизация на месте. В почву добавляются химические агенты для иммобилизации загрязняющих веществ и предотвращения их миграции.

Загрязнение почвы нефтешламами является серьезной экологической проблемой с потенциально серьезными экологическими последствиями и последствиями для здоровья.

Своевременные меры по восстановлению, профилактике и ответственному обращению с отходами являются ключом к смягчению воздействия этого загрязнения и защите как окружающей среды, так и здоровья человека [3].

### **Цель и задачи исследования**

Количество отходов нефтеперерабатывающей промышленности увеличивается с каждым годом. Вредное воздействие шламовых отходов, содержащих токсичные компоненты, представляет угрозу для здоровья человека. В связи с этим основной целью поставленной в статье задачи было математическое и численное моделирование процесса термической переработки нефтешламов с целью снижения экологического ущерба.

Представлен подробный анализ методов и технологий переработки нефтешламов, на основании которого был выбран термический способ переработки нефтешламов с целью минимизации воздействия отходов на окружающую среду[4]. Доступные исследования по термической переработке нефтешламов ограничиваются одномерными моделями, представленными в статьях [5, 12]. Для термической переработки нефтешлама построена математическая модель, описывающая тепло- и массоперенос при испарении вредных веществ из резервуара нефтешлама, и решается классическим методом переменных направлений (ADI), упомянутым в работе [6] – один из наиболее успешных методов конечных разностей для решения параболических уравнений. Проведено численное решение дифференциальных уравнений и обширный вычислительный эксперимент, которые правильно описывают закономерности теплообмена и испарения вредных веществ при термической обработке нефтешламов.

### **Материалы и методы**

#### *А. Математическое и численное моделирование*

Нефтешламы представляют собой серьезную проблему из-за их неоднородного состава и потенциальной опасности для окружающей среды. Традиционные методы утилизации, такие как захоронение или сжигание, не только дорогостоящие, но также могут привести к загрязнению почвы и грунтовых вод. Поэтому существует растущая потребность в устойчивых и эффективных методах лечения. Термическая обработка является приемлемым вариантом переработки нефтешламов. Этот метод предполагает нагревание шламов до высоких температур, что приводит к отделению углеводородов от воды и твердых веществ. Извлеченные углеводороды могут быть дополнительно переработаны для повторного использования или безопасной утилизации, а оставшиеся отходы будут преобразованы в более управляемую форму.

Численное моделирование играет решающую роль в понимании и оптимизации процесса термической обработки нефтешламов. Вот некоторые ключевые аспекты его важности:

- Понимание процесса. Численные модели помогают нам получить глубокое понимание физических и химических процессов, связанных с термической обработкой. Эти модели позволяют моделировать поведение нефтешламов в различных условиях и прогнозировать, как температура, давление и другие факторы влияют на разделение компонентов.

- Оптимизация. Моделирование позволяет инженерам и исследователям оптимизировать процесс очистки. Изменяя такие параметры, как температурные профили, время пребывания и методы нагрева, они могут найти наиболее эффективные условия для извлечения углеводородов, минимизируя при этом потребление энергии и воздействие на окружающую среду.

- Оценка безопасности. Численное моделирование также помогает оценить аспекты безопасности термической обработки. Моделирование выбросов летучих соединений и потенциальных опасностей позволяет принять меры безопасности для защиты работников и окружающей среды.



- Извлечение ресурсов: моделирование помогает количественно оценить извлекаемые ресурсы нефтешламов. Это помогает оценить количество ценных углеводородов, которые можно добыть, что способствует экономической рентабельности.

- Оценка воздействия на окружающую среду: Численные модели помогают оценить воздействие термической обработки на окружающую среду, помогая обеспечить соблюдение правил и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Численное моделирование играет ключевую роль в термической обработке нефтешламов, предлагая понимание процессов и помогая в оптимизации, оценке безопасности, восстановлении ресурсов и оценке воздействия на окружающую среду. Поскольку нефтяная промышленность ищет более устойчивые и эффективные способы управления своими отходами, численное моделирование будет продолжать оставаться ценным инструментом в развитии науки и технологий переработки нефтешламов. Благодаря междисциплинарному сотрудничеству и постоянным исследованиям мы можем усовершенствовать эти модели, чтобы улучшить очистку нефтешламов и внести вклад в более чистое и устойчивое будущее.

### Постановка задачи

Термический метод переработки нефтешламов был выбран с целью минимизации воздействия отходов на окружающую среду. Проведено моделирование термической переработки нефтешламов. Схема процесса представлена на рисунке 1. Предполагается, что нагревающий горячий конвективный поток воздуха проходит по поверхности листа снизу, а остальные стороны изолируются. С увеличением времени тепло распространяется по всему объему нефтешлама внутрь, а жидкие фракции нефтешлама испаряются наружу.

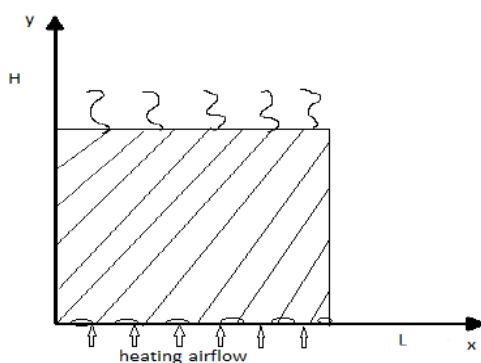


Рисунок 1. Схема термической переработки нефтешлама

По данным математического и численного моделирования термической обработки исследованы и проанализированы соответствующие характеристики процессов теплообмена при термической обработке нефтешламов.

### Математическая модель термической переработки нефтешламов

Математическая модель процесса описывается системой уравнений теплопереноса и включает систему параболических дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных, содержащих нестационарные, конвективные и диффузионные тепло и концентрации. Перенос при термообработке, положенный в основу модели, взят из работы [7]. [8] разработанное нами математическое моделирование задачи нестационарного теплопереноса термообработки нефтешламов, включающее систему дифференциальных одномерных уравнений в безразмерных переменных. Уравнение теплопереноса описывает процесс теплопередачи при нагреве пластины нефтешлама потоком горячего воздуха.

Уравнение массопереноса описывает потери жидкой фракции при термической обработке нефтешлама:

$$\begin{cases} \frac{\partial \theta}{\partial \bar{t}} + \bar{U} \frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}} + \bar{V} \frac{\partial \theta}{\partial \bar{y}} = \frac{1}{(Re * Pr)} \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial \bar{x}^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial \bar{y}^2} \right) \\ \frac{\partial \bar{c}}{\partial \bar{t}} + \bar{U} \frac{\partial \bar{c}}{\partial \bar{x}} + \bar{V} \frac{\partial \bar{c}}{\partial \bar{y}} = \frac{1}{(Re * Sc)} \left( \frac{\partial^2 \bar{c}}{\partial \bar{x}^2} + \frac{\partial^2 \bar{c}}{\partial \bar{y}^2} \right) \end{cases} \quad (1)$$

Начальные и граничные условия теплопереноса:

$$\begin{aligned} \theta|_{\bar{t}=0} &= 0 \\ \frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}}|_{\bar{x}=0} &= 0, \quad \frac{\partial \theta}{\partial \bar{x}}|_{\bar{x}=1} = 0 \\ \frac{\partial \theta}{\partial \bar{y}}|_{\bar{y}=0} &= -Bi(1-\theta_w), \quad \frac{\partial \theta}{\partial \bar{y}}|_{\bar{y}=1} = 0 \end{aligned}$$

Начальные и граничные условия массопереноса:

$$\begin{aligned} \bar{c}|_{\bar{t}=0} &= 0 \\ \frac{\partial \bar{c}}{\partial \bar{x}}|_{\bar{x}=0} &= 0, \quad \frac{\partial \bar{c}}{\partial \bar{x}}|_{\bar{x}=1} = 0 \\ \frac{\partial \bar{c}}{\partial \bar{y}}|_{\bar{y}=0} &= -Bi(1-C_w), \quad \frac{\partial \bar{c}}{\partial \bar{y}}|_{\bar{y}=1} = 0 \end{aligned}$$

$\theta$  – безразмерная температура,  $\theta = \frac{T-T_0}{T_f-T_0}$ , где  $T$  - текущая температура ( $^{\circ}C$ ),  $T_f$  - начальная температура воздушного потока ( $^{\circ}C$ ).

$\bar{c}$  – безразмерная функция массы,  $\bar{c} = (1 - C/\epsilon C_0)$ , где  $C$  - концентрация паров жидкости,  $C_0$  - начальная концентрация жидкости,  $\epsilon$  - начальная испаряемая доля жидкостей нефтешлама, соответствующая температуре нагревательного потока.

$\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – безразмерные координаты, где  $\bar{x} = x/L$ ,  $\bar{y} = y/H$ ,  $x$ ,  $y$  - координаты (м),  $L$ ,  $H$  – размеры пластины нефтешлама,  $H=L$

$\bar{t}$  – безразмерное время, где  $\bar{t} = t / L / u_f$ ,

$\bar{u}$  - безразмерная составляющая скорости вдоль оси  $Ox$ , where  $\bar{u} = u / u_f$ ,  $u$  – составляющая скорости вдоль оси  $Ox$  (принятая пока на данном этапе моделирования как постоянная),  $u_0$  – начальная скорость (м/с).

$\bar{v}$  - безразмерная составляющая скорости вдоль оси  $Oy$ , where  $\bar{v} = v / u_f$ ,  $v$  – компонента скорости по оси  $OY$  (принят пока на данном этапе моделирования как константа),

$m$  - пористость нефтешлама

$Re$  - число Рейнольдса, где  $Re = (u_f * L) / \eta$ ,  $\eta$  - кинематическая вязкость

$Pr$  - число Прандтля,  $Pr = \eta/a$ ,  $a$  - коэффициент температуропроводности

$Sc$  - число Шмидта,  $Sc = \eta/D$ ,  $D$  - коэффициент диффузии

$Bi$  – число био

Для численных дифференциальных уравнений в системе (1) был использован метод переменных направлений. Проверены условия применимости и сходимости метода ADI [9-11] для нашей задачи. Решение выполняется с использованием неявной разностной схемы путем чередования направлений до тех пор, пока не будет выполнено условие сходимости.

Для изучения и прогнозирования влияния различных технологических параметров на переработку нефтешлама мы разработали специализированный программный комплекс. Полученные результаты расчетов обрабатываются с помощью инструментов Python. Встроенный инструмент типа Python был использован для интеграции с визуализацией результатов переработки отходов нефтешлама.

## Результаты

Нефтешлам подвергался воздействию нагретого воздушного потока, и было проведено изучение основных закономерностей процессов тепло- и массообмена при термической обработке нефтешлама. Анализ процессов тепло- и массообмена позволяет установить, что температура и скорость конвективного потока, а также геометрические размеры пластины относятся к числу основных параметров, существенно влияющих на процесс термической переработки нефтешлама. В наших численных расчетах изменение температуры воздуха составило берется в диапазоне от 150°C до 450°C, а скорость подачи воздуха - в диапазоне от 0,83 м/с до 2,7 м/с. В результате математического и численного моделирования описанных выше процессов тепло- и массообмена при термической обработке нефтешлама с широким изменением значений скорости, начальной температуры и геометрических размеров были получены результаты. Были построены изменения температуры и концентрации. На рисунках 2 и 3 показаны изменения температуры нефтешлама при изменении технологических параметров со скоростью 0,83 м/с и 2,7 м/с при температуре 250°C соответственно. В случае конвективного нагрева более быстро движущаяся жидкость, очевидно, улучшает характеристики теплопередачи в системе, что, следовательно, усиливает процессы испарения и диффузии внутри нагретой масляной пластины. Кроме того, жидкости с более высокой скоростью на нагретой поверхности плиты увлекают за собой больше паров благодаря их более высокой скорости вращения. Это привело к относительно более высоким скоростям улетучивания, получаемым при более высоких скоростях потока, которые количественно показаны на рисунке 4. Расчеты проводились для сравнения с экспериментальными данными других авторов [12] при различных температурах и скоростях. Ожидается, что конечные пределы потери массы не будут зависеть от скорости потока, поскольку эти пределы контролируются исключительно максимальными температурами, в конечном счете достигаемыми в системе.

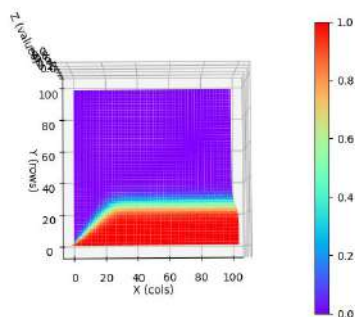


Рисунок 2. Изменения температуры нефтешлама при температуре 250°C со скоростью 0,83 м/с

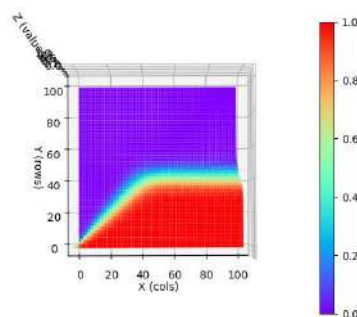


Рисунок 3. Изменения температуры нефтешлама при температуре 250°C со скоростью 2,7 м/с

Однако небольшой эффект, заметный на двух графиках, может быть, по крайней мере частично, обусловлен улучшенными условиями теплопередачи, связанными с более высокими скоростями потока, что могло привести к несколько более высоким температурам внутри нагретых плит из-за ожидаемого образования более тонких пограничных слоев на поверхности плит. Таким образом, именно небольшая разница температур приводит к незначительному изменению конечного предела испарения. Учитывая приведенное выше простое обсуждение, вывод, который можно было бы сделать здесь, заключается в том, что температура потока оказывает наиболее существенное влияние как на скорость переноса вещества во времени, так и на конечный предел улетучивания. На рисунке 4 показаны истории потери массы, помещенных в потоки горячего воздуха при различных температурах [13]. Как можно видеть, более высокие температуры потока повышают предельные пределы улетучивания и увеличивают скорость массообмена.

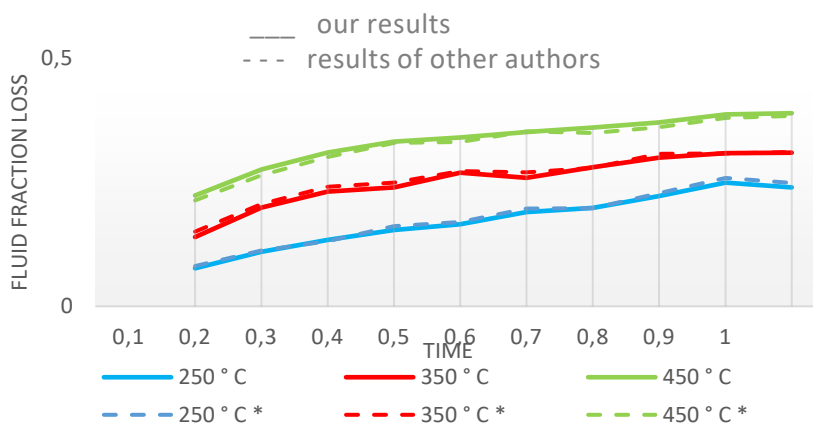


Рисунок 4. Сравнительный анализ потерь фракции жидкости в зависимости от времени при различной температуре потока со скоростью 0,83 м/с.

Этого следовало ожидать, и это можно объяснить тем фактом, что жидкости для смазки пластин являются многокомпонентными, которые испаряются при различных уровнях температур. Следовательно, чем выше температура потока, тем больше будет выпаренной фракции. То есть, при более высоких температурах потока верхний предел температуры, преобладающей внутри масляной пластины, будет больше, что приводит к испарению и диффузии более тяжелых компонентов. С другой стороны, диффузионная способность паров жидкости была бы выше при более высоких температурах, что ускоряет процесс диффузии жидкости. В результате численных экспериментов был получен эффект от скорости потока. Следовательно, было проверено влияние скорости потока на процесс массообмена. В процессе конвективного нагрева более быстро движущаяся жидкость, по-видимому, улучшает характеристики теплопередачи в системе, что, следовательно, усиливает испарение нефтешлама. Было проведено несколько экспериментов; в частности, результаты были получены при температурах 150 °C, 250 °C и 450 °C и при скоростях 0,83 м/с, 1,6 м/с и 2,7 м/с. Было отмечено, что более высокие температуры потока повышают предельные пределы улетучивания и увеличивают скорость массообмена. Повышение температуры приведет к увеличению экономических затрат. В расчетах используется максимальное значение 450 °C для проверки результатов в сравнении с экспериментальными данными авторов [12]. Анализ результатов численного расчета показывает, что построенная математическая модель [14] и численное решение задачи правильно описывают исследуемый термический способ переработки нефтешлама, и все вредные компоненты испарились для нейтрализации нефтешлама.

### Заключение

В нашем двумерном математическом и численном моделировании мы рассчитали процессы тепло- и массообмена при термической обработке нефтешлама. Разработанные математическая и численная модели термообработки нефтешламов позволили получить основные характеристики протекающих процессов тепло- и массообмена при термической переработке нефтешламов. Для изучения процессов тепло- и массопереноса при переработке на основе численного моделирования был проведен ряд численных расчетов с широким варьированием параметров потока. В частности, результаты были получены при температурах 150 °C, 250 °C и 450 °C, а также при скоростях 0,83 м/с, 1,6 м/с и 2,7 м/с. Было отмечено, что более высокие температуры потока увеличивают пределы испарения и в большей степени увеличивают скорость массопереноса. Более высокие температуры потока улучшают диффузию и конвекцию паров в нагревательные потоки, что, в свою очередь, увеличивает и ускоряет скорость испарения.

Было проведено множество расчетов для сравнения с экспериментальными данными других авторов, для проверки наших результатов, которые подтверждают, что представленные численные данные полученные результаты корректно описывают физические закономерности термической обработки нефтешлама, и, таким образом, математическая модель и разработанное численное моделирование позволяют нам эффективно изучать процессы тепло- и массообмена при термической обработке нефтешлама. Проведенные исследования по математическому и численному моделированию, результаты численных расчетов показывают, что термическая обработка нефтешлама способствует испарению вредных компонентов из нефтешлама.

Кроме того, проведенное математическое и численное моделирование термической переработки нефтешлама в будущем позволит оптимизировать технологические процессы, а полученные результаты могут быть использованы для практических целей в нефтегазовой промышленности. Таким образом, основная цель поставленной задачи была достигнута. Новизна работы заключается в математическом и численном моделировании двумерной задачи, изменяющейся во времени, и получении полной картины процесса термообработки нефтешлама. Эти результаты полезны для промышленности, чтобы уменьшить вред, наносимый окружающей среде. Было разработано программное обеспечение, позволяющее визуализировать данные расчетов с использованием инструментов, предоставляемых документацией Python [15,16]. Количество отходов нефтеперерабатывающей промышленности растет с каждым годом. Вредное воздействие шламовых отходов, содержащих токсичные компоненты, представляет угрозу для здоровья человека. Переработка нефтешламов для Казахстана, выбросы которого составляют около двух процентов от всех выбросов, занимающего 11-е место в мире с объемом в 30 миллиардов баррелей в рейтинге стран по запасам нефти, остается актуальной. В будущем мы планируем продолжить наши исследования по термической обработке нефтешлама с переменной скоростью, провести исследования по оптимизации процесса термической обработки нефтешлама.

*Список использованных источников:*

1. Утелбаев Б.Т., Джусипбеков У.Ж., Ошақбаев М.Т. Нефтешламы АО «Озенмунайгаз». *Международном научном журнале: Наука и мир*, 2018, № 3(55), С. 17-23.
2. N. Jadidi, B. Roozbehani, A. Saadat. *The Most Recent Researches in Oily Sludge Remediation Process, American Journal of Oil and Chemical Technologies*, 2(10), 340-348, 2019.
3. Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б. Мұнай қалдықтарын өңдеудің моделін жасау. *Вестник КазННТУ, Физико-математические науки*, 2019, №3, стр 552-555.
4. Г.Т. Балакаева, Е. Микебаев, М. Сафонов, Е.К. Онгарбаев, С.Ж. Тетенов. Численное моделирование тепломассопереноса в реакторе непрерывного движения окисления нефтешламов, *Химический вестник Казахского национального университета*, 3, стр. 47-55, 2000
5. Shie, J., Lin, J., Chang, C. et al. (2004) 'Oxidative thermal treatment of oil sludge at low heating rates', *Energy & Fuels*, pp.1272–1281, DOI: 10.1021/ef0301811
6. Ismail, A. and Allan, M.M. (2004) 'A designed ADI software for solving Poisson's equation', *Mathematical & Computational Applications*, Vol. 9, No. 2, pp.157–164.
7. Anderson, Tannehill, and Pletcher, (1977) *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*. – 2nd ed., Taylor & Francis, 1977. ISBN 1-56032-046-X
8. G.Balakayeva, G.Kalmenova, C. Phillips. *Numerical modelling of the process of thermal treatment of oil slime, Int. J. Oil, Gas and Coal Technology*, Vol. 34, No. 2, 2023
9. Chang, M. J., Chow, L. C., Chang, W. S. *Improved alternating-direction implicit method for solving transient three-dimensional heat diffusion problems, Numerical Heat Transfer, Part B: Fundamentals*, 19 (1):P. 69–84.
10. Shan Zhao, A Matched. *Alternating Direction Implicit (ADI) Method for Solving the Heat Equation with Interfaces, Journal of Scientific Computing*, Volume 63-Issue 1 -pp 118–137, April,2015.

11. Ashaju, A. and Samson, B. Alternating-direction implicit finite-difference method for transient 2D heat transfer in a metal bar using finite difference method, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, June, Vol. 6, No. 6, pp.105–108, 2015.

12. Abdrabboh, M.A. (1983) *Studies in Heat and Mass Transfer in Oil Sand Beds*, Thesis, University of Calgary, Canada

13. Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б. Мұнай шламын термиялық өңдеуге арналған қосымшаны әзірлеу, *Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки»*, No1(81), 2023г.

14. Balakayeva, G., Kalmenova, G. and Darkenbayev, D. Development of an application for the thermal processing of oil slime in the industrial oil and gas sector, *Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, Vol. 2, pp.25–28, 2023.

15. Python interface to Tcl/Tk // Python Documentation [URL:https://docs.python.org/3/library/tkinter.html](https://docs.python.org/3/library/tkinter.html) 28.08.2019

16. A foreign function library for Python// Python Documentation [URL:https://docs.python.org/2/library/ctypes.html](https://docs.python.org/2/library/ctypes.html) 19.10.2022

#### References:

1. Utelbaev B.T., Dzhusipbekov U.Zh, Oshakbaev M.T. (2018) *Nefteshlamy AO «Ozenmunajgaz»*. [Oil sludge of Ozenmunaigas JSC] *Mezhdunarodnom nauchnom zhurnale: Nauka i mir*, № 3(55), 17-23. (in Russian)

2. N. Jadidi, B. Roozbehani, A. Saadat. The Most Recent Researches in Oily Sludge Remediation Process, *American Journal of Oil and Chemical Technologies*, 2(10), 340-348, 2019.

3. G.B. Kalmenova, G.T. Balakayeva, (2019) *Munai kaldyktaryn ondeudin modelin zhasau* [Developing a model of oil slime processing]. *Bulletin of KazNTU. Series Physics and mathematics*. №3, 552-555. (In Kazakh)

4. G.T. Balakayeva, E. Mikebaev, M. Safonov, E.K. Ongarbaev, S.Zh. Tetenov, (2000) *Chislennoe modelirovanie teplomassoperenosy v reaktore nepreryvnogo dvizheniya okisleniya nefteshlamov* [Numerical modeling of heat and mass transfer in a reactor for continuous movement of oxidation of oil slime]. *Chemical Bulletin of Kazakh National University*, 3, 47-55, (in Russian)

5. Shie, J., Lin, J., Chang, C. et al. (2004) 'Oxidative thermal treatment of oil sludge at low heating rates', *Energy & Fuels*, pp.1272–1281, DOI: 10.1021/ef0301811

6. Ismail, A. and Allan, M.M. (2004) 'A designed ADI software for solving Poisson's equation', *Mathematical & Computational Applications*, Vol. 9, No. 2, pp.157–164.

7. Anderson, Tannehill, and Pletcher, (1977) *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*. – 2nd ed., Taylor & Francis, 1977. ISBN 1-56032-046-X

8. G.Balakayeva, G.Kalmenova, C. Phillips. Numerical modelling of the process of thermal treatment of oil slime, *Int. J. Oil, Gas and Coal Technology*, Vol. 34, No. 2, 2023

9. Chang, M. J., Chow, L. C., Chang, W. S. Improved alternating-direction implicit method for solving transient three-dimensional heat diffusion problems, *Numerical Heat Transfer, Part B: Fundamentals*, 19 (1): P. 69–84.

10. Shan Zhao, A Matched. Alternating Direction Implicit (ADI) Method for Solving the Heat Equation with Interfaces, *Journal of Scientific Computing*, Volume 63-Issue 1 -pp 118–137, April,2015.

11. Ashaju, A. and Samson, B. Alternating-direction implicit finite-difference method for transient 2D heat transfer in a metal bar using finite difference method, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, June, Vol. 6, No. 6, pp.105–108, 2015.

12. Abdrabboh, M.A. (1983) *Studies in Heat and Mass Transfer in Oil Sand Beds*, Thesis, University of Calgary, Canada

13. Balakayeva, G., Kalmenova, G. (2023) *Mұнай шламyn termijalyқ өңдеуге арналған қосымшаны әзірлеу* [Development of an application for the thermal treatment of oil slime]. *bulletin KazNPU, series "Physical and Mathematical Sciences"*, No1(81). (in Russian)

14. Balakayeva, G., Kalmenova, G. and Darkenbayev, D. Development of an application for the thermal processing of oil slime in the industrial oil and gas sector, *Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, Vol. 2, pp.25–28, 2023.

15. Python interface to Tcl/Tk // Python Documentation [URL:https://docs.python.org/3/library/tkinter.html](https://docs.python.org/3/library/tkinter.html) 28.08.2019

16. A foreign function library for Python// Python Documentation [URL:https://docs.python.org/2/library/ctypes.html](https://docs.python.org/2/library/ctypes.html) 19.10.2022

Н.Д. Заурбекова<sup>1</sup>, Н.С. Заурбеков<sup>2\*</sup>, Е.Ж. Теңізбаев<sup>3</sup>, А.А. Аманбаев<sup>4</sup>, Н.А. Регинбаева<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Казахский Национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

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

<sup>3</sup>Центрально-Азиатский инновационный университет, г. Шымкент, Казахстан

<sup>4</sup>Алматинский университет энергетики и связи имени Г.Даукеева, г. Алматы, Казахстан

<sup>5</sup>Академия гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан

\*e-mail: [agu\\_nurgali@mail.ru](mailto:agu_nurgali@mail.ru)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

### Аннотация

Изучены возможности применения численных методов исследования устойчивости бортов карьеров с учётом запредельной деформируемости горных пород, в том числе определение механические характеристики массива горных пород. Математические модели породного массива, отражающие полный комплекс прочностных и деформационных свойств горных пород, необходимо реализовать в виде численных процедур, обеспечивающих выполнение заданных законов состояния. В работе данная задача осуществлена с помощью метода конечных элементов. Разработаны метод и численные процедуры на основе деформационной теории пластичности и метода конечных элементов, реализующие линейно-упругий характер деформирования породного массива в допредельной области и разрыхляемость, разупрочняемость в запредельной стадии деформирования. Основной целью работы является разработка процедур, реализующие математическую модель определения механические характеристики массива горных пород на основе численного метода конечных элементов. Полученная новая эффективная численная процедура реализации предложенной модели на основе метода конечных элементов, позволяет в единой расчётной схеме учитывать технологическую последовательность отработки месторождения. Рассмотренные процедуры решения нелинейных задач применима к средам как упрочняющимся, так и разупрочняющимся с ассоциированным и неассоциированным законами состояния.

**Ключевые слова:** устойчивость бортов карьеров, математическая модель породного массива, метод конечных элементов, деформируемость горных пород, численные методы, деформационная теория пластичности.

Н.Д. Заурбекова<sup>1</sup>, Н.С. Заурбеков<sup>2</sup>, Е.Ж. Теңізбаев<sup>3</sup>, А.А. Аманбаев<sup>4</sup>, Н.А. Регинбаева<sup>5</sup>

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

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

<sup>3</sup>Орталық Азия инновациялық университеті, Шымкент қ., Қазақстан

<sup>4</sup>Г.Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>5</sup>Азаматтық авиация академиясы, Алматы қ., Қазақстан

## ТАУ-КЕН ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ШЕКТІ ЭЛЕМЕНТТЕР ӘДІСІ НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ

### Аңдатпа

Тау жыныстарының шектен тыс деформациялануын ескере отырып, карьер жақтауларының орнықтылығын зерттеу үшін сандық әдістерді қолдану, оның ішінде кен жыныстарының механикалық қасиеттерін шекті элементтер негізінде анықтау мүмкіндіктері қарастырылды. Тау жыныстарының беріктік және деформациялық қасиеттерінің толық спектрін көрсететін тау жыныстары массаларының математикалық үлгілері күйдің көрсетілген заңдылықтарының сақталуын қамтамасыз етуі сандық процедуралар түрінде жүзеге асырылуы мүмкін. Жұмыста аталған мәселе ақырлы элементтер әдісі арқылы шешіледі. Икемділіктің деформациялық теориясы мен ақырлы элементтер әдісінің негізінде тау жыныстары массасының деформациялық сызықты-серпімді қасиетін шекке дейінгі аймақта және шектен тыс деформация кезеңінде қопсыту мен жұмсартуды жүзеге асыратын әдіс пен сандық

процедуралар әзірленді. Жұмыстың негізгі мақсаты сандық ақырлы элементтер әдісі негізінде тау массасының механикалық сипаттамаларын анықтаудың математикалық мөделін жүзеге асырушы процедуралар мен әдістемелер құрастыру болып табылады. Ақырлы элементтер әдісіне негізделген ұсынылған модельді іске асырудың нәтижелі жаңа тиімді сандық процедурасы біртекті есептеу сызбасында кен орнын игерудің технологиялық реттілігін есепке алуға мүмкіндік береді. Сызықты емес есептерді шешудің қарастырылған процедуралары күйдің байланысты және байланысты емес заңдары арқылы қатаятын немесе жұмсаратын ортада да қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** карьер жақтауларының орнықтылығы, тау жыныстары массасының математикалық моделі, ақырлы элементтер әдісі, тау жыныстарының деформациялану қабілеті, сандық әдістер, пластиканың деформациялық теориясы.

*N.D. Zaurbekova<sup>1</sup>, N.S. Zaurbekov<sup>2</sup>, Ye. Zh. Tenizbayev<sup>3</sup>, A.A. Amanbayev<sup>4</sup>, N.A. Reginbayeva<sup>5</sup>*

*<sup>1</sup> Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan*

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

*<sup>3</sup> Central Asian Innovative University, Shymkent, Kazakhstan*

*<sup>4</sup> University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan*

*<sup>5</sup> Kazakhstan Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan*

## **DETERMINATION OF ROCK MASS CHARACTERISTICS BASED ON FINITE ELEMENT METHOD**

### *Abstract*

The possibilities of using numerical methods for studying the stability of quarry sides taking into account the extreme deformability of rocks, including determining the mechanical characteristics of a rock mass, have been studied. Mathematical models of rock masses, reflecting the full range of strength and deformation properties of rocks, must be implemented in the form of numerical procedures that ensure compliance with the specified laws of state. In this work, this task was accomplished using the finite element method. A method and numerical procedures have been developed based on the deformation theory of plasticity and the finite element method, which implement the linear-elastic nature of the deformation of the rock mass in the pre-limit region and loosening and softening in the beyond-limit stage of deformation. The main goal of the work is to develop procedures that implement a mathematical model for determining the mechanical characteristics of a rock mass based on the numerical finite element method. The resulting new effective numerical procedure for implementing the proposed model based on the finite element method allows one to take into account the technological sequence of field development in a single calculation scheme. The considered procedures for solving nonlinear problems are applicable to media both hardening and softening with associated and non-associated laws of state.

**Keywords:** stability of quarry sides, mathematical model of rock mass, finite element method, deformability of rocks, numerical methods, deformation theory of plasticity.

### **Введение**

Сложность конкретных задач горного производства и современных теоретических методов приводит к необходимости использования численных методов и компьютера. Ещё недавно считалось, что процессы, происходящие в массиве горных пород при проведении выработок случайны, и проектирование выработок осуществлялось на основе интуиции исполнителя и опыта прошлого строительства. Успехи геомеханики и вычислительной техники изменили представление о проектировании открытых и подземных горных выработок.

Во многих работах, в том числе в [1-5] разработаны различные математические модели изучения деформируемости породного массива. В основном, эти модели обоснованы и решены с помощью метода конечных элементов в условиях плоской деформации. Однако, до сих пор остаётся мало изученным проблемы численной реализации их. Эти модели необходимо реализовать в виде численных процедур, обеспечивающих выполнение заданных законов состояния. Самым распространённым методом решения задач исследования устойчивости бортов и карьеров является метод конечных элементов (МКЭ). Метод конечных элементов в последние 30 лет является одним из самых распространённых методов решения



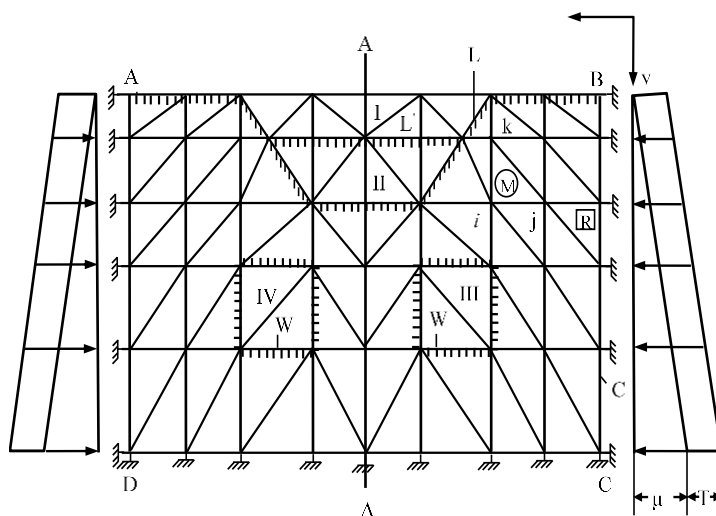
прикладных задач. Наглядность метода, сравнительная простота его применения в случае областей сложного рельефа, а также возможность учёта разнообразных и сложных свойства горных пород и грунтов сделали его весьма популярным среди широкого круга исследователей. Метод конечных элементов (МКЭ) представляет собой синтез новейших достижений механики сплошных сред и численных методов математики. Он получил исключительно широкое применение в различных областях физики и техники, главным образом, при анализе напряжённо-деформированного состояния. Принципиально новые возможности открывает в механике горных пород и грунтов применение МКЭ.

В настоящее время МКЭ является мощным средством приближенного решения дифференциальных уравнений, описывающих различные физические процессы. МКЭ является универсальным, достаточно простым и доступным средством решения сложных разнообразных задач геомеханики. Он позволяет легко учитывать произвольно задаваемые граничные условия - в виде заданных контурных или массовых сил, заданных перемещений границ или внутренних точек области. С одинаковой простотой решаются задачи в однородных и неоднородных средах, в односвязных или многосвязных областях. Лёгкость МКЭ в установлении для различных областей исследуемого массива своих законов, функций связывающих узловые силы и перемещения даёт возможность использовать различные элементы и значительно повышать эффективность метода.

Про суть и методологии метода широко обсуждены в [5, 6]. Чтобы гарантировать сходимость конечно-элементного процесса к точному решению, функции перемещения должны удовлетворять критериям, определённым в работе [2, 7, 8]. В предлагаемой работе разработана новая эффективная численная процедура реализации предложенной модели на основе метода конечных элементов, позволяющей в единой расчётной схеме учитывать технологическую последовательность отработки месторождения. Научное и практическое значение работы заключается в разработке методики оценки устойчивости бортов карьеров и откосов на стадиях проектирования, начала отработки карьеров и достижения бортов предельного положения.

### Постановка задачи

Пусть имеется двумерная область  $R$ , ограниченная контуром  $C$  (рисунок 1). В области  $R$  на контуре  $C$  в виде граничных условий задаётся только часть параметров (напряжения или смещения, иногда их комбинация), а остальные параметры отыскиваются в ходе решения задачи.



$R$  – полная область;  $C$  – контур  $R$ ;  $L$  – окончательный контур откоса;  $W_1, W_2$  – контуры камер;  $A$   
Рисунок 1. Общая расчётная схема

Например, если в задаче геомеханики на границе заданы смещения, то напряжения на границе (как и напряжения и смещения в любой точке области R) можно найти как часть решения задачи и наоборот. Если на границе C задано достаточно условий, то решения задачи определяются этими условиями единственным образом.

Необходимо найти расчётные механические характеристики массива горных пород. В методе конечных элементов вся область R разбивается на сетку элементов (рисунок 1), т.е. строятся конечные элементы (КЭ) – модель области. На границах области C, когда не учитываются тектонические напряжения, ставятся следующие условия:

- на верхней  $\sigma_y = \gamma H, \tau_{xy} = 0;$
- на нижней  $\tau_{xy} = 0, v = 0;$
- на боковых  $\tau_{xy} = 0, u = 0;$

где H – глубина от дневной поверхности,  $\gamma$  – объёмный вес.

При учёте тектонических напряжений, на боковых границах имеем:

$$\sigma_x = \sigma_{xp} + \sigma_{xt}, v = 0,$$

где  $\sigma_{xp} = \mu \sigma_y, \sigma_{xt} = t \gamma h$  – горизонтальные компоненты поля напряжений гравитации и тектоники;  $\mu = \nu / (1 - \nu)$  – коэффициент бокового распора; t – коэффициент тектоники.

Основной целью работы является разработка процедур, реализующие математическую модель определения механических характеристик массива горных пород на основе численного метода конечных элементов.

### Методология исследования

В плоской задаче теории упругости точки напряжённой области получают перемещения, характеризуемые компонентами u и v вдоль осей координат x и y. Аналитическое решение упругой задачи в перемещениях представляет собой отыскание двух функций u(x, y) и v(x, y), непрерывных в рассматриваемой области (рисунок 2). В МКЭ эти криволинейные поверхности аппроксимируются набором кусочков плоскостей, имеющих простое уравнение в виде полинома

$$\begin{aligned} u &= \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y, \\ v &= \alpha_4 + \alpha_5 x + \alpha_6 y. \end{aligned} \tag{1}$$

где x, y – координаты точки;  $\alpha_{1-6}$  – параметры линеаризации, постоянные коэффициенты.

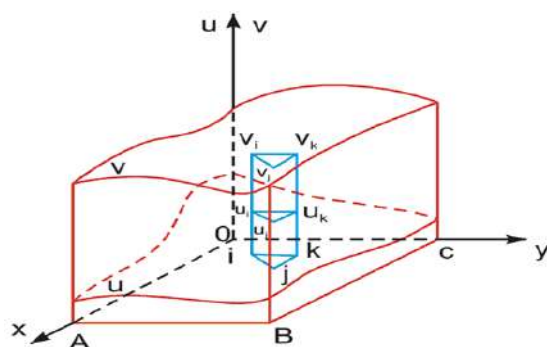


Рисунок 2. Графическое изображение упругого решения

Уравнение (1) для трёх узловых точек элемента могут быть записаны в матричной форме:

$$\begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix} = [A] \{ \alpha \}, \tag{2}$$

Где

$$\{\delta\} = \begin{Bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{v} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} u_i \\ u_j \\ u_k \\ v_i \\ v_j \\ v_k \end{Bmatrix} \text{ – вектор узловых перемещений;}$$

$$A = \begin{vmatrix} 1 & x_i & y_i & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x_j & y_j & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x_k & y_k & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x_i & y_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x_j & y_j \\ 0 & 0 & 0 & 1 & x_k & y_k \end{vmatrix} \text{ – матрица координат узлов;}$$

$$\{\alpha\} = \begin{Bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \alpha_4 \\ \alpha_5 \\ \alpha_6 \end{Bmatrix} \text{ – вектор коэффициентов.}$$

Из формулы (2) можно найти постоянные коэффициенты:

$$\{\alpha\} = [A]^{-1} \{\mathbf{uv}\}, \quad (3)$$

Путём подстановки найденных значений  $\alpha_{1-6}$  в уравнения (1) получим функции перемещений, выраженные через координаты и перемещения узлов:

$$u = \frac{1}{2\Delta} (a_i + b_i x + c_i y) u_i + (a_j + b_j x + c_j y) u_j + (a_k + b_k x + c_k y) u_k, \quad (4)$$

$$v = \frac{1}{2\Delta} (a_i + b_i x + c_i y) v_i + (a_j + b_j x + c_j y) v_j + (a_k + b_k x + c_k y) v_k.$$

где  $2\Delta = \begin{vmatrix} 1 & x_i & y_i \\ 1 & x_j & y_j \\ 1 & x_k & y_k \end{vmatrix}$  – определитель, площадь треугольника;

$$a_i = x_j y_k - x_k y_j,$$

$$b_i = y_j - y_k,$$

$$c_i = x_k - x_j$$

причём остальные коэффициенты можно получить циклической перестановкой нижних индексов в последовательности  $i, j, k$ .

Введя обозначения

$$\begin{aligned} L_i &= (a_i + b_i x + c_i y)/2\Delta, \\ L_j &= (a_j + b_j x + c_j y)/2\Delta, \\ L_k &= (a_k + b_k x + c_k y)/2\Delta. \end{aligned} \quad (5)$$

(4) запишем в виде

$$\begin{aligned} u &= L_i u_i + L_j u_j + L_k u_k, \\ v &= L_i v_i + L_j v_j + L_k v_k, \end{aligned} \quad (4')$$

где,  $L_i, L_j, L_k$  - функции формы.

В пределах рассматриваемого элемента относительные деформации горных пород в пределах элемента определяются по следующим формулам [9, 5, 7] :

$$\begin{aligned} u &= L_i u_i + L_j u_j + L_k u_k, \\ v &= L_i v_i + L_j v_j + L_k v_k, \\ \varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x} = L'_{ix} u_i + L'_{jx} u_j + L'_{kx} u_k, \\ \varepsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial y} = L'_{iy} v_i + L'_{jy} v_j + L'_{ky} v_k, \\ \gamma_{xy} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = L'_{iy} u_i + L'_{jy} u_j + L'_{ky} u_k + L'_{ix} v_i + L'_{jx} v_j + L'_{kx} v_k \end{aligned} \quad (6)$$

Так же можно представить в матричной форме [9]:

$$\{\varepsilon\} = [B]\{\delta\},$$

$$\text{где } \{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}, \quad [B] = \begin{bmatrix} L'_{ix} & L'_{jx} & L'_{kx} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & L'_{iy} & L'_{jy} & L'_{ky} \\ L'_{ix} & L'_{jx} & L'_{kx} & L'_{iy} & L'_{jy} & L'_{ky} \end{bmatrix}$$

Дифференцируя (5) получим значения производных (6) [10].

В работе [11] обобщённый закон Гука для однородно-изотропного линейно-упругого тела приведён в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{2G}{1-2\nu} [(1-\nu)\varepsilon_x + \nu(\varepsilon_y + \varepsilon_z)], \\ \sigma_y &= \frac{2G}{1-2\nu} [(1-\nu)\varepsilon_y + \nu(\varepsilon_x + \varepsilon_z)], \end{aligned} \quad (7)$$

$$\sigma_z = \frac{2G}{1-2\nu} [(1-\nu)\varepsilon_z + \nu(\varepsilon_x + \varepsilon_y)],$$

$$\tau_{xy} = G\gamma_{xy}, \quad \tau_{xz} = G\gamma_{xz}, \quad \tau_{yz} = G\gamma_{yz}.$$

где  $E$  – модуль Юнга, называемой также модулем упругости,  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$  – модуль сдвига, подставляя формулу (7) в (6), получим напряжения

$$\{\sigma\} = [D][B]\{\delta\}. \quad (8)$$

Считается, что в МКЭ элементы действуют друг на друга только в узловых точках. Элемент деформируется за счёт того, что в его вершинах приложены шесть компонент узловых сил  $\{F\}$  от соседних элементов или внешних воздействий. Если зададим виртуальное перемещение  $d\delta$  по направлению оси  $x$  узлу 1, то внешнюю работу совершит только сила  $X_i$ :

$$A_{\text{внеш}} = X_i d\delta. \quad (9)$$

При перемещении узла деформацию рассматриваемого элемента определим:

$$\{d\varepsilon\} = [B]\{d\delta\}, \quad \text{где } \{d\delta\} = d\delta \{100\ 000\}^T. \quad (10)$$

При этом, т.е. при возникновении деформаций  $\{d\varepsilon\}$ , происходит работа внутренних напряжений:

$$A_{\text{вн}} = \int_S (d\varepsilon_x \sigma_x + d\varepsilon_y \sigma_y + d\gamma_{xy} \tau_{xy}) dS = \int_S \{d\varepsilon\}^T \{\sigma\} dS. \quad (11)$$

Или же после подстановки в (11) формул (8), (10) получим

$$A_{\text{вн}} = d\delta \int_S \{100000\} [B]^T [D] [B] \{\delta\} dS. \quad (12)$$

Приравнявая (9) к (12) получим

$$X_i = \int_S \{100000\} [B]^T [D] [B] \{\delta\} dS. \quad (13)$$

Придавая поочередно узлам виртуальное перемещение  $d\delta$ , получаем ещё пять выражений типа (13), отличающихся друг от друга только перемещающейся единицей вправо. Поэтому все шесть выражений для узловых сил могут быть объединены в одной матричной формуле:

$$\begin{Bmatrix} x \\ y \end{Bmatrix} = [k] \begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix}, \quad (14)$$

где  $[k] = \int_S [B]^T [D] [B] dS$  – матрица жёсткости элемента (МЖЭ).

Поскольку производная функции формы постоянна в пределах элемента, то интеграл на площади можно заменить на площадь элемента  $\Delta$ , тогда

$$[k] = \Delta [B]^T [D] [B], \quad (15)$$

МЖЭ (15) может быть представлена в виде функции формы

$$[k] = [A]^{-1T} [B']^T [D] [B'] [A]^{-1}, \quad (16)$$

$$\text{где } [B'] = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

Легко показать, что  $[B] = [B'] [A]^{-1}$ .

МЖЭ имеет ранг 6 и симметрична относительно главной диагонали. Из соотношений (8), (14) и (15) можно получить

$$\begin{Bmatrix} X \\ Y \end{Bmatrix} = \Delta [B]^T \{ \sigma \}, \quad (17),$$

связывающее напряжения в элементе с узловыми силами.

Путем объединения матриц жёсткости всех элементов области в общую матрицу жесткости системы (МЖС)  $[K]$  получим систему линейных уравнений, связывающих узловые силы и перемещения области, решение которой даёт возможность получить полный набор параметров напряжённо- деформированного состояния в упругой области.

Свойства объединение матриц жёсткости элементов описано в [10], поэтому пропустим их изложение.

МЖС связывает собой в систему линейных уравнений узловые силы перемещения:

$$[K] \{ \delta \} = F. \quad (18)$$

Алгоритм и программа решения упругой задачи на основе МКЭ по «ГЕОМЕХАНИКА» изложена в работе [12].

Вектор узловых сил формируется из реально заданных сосредоточенных нагрузок или сведённых к узловым силам распределённых по контуру или по площади области сил. Силы тяжести приводятся к узловым силам путём умножения объёмного веса на площадь элемента и распределяется поровну между тремя узлами. Если к свободному узлу не приложено никакой реальной внешней силы, то значит сумма сил от окружающих элементов в этом узле равна нулю.

Если постановка задачи такова, что в каком- то из узлов (или в группе узлов) задано перемещение по одному (или обоим) координатному направлению, например  $u_i$ , то в уравнении (18) столбец МЖС с номером  $(2i-1)$  следует умножить на заданную величину  $u_i$  и почленно перенести в правую часть уравнения, добавив к заданным узловым силам. Количество неизвестных сокращается, строка МЖС с номером  $(2i-1)$  превращается в линейную комбинацию остальных строк и может быть удалена.

Система связей (заданных перемещений) должна быть такова, чтобы исключалось свободное перемещение или вращение области в поле координат. Минимальное число связей, обеспечивающих это условие- две по одной оси и одна по другой.

При решении геомеханических задач в ряде случаев необходимо провести серию решений с последовательно изменяемыми контурами области, например, при послышной выемке котлована, по этапной проходке тоннеля, подработки борта карьера камерами и др. В этих случаях вся серия решений может быть приведена по одной сети КЭ- модели (рисунок 1) в автоматическом режиме с помощью следующей процедуры.

Пусть необходимо в массиве (R) образовать откос с окончательным контуром (L), затем подработать его камерами с контурами W1 и W2 .

Удаление той или иной группы элементов достигается путём присвоения им модуля упругости  $E=0$  и объёмного веса  $\gamma=0$  при одновременной фиксации узлов, окружённых только нулевыми E. Элементам последовательно вынимаемых слоёв присваиваются номера

типов, равные номеру этапа выемки I, II, III, IV и др. (рисунок 1), а всем этим типам присваиваются реальные характеристики пород. Организуется цикл по числу этапов выемки.

В каждом цикле:

1) всем элементам, номер типа которых совпадает с номером цикла, присваивается номер типа I;

2) просматриваются все узлы области, а в каждом цикле по узлам все элементы. Если узел окружён только элементом первого типа, то узлы присваиваются признаки фиксации по всем координатным направлениям;

3) для всех элементов области, имеющих тип I (т.е. извлекаемых в данном этапе выемки), вычисляются узловые силы по напряжениям, предшествующим выемки данного слоя. Из вычисленных узловых сил (с обратным знаком) формируется вектор нагрузки системы.

После выполнения всех перечисленных операций из области будет удалена очередная II группа элементов, а к вновь образованному участку контура будут приложены силы, эквивалентные напряжениям, снимаемым с контура при удалении слоя. Силы, вычисляемые и прикладываемые к внутренним узлам удалённой зоны, никакого участия в дальнейших решениях принимать не будут, так как этим узлам присвоены признаки фиксации, и при решении системы соответствующие уравнения игнорируются.

Таким образом, после удаления I – II групп элементов в массиве образуется откос контуром L. После этого последовательное удаление элементов III и IV группы позволяют образовать камеры с контурами W1 и W2. Отметим, что процедура может быть выполнена, по желанию, различными вариантами образования выработок. Для этого остаётся только поменять нумерации этапов выемки.

Рассмотрим выше изложенное в комплексе. Первоначально задача решается для рассматриваемой полной области ABCD (рисунок 1). Находим тензор напряжений  $\sigma_{ij}^0$  и деформаций  $\varepsilon_{ij}^0$ , перемещение  $u_{ij}^0$ . Запоминаем их в памяти ЭВМ, если надо – печатаем. В зависимости от заданного закона состояния, а также граничных условий (19), (20) (приложение на границу внешних сил и перемещений) найденные значения могут быть упругими или же упруго – пластическими, соответствующими какому-то циклу итераций. Формирование откоса и камер будем имитировать серией шагов изменения контуров области. В первом шаге решения внимаем первый слой I на глубине H1. Элементам первого слоя задаём величины  $E = 0$ ,  $\gamma = 0$ . Фиксируем жёстко те узлы, которые окружают элементы только с нулевым модулем упругости. При этом элементы первого слоя заменяются пустыми элементами, которые не нарушают основной сети КЭ – модели. Удаление элементов слоя I приводит к тому, что часть контура L освобождается от давления (усилия) вышележащей толщи:

$$F' = F'(\sigma_x^0, \sigma_y^0, \sigma_{xy}^0). \quad (19)$$

Расчёт нагрузки в (19) осуществляется по формуле (17). Освобождение  $L'$  от усилий означает, что к контуру  $L'$  нужно приложить распределённые нагрузки, противоположные (с обратным знаком) усилиям из (19).

Далее решается задача с заданными новыми граничными условиями и контурами  $L'/C$  для невесомой среды.

Найденное приращение напряжений, деформаций и смещений прибавляется к предыдущим решениям для полной области:

$$\begin{aligned} \sigma_{ij}^1 &= \sigma_{ij}^0 + \Delta\sigma_{ij}^1, \\ \varepsilon_{ij}^1 &= \varepsilon_{ij}^0 + \Delta\varepsilon_{ij}^1, \\ u_{ij}^1 &= u_{ij}^0 + u_{ij}^1. \end{aligned} \quad (20)$$

Если же суммарное значение напряжений и деформаций удовлетворяет закону состояния, то (20) будет окончательным. Если же нет, тогда делаем итерации до достижения заданной точности и находим окончательное решение:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij0}^1 &= \sigma_{ij}^1 + \Delta\sigma_{ij}, \\ \varepsilon_{ij0}^1 &= \varepsilon_{ij}^1 + \Delta\varepsilon_{ij}, \\ u_{ij0}^1 &= u_{ij}^1 + u_{ij}.\end{aligned}\tag{21}$$

Во втором шаге вынимаем II слой, определим снимаемую нагрузки для L:  $F^II = F^II(\sigma_x^1, \sigma_y^1, \tau_{xy}^1)$ . Повторяем все выше сказанное и получим решение для второго шага  $\sigma_{ij0}^2, \varepsilon_{ij0}^2, u_{ij0}^2$  и т.д.

Решение задачи в R-том шаге имеет следующий вид. Находим нагрузки  $F^R = F^R(\sigma_x^{R-1}, \sigma_y^{R-1}, \tau_{xy}^{R-1})$  при выемке R-го слоя. После первой итерации имеем:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij}^R &= \sigma_{ij}^{R-1} + \Delta\sigma_{ij}^R, \\ \varepsilon_{ij}^R &= \varepsilon_{ij}^{R-1} + \Delta\varepsilon_{ij}^R, \\ u_{ij}^R &= u_{ij}^{R-1} + \Delta u_{ij}^R.\end{aligned}\tag{22}$$

Если (22) удовлетворяет закону состояния, то является окончательным решением задачи при образовании выработок, если же нет, тогда делаем последующих итераций до удовлетворения заданной точности и получим окончательное решение

$$\begin{aligned}\sigma_{ij0}^R &= \sigma_{ij}^R + \Delta\sigma_{ij}, \\ \varepsilon_{ij0}^R &= \varepsilon_{ij}^R + \Delta\varepsilon_{ij}, \\ u_{ij0}^R &= u_{ij}^R + \Delta u_{ij}.\end{aligned}\tag{23}$$

Составлена подпрограмма, автоматически реализующая на ЭВМ выше сказанное. Решение (23) должно удовлетворять закону состояния заданной точности, уравнения равновесия и совместности деформаций. Так же отметим, что основной целью работы является разработка процедур, реализующие математическую модель определение механические характеристики массива горных пород на основе численного метода конечных элементов, которая подробно изложена в пункте реализация моделей сред на основе МКЭ.

### Результаты исследования

Постановка граничных условия и основные особенности решения задач данного типа изложены в работах [5, 6]. Поэтому пропуская промежуточные преобразования и формулировки, окончательно получим:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij0}^R &= \sigma_{ij}^R + \Delta\sigma_{ij}, \\ \varepsilon_{ij0}^R &= \varepsilon_{ij}^R + \Delta\varepsilon_{ij}, \\ u_{ij0}^R &= u_{ij}^R + \Delta u_{ij}.\end{aligned}\tag{24}$$

Составлена подпрограмма, автоматически реализующая на компьютере выше сказанное. Решение (24) должно удовлетворять закону состояния заданной точности, уравнения



равновесия и совместности деформаций.

### Дискуссия

Процедуры учёта запредельных диаграмм изложена в работах [3, 9, 10, 13-15].

**Реализация моделей сред на основе метода конечных элементов.** Простота разработанных моделей сред, а также тесная связь с традиционными аппаратами геомеханики и методом конечных элементов позволяет ее реализовать и довольно широко применять их при решении разнообразных задач. При использовании процедур получение нелинейных решений особенно важными являются определение значений теоретических напряжений (или приращение теоретических напряжений) и переменных упругих констант. Ниже запишем алгоритмы определения этих величин в зависимости от модели сред.

**I. Реализация модели идеально-пластической среды с равнообъёмным характером течения.** Запишем алгоритм определения теоретических напряжений  $\sigma_1^T$  и  $\sigma_3^T$  по заданным деформациям  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_3$  для данной среды.

1. Если  $f_1(\varepsilon) > 0$  или  $f_2(\varepsilon) > 0$ , то иди к 4.

Комментарий: расчёт напряжений неупругих зон начнётся с оператора 4.

2.  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$  определяется формулами: 
$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_1 + \nu\varepsilon_3), \quad \sigma_3 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_3 + \nu\varepsilon_1)$$

Комментарий: напряжения определены уравнениями упругости. Задача выполнена, заканчиваем.

3. Иди к 100.

4. Если  $\varepsilon_1 \leq 0$ , то иди к 30.

Комментарий: напряжения, соответствующие деформациям зоны V, определяется с оператора 30.

5. Если  $f_4(\varepsilon) \leq 0$ , то иди к 20.

Комментарий: деформации зоны IV рассматриваются с оператора 20.

10.  $\sigma_3 =$  максимальной из величин  $(0, \sigma_3)$  где  $\sigma_3$  вычисляется по формуле

$$\sigma_3 = [E(\varepsilon_1 + \varepsilon_3) + S(\nu - 1)] / (1 - \nu \operatorname{ctg} \psi + \operatorname{ctg} \psi - \nu) \quad (*)$$

Комментарий: рассматриваются зоны II и III. Расчёт по формуле (\*) для зоны II даёт положительное значение, для зоны III отрицательное. Поэтому выбор максимальной из двух величин: 1) определённой по формуле (\*) и 2) 0-даёт верный ответ; для зоны II будет определено по формуле (\*), а для зоны III будет выбрано равным 0.

16.  $\sigma_1$  определяется формулой

$$\sigma_1 = S + \sigma_3 \operatorname{ctg} \psi, \quad (**)$$

где  $S = 2C \operatorname{ctg}(\pi/4 - \varphi/2)$  – прочность на одноосное сжатие.

Комментарий: по рассчитанному  $\sigma_3$  вычисляется  $\sigma_1$ . Задача выполнена, кончаем.

17. Иди к 100.

20.  $\sigma_1$  определяется первым соотношением формулы  $\sigma_1 = E\varepsilon_1 + \nu\sigma_3$ , при  $\sigma_3 = 0$

Комментарий: определили  $\sigma_1$  для зоны IV.

21. Иди к 40.

30.  $\sigma_1 = 0$ .

Комментарий: определили  $\sigma_1$  для зоны V.

40.  $\sigma_3 = 0$ .

Комментарий: определили  $\sigma_3$  для зон V и IV.

100. Конец.

**II. Реализация модели упруго-пластической среды с разрыхлением.** Определим величины

теоретических напряжений  $\sigma_1^T$  и  $\sigma_3^T$  по заданным деформациям  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_3$  для данной среды.

1. Если  $f_1(\varepsilon) > 0$  или  $f_2(\varepsilon) \geq 0$ , то иди к 4.

Комментарий: расчёт напряжений неупругих зон начнётся с оператора 4.

2.  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$  определяется формулами: 
$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_1 + \nu\varepsilon_3), \quad \sigma_3 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_3 + \nu\varepsilon_1).$$

Комментарий: напряжения определены уравнениями упругости. Задача выполнена, кончаем.

3. Иди к 100.

4. Если  $\varepsilon_1 \leq 0$ , то иди к 30.

Комментарий: напряжения, соответствующие деформациям V зоны определяется с оператора 30.

5. Если  $f_4(\varepsilon) \leq 0$ , то иди к 20.

Комментарий: деформации IV зоны рассматриваются с оператора 20.

10.  $\sigma_3 = \max(0, \sigma_3)$ , где

$$\sigma_3 = \frac{[E(\varepsilon_3 - \lambda\varepsilon_1) + S(\nu - \lambda)]}{1 - \nu \operatorname{ctg} \psi + \lambda \operatorname{ctg} \psi - \lambda \nu}. \quad (***)$$

Комментарий: рассматриваются II и III зоны. Расчёт по данной формуле для II зоны даёт положительное значение  $\sigma_3$ , а для III зоны - отрицательное. Поэтому выбор максимальной из двух величин:

1) определённая таким образом  $\sigma_3$  делает верным ответ

2) для зоны II  $\sigma_3$  будет определено по формуле (\*\*\*), а также для зоны III  $\sigma_3$  будет выбрано равным 0.

16.  $\sigma_1$  определяется по формуле (\*\*).

Комментарий: по рассчитанному  $\sigma_3$  вычисляется  $\sigma_1$ . Задача выполнена, кончаем.

17. Иди к 100.

20.  $\sigma_1$  определяется формулой  $\sigma_1 = E\varepsilon_1$ .

Комментарий: определены  $\sigma_1$  для IV зоны.

21. Иди к 40.

30.  $\sigma_1 = 0$ .

Комментарий: определили  $\sigma_1$  для V зоны.

40.  $\sigma_3 = 0$ .

Комментарий: определили  $\sigma_3$  для IV и V зон.

100. Конец.

**III. Реализация модели среды с разупрочнением и разрыхлением.** Алгоритм определения теоретических напряжений по заданным деформациям для разрыхляемой и разупрочняемой среды может быть записан так:

1. Если  $f_1(\varepsilon) > 0$  или  $f_2(\varepsilon) > 0$ , то иди к 4.

Комментарий: расчёт напряжений неупругих зон начинается с оператора 4.

2.  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$  определяются формулами:

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_1 + \nu\varepsilon_3), \quad \sigma_3 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_3 + \nu\varepsilon_1).$$

Комментарий: напряжения определены уравнениями упругости. Задача выполнена. Кончаем.

3. Иди к 100.

4. Если  $\varepsilon_1 \leq 0$ , то иди к 30.

Комментарий: напряжения, соответствующие деформациям зоны V, определяется с

оператора 30.

5. Если  $f_4(\varepsilon) \leq 0$ , то иди к 20

Комментарий: деформации V зоны рассматривается с оператора 20.

10.  $\sigma_3 = \max(0, \text{формула } (*))$ .

Комментарий: рассматриваются зоны II и III, если  $f_5(\varepsilon) > 0$  то  $\sigma_3$  определяются по (\*), в противном случаи по (2.52).

Поэтому выбор максимальной из двух величин даёт верный ответ: для зоны II  $\sigma_3$  будет определено по формуле (\*), а для зоны III  $\sigma_3$  будет выбрана равным 0.

11.  $\sigma_3^F$  определяется формулой

$$\sigma_3^F = \frac{S - S^{\text{ост}}}{\text{ctg}\psi^{\text{ост}} - \text{ctg}\psi}.$$

12.  $\sigma_1^y$  определяется формулой

$$\varepsilon_1^y = \frac{1}{E} [S + \sigma(\text{ctg}\psi - \nu)].$$

13.  $\sigma_1^{\text{ост}}$  определяется следующим образом

Если  $\sigma_3 \leq \sigma_3^F$ , то  $\sigma_1^{\text{ост}} = S^{\text{ост}} + \sigma_3 \text{ctg}\psi^{\text{ост}}$

$$\text{Если } \sigma_3 > \sigma_3^F, \text{ то } \sigma_1^{\text{ост}} = S^{\text{ост}} + \sigma_3 \text{ctg}\psi^{\text{ост}} + S$$

14. Если  $(\varepsilon_1 - m\varepsilon_1^y) \geq 0$ , то иди к 18.

Комментарий: если деформация  $\varepsilon_1$  превышает  $m\varepsilon_1^y$ , то сопротивляемость  $\sigma_1$  снизилась до остаточной прочности.

15.  $\sigma_1$  определяется формулой  $\sigma_3 = \frac{1}{m-1} \left[ \sigma_1^* m - \sigma_1^{\text{ост}} - \frac{E\varepsilon_1(\sigma_1^* - \sigma_1^{\text{ост}})}{\sigma_1^* - \nu\sigma_3} \right]$ .

Комментарий: поскольку  $\varepsilon_1$  находится в пределах участка D"K", то  $\sigma_1$  определяется по данной интерполяционной формуле.

17. Иди к 100.

18.  $\sigma_1 = \sigma_1^{\text{ост}}$ .

19. Иди к 100.

20.  $\sigma_1 = E\varepsilon_1$ .

21. Иди к 40.

30.  $\sigma_1 = 0$ .

Комментарий: определили  $\sigma_1$  для зоны V.

40.  $\sigma_3 = 0$ .

Комментарий: определили  $\sigma_3$  для зон IV и V.

100. Конец.

Алгоритм изложенный выше подходит и для случая, если в этой модели зависимость  $\sigma_3 = M(\varepsilon_1, \varepsilon_3)$  и  $\sigma_1 = N(\varepsilon_1, \sigma_3)$  задаётся в виде таблиц. При этом промежуточные значения  $\sigma_3^T$  и  $\sigma_1^T$  находятся по формулам

$$\begin{aligned} Z(\varepsilon_1^j, \varepsilon_3^j) &= \alpha_{\sigma_3} + \beta_{\sigma_3} \varepsilon_1^j + \gamma_{\sigma_3} \varepsilon_3^j + \delta_{\sigma_3} \varepsilon_1^j \varepsilon_3^j \\ Z(\varepsilon_1^j, \sigma_3^j) &= \alpha_{\sigma_1} + \beta_{\sigma_1} \varepsilon_1^j + \gamma_{\sigma_1} \sigma_3^j + \delta_{\sigma_1} \varepsilon_1^j \sigma_3^j, \end{aligned}$$

а другие по таблице.

## Выводы

Разработана новая эффективная численная процедура реализации предложенной модели на основе метода конечных элементов, позволяющей в единой расчётной схеме учитывать технологическую последовательность отработки месторождения. Научное и практическое значение работы заключается в разработке методики оценки устойчивости бортов карьеров и откосов на стадиях проектирования, начала отработки карьеров и достижения бортов в предельного положения.

Анализ результатов исследований позволяют сделать следующие основные выводы:

Определена оптимальная математическая модель оценки устойчивости бортов карьеров и откосов, учитывающая неоднородную структуру массива и неупругую деформации горных пород. В предложенной модели описание границ прочности и текучести осуществляется в плоскости деформации, являющейся наиболее удобной для численной реализации и проведения сложных расчётов. Разработанная методика расчёта отличается от предыдущих исследований тем, что учитывает неоднородностное строение массива и неупругую деформацию горных пород. В предложенном методе описание границ прочности и текучести производится в плоскости деформации, что наиболее удобно для численной реализации и сложных расчётов. Разработанные методы и численные процедуры, основанные на теории пластической деформации и методе конечных элементов, позволяющие реализовать линейно-упругий характер деформирования горных пород в предпереходной зоне, а также разрыхление и разупрочнение на предельных стадиях деформирования. Так же разработана новая эффективная численная процедура реализации предложенной модели на основе метода конечных элементов, позволяющая рассмотреть техническую последовательность разработки месторождения в рамках одной расчётной схемы. Разработаны алгоритмы и программы, реализующие модели на компьютере.

*Список использованной литературы:*

- 1 Yuan, WH., Liu, K., Zhang, W. et al. *Dynamic modeling of large deformation slope failure using smoothed particle finite element method* // *Landslides* 17, 1591–1603 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01375-w>
- 2 Заурбекова Н.Д. *Метод конечных элементов при моделировании процесса деформирования откосов* // *Известия НАН Кыргызской Республики. № 4. Бишкек, Илим, Кыргызская Республика, 2007. - С. 42-45.*
- 3 Абдылдаев Э.К., Заурбекова Н.Д. *Математические модели породного массива* // *Комплексное использование минерального сырья. №1. Алматы, 2007. - С. 3-6.*
- 4 Абдылдаев Э.К., Сандибеков М.Н., Заурбекова Н.Д. *Моделирование процесса деформирования откосов* // *Вестник Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева. № 2 (59). Алматы, 2007. - С. 17-19.*
- 5 Абдылдаев Э.К. *Метод конечных элементов при решении прикладных задач. – Алматы.: Полиграфия-сервис, 2011, - 111 с.*
- 6 Махамбаева И.У. *Особенности решения задач геомеханики с учетом влияния выработок – Материалы международной научно-практической конференции конференции "Актуальные научные разработки", Бял ГРАД-БГ (г.София, Болгария), 2012*
- 7 Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. and Zhu J.Z. *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals – Book Seventh Edition 2013.* <https://doi.org/10.1016/C2009-0-24909-9>
- 8 Y. K. Dem'yanovich, "Smoothness of Spaces in Finite Element Methods," 2018 5th International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and Industry (MCSI), Corfu, Greece, 2018, pp. 24-28, doi: 10.1109/MCSI.2018.00015.
- 9 Зыков Д.Б. *Геомеханическое обоснование устойчивости выработок в рыхлых рудах: Специальность 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2006.*
- 10 Волохов Е.М. *Прогноз сдвижений и деформаций массива горных пород и земной поверхности при сооружении городских тоннелей глубокого залегания: Специальность 25.00.16 - Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2004.*

- 11 Liu GR, Nguyen-Thoi T, Nguyen-Xuan H, Lam KY (2009) A node-based smoothed finite element method (NS-FEM) for upper bound solutions to solid mechanics problems //Comput Struct 87(1–2):14–26
- 12 Фадеев А.Б. Репина П.И. Абдылдаев Э.К. Метод конечных элементов при решении геотехнических задач и программа Геомеханика – Л.: ЛИСИ, 1982. - 82 с.
- 13 Monforte L, Carbonell JM, Arroyo M, Gens A (2017) Performance of mixed formulations for the particle finite element method in soil mechanics problems. //Computational Particle Mechanics. 4(3):269-284
- 14 Monforte L, Arroyo M, Carbonell JM, Gens A (2018) Coupled effective stress analysis of insertion problems in geotechnics with the particle finite element method. //Comput Geotech 101:114–129
- 15 Zhang X, Wang L, Krabbenhoft K, Tinti S (2019b) A case study and implication: particle finite element modelling of the 2010 Saint-Jude sensitive clay landslide. Landslides.

#### References:

- 1 Yuan, WH., Liu, K., Zhang, W. et al. Dynamic modeling of large deformation slope failure using smoothed particle finite element method //Landslides 17, 1591–1603 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01375-w>
- 2 Zaurbekova N.D. (2007) Metod konechnyh jelementov pri modelirovanii processa deformirovanija otkosov [ Finite element method for modeling the deformation process of slopes ] Izvestija NAN Kirgizskoj Respubliki. № 4. Bishkek, Ilim, Kyrgyzskaja Respublika, S. 42-45. (In Russian)
- 3 Abdylдаev Je.K., Zaurbekova N.D. (2007) Matematicheskie modeli porodnogo massiva [Mathematical models of rock mass ] Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja. №1. Almaty, S. 3-6. (In Russian)
- 4 Abdylдаev Je.K., Sandibekov M.N., Zaurbekova N.D. (2007) Modelirovanie processa deformirovanija otkosov [Modeling the process of slope deformation ] Vestnik Kazahskogo nacional'nogo tehničeskogo universiteta imeni K.I.Satpaeva. № 2 (59). Almaty, S. 17-19. (In Russian)
- 5 Abdylдаev Je.K. (2011) Metod konechnyh jelementov pri reshenii prikladnyh zadach. [Finite element method for solving applied problems] Almaty.: Poligrafija-servis, , 111 s. (In Russian)
- 6 Mahambaeva I.U. (2012) Osobennosti reshenija zadach geomehaniki s uchetom vlijanija vyrabotok [Features of solving geomechanics problems taking into account the influence of workings] Materialy mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii konferencii "Aktual'nye nauchnye razrabotki", Bjal GRAD-BG (g.Sofija, Bolgarija)
- 7 Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. and Zhu J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals - Book Seventh Edition 2013. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-24909-9>
- 8 Y. K. Dem'yanovich, "Smoothness of Spaces in Finite Element Methods," 2018 5th International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and Industry (MCSI), Corfu, Greece, 2018, pp. 24-28, doi: 10.1109/MCSI.2018.00015.
- 9 Zыkov D.B. (2006). Geomechanicheskoe obosnovanie ustojchivosti vyrabotok v ryhlyh rudah: [Geomechanical substantiation of the stability of workings in loose ores] Special'nost' 25.00.20 - Geomehanika, razrushenie gornyh porod, rudnichnaja ajerogazodinamika i gornaja teplofizika: dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehničeskikh nauk. Sankt-Peterburg, (In Russian)
- 10 Volohov E.M. (2004). Prognoz sdvizhenij i deformacij massiva gornyh porod i zemnoj poverhnosti pri sooruzhenii gorodskih tonnej glubokogo zalezhenija [Forecast of displacements and deformations of the rock mass and the earth's surface during the construction of deep urban tunnels] Special'nost' 25.00.16 - Gornopromyshlennaja i neftegazopromyslovaja geologija, geofizika, markshejderskoe delo i geometrija nedr: dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehničeskikh nauk. Sankt-Peterburg, (In Russian)
- 11 Liu GR, Nguyen-Thoi T, Nguyen-Xuan H, Lam KY (2009) A node-based smoothed finite element method (NS-FEM) for upper bound solutions to solid mechanics problems //Comput Struct 87(1–2):14–26
- 12 Fadeev A.B. Repina P.I. Abdylдаev Je.K. Metod konechnyh jelementov pri reshenii geotehničeskikh zadach i programma Geomehanika – Л.: LISI, 1982. - 82 с.
- 13 Monforte L, Carbonell JM, Arroyo M, Gens A (2017) Performance of mixed formulations for the particle finite element method in soil mechanics problems. //Computational Particle Mechanics. 4(3):269-284
- 14 Monforte L, Arroyo M, Carbonell JM, Gens A (2018) Coupled effective stress analysis of insertion problems in geotechnics with the particle finite element method. //Comput Geotech 101:114–129
- 15 Zhang X, Wang L, Krabbenhoft K, Tinti S (2019b) A case study and implication: particle finite element modelling of the 2010 Saint-Jude sensitive clay landslide. Landslides.

Б.Ә. Камал<sup>1</sup>, Т.Б. Қоштыбаев<sup>2\*</sup>, Т.Б. Діқанбай<sup>1</sup>

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

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

\*e-mail: [koshtybayev70@mail.ru](mailto:koshtybayev70@mail.ru)

## КИНЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ДИНАМИКАЛЫҚ ТЕОРИЯЛАРДЫҢ ПРОГРЕССИЯЛЫҚ НЕГІЗІ

*Аңдатпа*

Мақалада дененің механикалық қозғалыстарының кинематикалық және динамикалық теорияларының құрылымдық мазмұны арифметикалық прогрессия немесе сызықтық функция заңдылығы бойынша бірқалыпты өзгеретін механикалық шамалардың осы өзгерістерді іске асыратын шамалармен байланыстарына негізделетіні жүйеленіп көрсетілген. Бұл байланыстар прогрессия формуласы мен өзгеруші шамалардың уақытқа тәуелділік графиктері арқылы іске асырылады және сызықтық тәуелділіктің көлбеулік бұрышы арқылы бағаланады. Кинематикалық теорияда дене координаталарының бірқалыпты өзгеру заңдылығы және оның бұзылу жағдайлары сызықтық және параболалық заңдылықтар арқылы сипатталса, динамикалық теорияда координаталардың өзгеру жылдамдығының, орын ауыстырулардың, импульстің, кинетикалық энергияның және сыртқы әсерлердің атқаратын жұмыстарының бірқалыпты өзгерістері арифметикалық прогрессия заңдылықтары тұрғысынан қарастырылған. Дененің сыртқы әсерлерден алатын үдеуі, сыртқы әсерлер, әсердің қуаты, әсерлердің орташа қуаты секілді механикалық шамалар прогрессия жылдамдығының қызметін атқаратыны көрсетілген.

**Түйін сөздер:** прогрессия, кинематикалық және динамикалық теориялар, үдеу, жылдамдық, координата.

Б.А. Камал<sup>1</sup>, Т.Б. Қоштыбаев<sup>2</sup>, Т.Б. Діқанбай<sup>1</sup>

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

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

## ПРОГРЕССИЯ КАК ОСНОВА КИНЕМАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

*Аннотация*

В статье показано, что структурное содержание кинематических и динамических теорий механических движений, основывается на связях между равномерно изменяющимися механическими величинами по арифметической прогрессии или по закону линейной функций и величинами, которые ответственны за эти изменения. Эти связи осуществляются через формулы прогрессии и по графикам зависимости изменяющихся величин от времени и оцениваются через угол наклона линейных зависимостей. Если в кинематической теорий закон равномерного изменения координат тела и его нарушение описываются линейными и параболическими законами, то в динамической теорий равномерное изменение скорости, перемещений, импульса, кинетической энергии и работ внешних сил рассматриваются с точки зрения закона арифметической прогрессии. Механические величины как ускорение получаемое телом от внешних сил, внешние действия, мощность действий, средняя мощность действий представлено в роли скорости прогрессии.

**Ключевые слова:** прогрессия, кинематические и динамические теорий, ускорение, скорость, координата.

В.А. Kamal<sup>1</sup>, Т.В. Koshtybaev<sup>2</sup>, Т.В. Dikanbay<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

## PROGRESSION AS THE BASIS OF KINEMATIC AND DYNAMIC THEORIES

### Abstract

This article shows that the structural content of kinematic and dynamic theories of mechanical movements is based on the relationships between uniformly varying mechanical quantities according to arithmetic progressions or according to the law of linear functions and the quantities that are responsible for these changes. These relationships are carried out through progression formulas and graphs of the dependence of varying quantities on time and are estimated through the angle of inclination of linear dependencies. If in kinematic theories the law of uniform change of body coordinates and its violation are described by linear and parabolic laws, then in dynamic theories the uniform change of velocities, displacements, momentum, kinetic energy and the work of external forces are considered from the point of view of the law of arithmetic progressions. Mechanical quantities such as the acceleration received by the body from external forces, external actions, the power of actions, the average power of actions is represented as the speed of progressions.

**Keywords:** progression, kinematic and dynamic theories, acceleration, velocity, coordinate.

### Кіріспе

Дененің механикалық қозғалыстарына арналған кинематикалық және динамикалық теорияларда механикалық шамалардың бір тобы уақыт бойынша бірқалыпты өзгерушілер, ал екінші бір тобы бірқалыпты өзгертушілер деп қарастырылған. Шамаларды бұлайша топтау бірқалыпты өзгеру заңдылығын сипаттайтын теңдеулердің құрылымдық сипатынан бастау алады. Шамалардың уақытқа сәйкес бірқалыпты өзгерісі (артуы немесе кемуі) арифметикалық прогрессия (немесе сызықтық функция) заңдылығы арқылы іске асырылатын болғандықтан бұл өзгерістерді сипаттаушы теңдеу ретінде прогрессия формуласы (сызықтық функцияның теңдеуі) қолданылған. Механикалық шамалар үшін жазылған прогрессия формуласын (сызықтық функцияны) қозғалыс теңдеулері деп атайды. Бұл теңдеулерде мәндері уақыт бойынша бірқалыпты өзгертін негізгі механикалық шама (функция) мен осы өзгерістерді іске асыратын басқа бір шаманың арасындағы математикалық байланыс орнатылған. Негізгі өзгеруші шаманың мәндерін бірқалыпты өзгертуші шаманы *өзгеріс жылдамдығы* деп атайды. Өзгеруші шама мен өзгертуші шаманың өлшемдері (табиғаты) бірдей болғанымен, өзгеріс жылдамдығының  $s^{-1}$ -ге өзгешелігі бар. Олай болса, механикалық шамалардың уақыт бойынша өзгерістерін сипаттайтын теңдеулер мен олардың графиктері идеялық негізі мен құрылымдық сипаты жағынан бірнұсқалы (инвариант) деп санауға болады. Алайда, бұл шамалар, теңдеулер, графиктер механиканың әртүрлі тақырыптарында қарастырылатындықтан және де бұл шамалардың белгіленулері мен өлшемдері әртүрлі болғандықтан олардың идеялық тұрғыдағы ортақ (жақындық) тұстары, өзара ұқсастық сипаттары мен құрылымдық жағынан бірізділіктері байқала бермейді. Бұл мақалада осы келтірілген жағдайлар жүйелі, әрі нақтылай қарастырылып өтіледі және механикалық шамалардың бірқалыпты өзгеру заңдылықтарына қатысты мәселелер бірізді сипатта талданып көрсетіледі.

Дененің механикалық қозғалыстарының математикалық негіздемесін алғашқылардың бірі болып И. Ньютон жасаған. Ол арифметикалық амалдар, сандардың арифметикалық және геометриялық прогрессиялар, дифференциалдау мен интегралдау арқылы механикалық қозғалыстардың тұтас бір теориясын ұсынды. «Табиғи философияның математикалық бастамалары» атты 3-томдық кітабының 1-ші томында механикалық қозғалыстың кинематикалық және динамикалық теориялары көрсетіліп, олардың негізгі деген тұжырымдамалары мен қорытындыларын теңдеулер (немесе формулалар) түрінде бекітті (заңдастырды). Басқаша айтқанда, И. Ньютон көптеген математикалық заңдылықтардың өмірдегі (табиғаттағы немесе тіршіліктегі) қолданылу аясын және осы заңдылықтардың практикалық маңызын айқындап берді [1].

**Негізгі бөлім**

**Прогрессия және сызықтық функция**

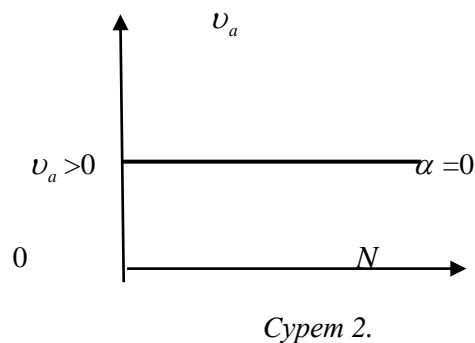
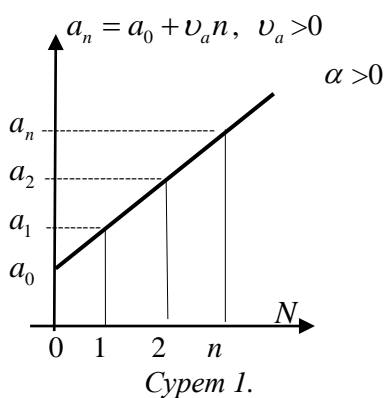
Ньютонның классикалық механикасындағы шамалардың уақыт бойынша өзгеру заңдылығы (теңдеулері мен графиктері) арифметикалық прогрессиядан (немесе сызықтық функциядан) бастау алады (латынның *progressio—алға қарай қозғалыс* деген ұғымы). Бір-бірінен  $d = a_2 - a_1$  шамаға айырмашылықта болатын сандар қатарын (тізбегін) арифметикалық прогрессия деп атайды. Ағылшынның *difference—айырма* деген сөзінен алынған  $d$ —ны прогрессия дифференциалы, сандардың өзгеру қадамы немес сандардың өзгеру жылдамдығы ( $v_a$ ) деп атайды. Прогрессияның көршілес мүшелердің айырымы  $o\check{n}$  ( $d > 0$ ) болса, онда прогрессия—өспелі, ал егер *теріс* ( $d < 0$ ) мәнді болса, онда прогрессия—кемімелі.  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  тізбегінің кез-келген  $n$ -ші мүшесі ( $a_n$ ) мына формуламен анықталады [2]:

$$a_n = a_1 + (n - 1)d = a_1 + nd - d = (a_1 - d) + nd \quad n = 2, 3, 4, \dots \quad (1)$$

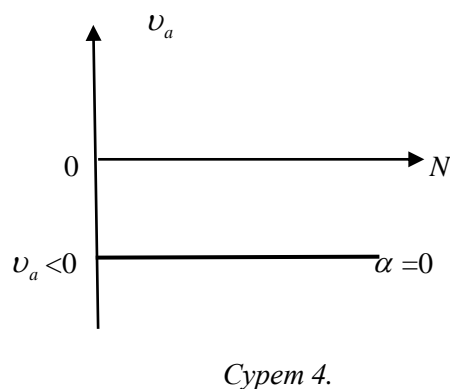
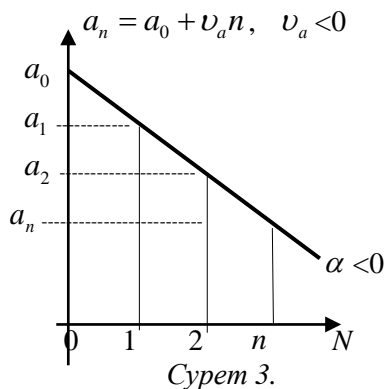
немесе

$$a_n = a_0 + dn = a_0 + v_a n \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

Мұндағы  $a_0$ —прогрессияның  $n = 0$   $n = 0$  мәніне сәйкес келетін ең алғашқы мүшесі:  $a_0 = a_1 - d$ . (1)-формула  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  тізбегіне арналса, (2)-формула  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  қатары үшін жазылған.  $v_a > 0$  шартында  $a_n = a_0 + v_a n$  прогрессиясы—өспелі, ал  $v_a < 0$  жағдайда—кемімелі болады. 1-суретте өспелі прогрессияның  $a_n = f(n)$  тәуелділік графигі жоғары бағытталған түзу болатындығы көрсетілген. Бұл прогрессияның  $v_a > 0$  жылдамдығы  $n$ -ге тәуелді болмайтындығы 2-суреттегі  $v_a = f(n)$  графигінде көрсетілген.

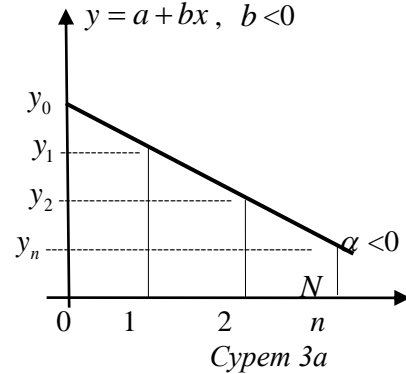
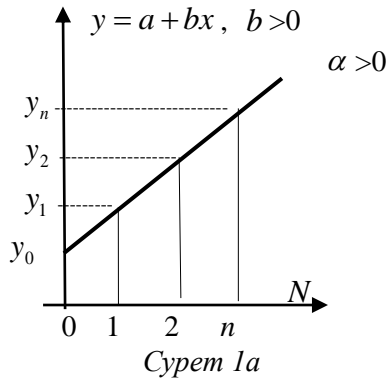


$a_n = a_0 + v_a n$ —кемімелі ,прогрессияның  $a_n = f(n)$  тәуелділік графигі төмен бағытталған түзу болатыны 3-суретте, ал осы прогрессияның жылдамдығының  $n$ -ге тәуелді болмайтындығы 4-суретте берілген.





Осы келтірілген мәліметтерді негізге ала отырып  $a_n = a_0 + v_a n$  прогрессияны түзудің теңдеуі немесе сызықтық функция деп қарауымызға болады екен. 1а-суретте  $b > 0$  болғандағы  $y = a + bx$  сызықтық функцияның (арифметикалық прогрессияның)  $y = f(x)$  тәуелділік графигі дәл 1-суреттегідей жоғары бағытталған түзу екені көрсетілген.



Ал 3а-суреттен  $b < 0$  шартындағы  $y = a + bx$  сызықтық функцияның  $y = f(x)$  тәуелділік графигі дәл 3-суреттегідей төмен бағытталған түзу екенін көруге болады. 1, 3, 1а, 3а-суреттердегі түзулер ON немесе OX осьіне  $\alpha$  бұрышпен көлбей орналасқан (немесе түзулер көрсетілген осьтермен  $\alpha$  бұрыш жасайды). 1-суреттегі түзудің көлбеулік бұрышының тангенсі прогрессия жылдамдығына тең:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta a}{\Delta n} = \frac{(a_2 - a_1)}{2 - 1} = a_2 - a_1 = v_a \quad (3)$$

$a_2 > a_1$  (өспелі прогрессия) шартында  $v_a > 0$ , олай болса түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} v_a > 0$ . Көлбеулік бұрышы үлкен прогрессиядағы сандардың арту жылдамдығы да үлкен болады. 2-суреттегі түзу үшін

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta v_a}{\Delta n} = |\Delta v_a = 0| = \frac{0}{2 - 1} = 0$$

осыдан түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} 0 = 0$ . 3-суреттегі түзудің көлбеулік бұрышының тангенсі (3)-қатынаспен анықталады.  $a_2 < a_1$  (кемімелі прогрессия) шартында  $v_a < 0$ , сонда түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} v_a > 0$ . 4-суреттегі түзу үшін

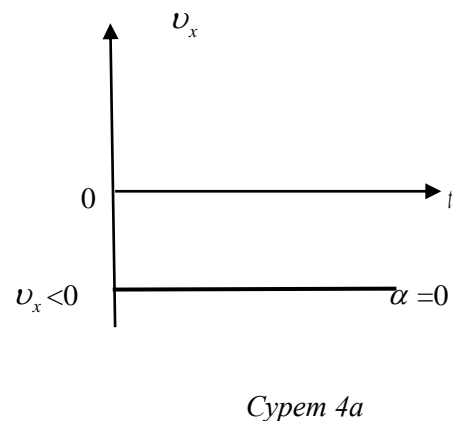
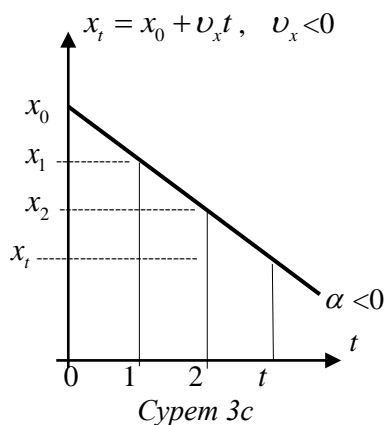
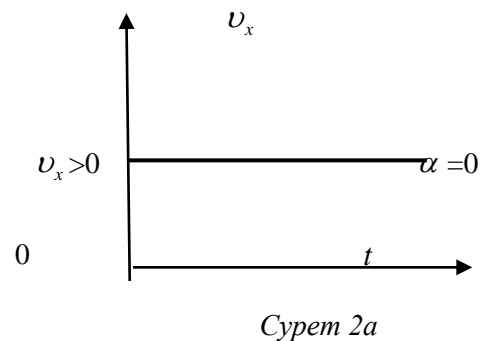
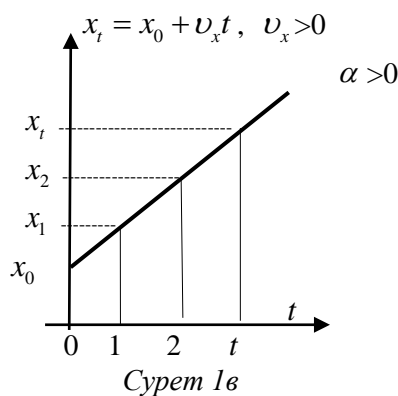
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta v_a}{\Delta n} = |\Delta v_a = 0| = \frac{0}{2 - 1} = 0$$

Осыдан түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = 0$ .

### Дене координаталарының бірқалыпты өзгеру заңдылығы

$a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  тізбегіндегі сандарды OX осьімен орын ауыстыратын дененің  $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  координаталарымен, ал  $n = 1, 2, 3, \dots$  кезектестігін (санағын) секундомердің (timer)  $t = 1, 2, 3, \dots$  секундтық көрсетулерімен алмастыру арқылы дененің бірқалыпты қозғалысын дене координаталарының арифметикалық прогрессиясы деп қарастыруға болады, яғни  $a_n = a_0 + v_a n$  прогрессиясы координаталардың  $x_t = x_0 + v_x t$  – бірқалыпты өзгеру

зандылығына түрленеді. Орын ауыстырушы дененің координаталары бірқалыпты заңдылықпен өзгертін болса, онда бұл орын ауыстыру бірқалыпты түзу сызықты қозғалыс деп аталады. Прогрессия заңдылығымен өзгеріп жатқан (бірқалыпты өзгеруші) шама–өлшемі метр ( $m$ ) болатын координата болғандықтан, оның әрбір секунд сайынға өзгеру жылдамдығының ( $v_x$ ) өлшемі  $\frac{M}{c}$  болады [3–5]. Координаталардың  $x_t = x_0 + v_x t$  өспелі прогрессиясының ( $v_x > 0$ )  $x_t = f(t)$  тәуелділігі 1 және 1а-суреттердегідей жоғары қарай бағытталған түзу сызық болады (1в-сурет). Бұл суреттен координаталары тұрақты  $v_x > 0$  жылдамдықпен артатын дененің ОХ осы бағытында қозғалыс жасап жатқандығын байқауға болады. Дене координаталарын бірқалыпты арттыратын  $v_x > 0$  шамасы уақытқа тәуелді болмайтындығы 2а-суретте көрсетілген (2-суретке қараңыз). Координаталардың  $x_t = x_0 + v_x t$  кемімелі ( $v_x < 0$ ) прогрессиясының  $x_t = f(t)$  тәуелділік графигі 3 және 3а-суреттердегі секілді төмен бағытталған түзу сызық болады (3с-сурет) және бұл графиктен координаталары тұрақты  $v_x < 0$  жылдамдықпен кемитін дене ОХ осы бағытына қарсы бағытта қозғалыс жасап жатқандығын байқауға болады. Дене координаталарын бірқалыпты кемітетін  $v_x < 0$  шамасы уақытқа тәуелді емес (4а-сурет).  $x_t = x_0 + v_x t$  теңдеуінде  $S_t = v_x t$  –дененің  $t$  уақыт ішіндегі жасаған орын ауыстыруы:  $x_t = x_0 + S_t$  осыдан  $S_t = x_t - x_0 = \Delta x_t$ . Егер,  $x_t > x_0$  болса (1в-сурет), онда дене ОХ бағытында орын ауыстырған, ал  $x_t < x_0$  жағдайда (3с-сурет) ОХ бағытына қарсы бағытта орын ауыстырған деп есептелінеді. 1в–суреттегі түзу  $\alpha$  бұрышпен көлбей орналасқан, көлбеулік бұрышының тангенсі прогрессия жылдамдығына тең:



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_2 - x_1)M}{(2-1)c} = \frac{(x_2 - x_1)M}{1c} = v_x \frac{M}{c} \quad (4)$$

$x_2 > x_1$  (өспелі прогрессия) болғандықтан  $v_x > 0$ , осыдан түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} v_x > 0$ .

Көлбеулік бұрышы үлкен прогрессиядағы координаталардың арту жылдамдығы да үлкен болады. 3с-суреттегі түзудің көлбеулік бұрышының тангенсі (4)-қатынаспен анықталады.  $x_2 < x_1$  (кемімелі прогрессия) болғандықтан  $v_x < 0$ , олай болса түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} v_x < 0$ .

### **Координаталар прогрессиясының жылдамдығының бірқалыпты өзгеру заңдылығы**

Ньютонның екінші заңы бойынша, бірқалыпты түзу сызықты қозғалыстағы инертсіз (массас аз) денеге сырттан өзара теңгерілмеген әсерлер жасалатын болса, онда дене координаталарының  $x_t = x_0 + v_x t$  түрдегі бірқалыпты өзгерісі (прогрессиясы) бұзылып, дененің бірқалыпты қозғалысы үдемелі қозғалысқа ауысады:

$$x_t = x_0 + v_0 t + \left(\frac{a}{2}\right) t^2 \quad (5)$$

Үдеу ( $a$ ) деп аталатын шама координаталардың бірқалыпты өзгерісін бұзып, координаталардың тұрақты болып келген  $v_x$  өзгеру жылдамдығын бірқалыпты өзгеріске түсіреді:

$$v_t = v_0 + at \quad t = 1, 2, 3, \dots \text{сек} \quad (6)$$

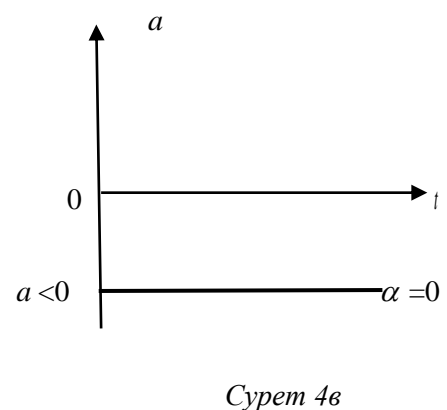
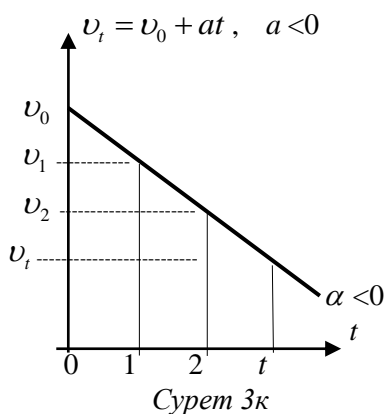
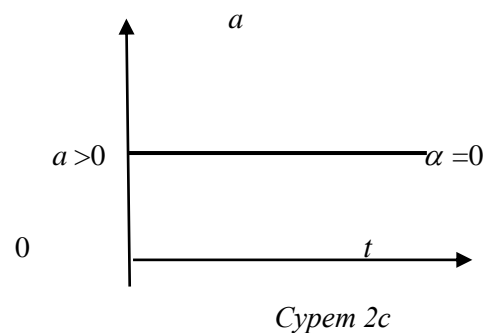
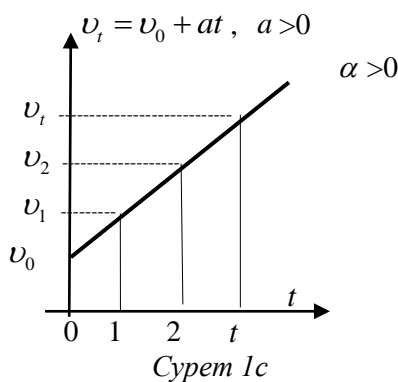
Бұл өрнек  $a_n = a_0 + v_a n$  прогрессиясын құрайтын  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  сандарды  $v_0, v_1, v_2, v_3, \dots, v_t$  жылдамдық мәндерімен алмастыру арқылы алынды. Бұл жерде үдеу-жылдамдық мәндерінің өзгеру жылдамдығы болып отыр, яғни  $a = v_v$ . Прогрессия заңдылығымен өзгеріп жатқан (бірқалыпты өзгеруші) шама-өлшемі  $\frac{M}{c}$  болатын жылдамдық

болғандықтан, оның әрбір секунд сайынға өзгеру жылдамдығы ( $v_v = a$ )  $\frac{c}{c} = \frac{M}{c^2}$  болады:

координаталардың  $v_x = v_0$  жылдамдықпен  $x_t = x_0 + v_x t$  түрдегі бірқалыпты өзгерісі бұзылған кезде ((5)-ке қараңыз) дененің жылдамдығы секунд сайын  $a$  шамасына артуы немесе кемуі мүмкін, яғни дене секунд сайын  $a$  шамаға артық (немесе кем) орын ауыстырулар жасап отыратын болады. Олай болса, дененің бірқалыпты үдемелі қозғалысы деп дене координаталарының өзгеру жылдамдығы мен секунд сайынғы орын ауыстыруларының (қадамдарының) прогрессия заңдылығы бойынша өзгеруін айтады екенбіз. Координаталардың бірқалыпты өзгерісінің бұзылуының салдары осылайша түсіндіріледі. (6)-түрдегі теңдік дененің кез-келген уақыттан кейінгі  $v_t$  жылдамдығын анықтап беретін жылдамдық мәндерінің прогрессиясы болып табылады. Жылдамдықтардың өспелі ( $a > 0$ )  $v_t = v_0 + at$  прогрессиясының  $v_t = f(t)$  тәуелділік графигі 1 және 1а-суреттерде көрсетілгендей жоғары бағытталған түзу болады (1с-сурет). (6)-өспелі прогрессиясының жылдамдығы болып табылатын үдеу уақытқа тәуелді емес, яғни  $a = f(t)$  тәуелділігі 2 және 2а-суреттердегі

графиктер секілді болады (2с-сурет). (6)-прогрессия  $a < 0$  шартында–кемімелі, оның  $v_t = f(t)$  тәуелділік графигі 3 және 3а-суреттерде көрсетелгендей төмен бағытталған түзу сызық болады (3к-сурет). (6)-кемімелі прогрессиясының жылдамдығы болып табылатын үдеу уақытқа тәуелді емес, яғни  $a = f(t)$  тәуелділігінің графигі 4 және 4а-суреттер сияқты болады (4в-сурет).  $v_t = v_0 + at$  теңдеуде  $\Delta v_t = at$ –сыртқы әсерлердің  $t$  уақыт ішінде денеге қосқан ( $\Delta v_t > 0$ ) немесе дененің жоғалтқан ( $\Delta v_t < 0$ ) жылдамдығы. Сонда (6)-теңдік  $v_t = v_0 + \Delta v_t$  түрде жазылады да, осыдан  $\Delta v_t = v_t - v_0$ . Егер,  $v_t > v_0$  болса, онда дене  $t$  уақыт ішінде шамасы  $\Delta v_t$  болатын жылдамдыққа ие болған немесе дененің жылдамдығы  $\Delta v_t$  шамасына көбейген. Ал егер  $v_t < v_0$  болса, онда дене  $t$  уақыт ішінде шамасы  $\Delta v_t$  болатын жылдамдығын жоғалтқан (дененің жылдамдығы  $\Delta v_t$  шамасына кеміген). 1с және 3к-суреттердегі түзулер  $\alpha$  бұрышпен көлбей орналасқан және көлбеулік бұрышының тангенсі прогрессия жылдамдығына тең:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(v_2 - v_1) \frac{M}{c}}{(2-1)c} = \frac{(v_2 - v_1) \frac{M}{c}}{1c} = a \frac{M}{c^2} \quad (7)$$



1с-суреттегі тәуелділікте  $v_2 > v_1$  (өспелі прогрессия) болғандықтан (7)-теңдігінен  $a > 0$ , олай болса, (7)-теңдігінен түзудың көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} a > 0$ . 3к-суретте  $v_2 < v_1$  (кемімелі прогрессия) болғандықтан (7)-теңдігінен  $a < 0$ , олай болса, түзудың көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} a < 0$ .

**Импульстің бірқалыпты өзгеру заңдылығы.** Дененің үдеуі (дене жылдамдығының өзгеру жылдамдығы) сыртқы әсерлердің жиынтық шамасына ( $F_s$ ) және дененің  $m$  массасына тәуелді:

$$a = \frac{F_s}{m} \quad (8)$$

Ал үдеу–жылдамдықтардың бірқалыпты өзгерісін іске асырушы шама, оның (8)-мәнін  $v_t = v_0 + at$  прогрессиясына қойсақ:

$$mv_t = mv_0 + F_s t \quad (9)$$

$mv = P$  -дененің импульсі, олай болса (4)-тен

$$P_t = P_0 + F_s t \quad (10)$$

Дененің жылдамдығын бірқалыпты арттыратын ( $a > 0$ ) сыртқы  $F_s > 0$  жиынтық (қорытқы, қосынды) әсердің бағыты дененің қозғалыс бағытында ( $0^\circ$  немесе сүйір бұрыштармен) жасалады [6–8]. Ал, дененің жылдамдығын бірқалыпты кемітетін ( $a < 0$ ) сыртқы қорытқы әсер дененің қозғалыс бағытына қарсы бағыттарда ( $180^\circ$  немесе доғал бұрыштармен) жасалады. (10)-теңдікте  $F_s t = \Delta P_t$  -дененің  $t$  уақыт ішінде қосып алатын ( $\Delta P_t > 0$ ) немесе жоғалтатын ( $\Delta P_t < 0$ ) импульсінің шамасы.

Сонда, (10)-тен:

$$P_t = P_0 + \Delta P_t \quad \text{немесе} \quad \Delta P_t = P_t - P_0 \quad \Delta P_t = P_t - P_0$$

Егер,  $P_t > P_0$  болса, онда дене  $t$  уақыт ішінде шамасы  $\Delta P_t > 0$  болатын импульске ие болған (дененің импульсі  $\Delta P_t$  шамаға көбейеді). Ал егер  $P_t < P_0$  болса, онда дене  $t$  уақыт ішінде шамасы  $\Delta P_t$  болатын импульсін жоғалтқан (дененің импульсі  $\Delta P_t$  шамаға кеміген). (10)-түрдегі теңдік дененің кез-келген уақыттан кейінгі  $P_t$  импульсін анықтап береді. Дене импульстерінің  $P_t = P_0 + F_s t$  -бірқалыпты өзгеру заңдылығы  $F_s > 0$  шартында – өспелі прогрессия, оның  $P_t = f(t)$  тәуелділік графигі 1, 1а-суреттердегі секілді жоғары қарай бағытталған түзу сызық болады (1к-сурет).  $P_t = P_0 + F_s t$  – өспелі прогрессиясының жылдамдығы болып табылатын  $F_s > 0$  – қорытқы сыртқы әсердің шамасы тұрақты, яғни уақытқа тәуелді емес:  $F_s = f(t)$  тәуелділігі 2 және 2а-суреттердегі графиктер секілді болады (2к-сурет). Дене импульстерінің  $P_t = P_0 + F_s t$  -бірқалыпты өзгеру заңдылығы  $F_s < 0$  шартында кемімелі прогрессия болып табылады, оның  $P_t = f(t)$  тәуелділік графигі 3, 3а-суреттердегі төмен бағытталған түзу сызық болады (3д-сурет).  $P_t = P_0 + F_s t$  – кемімелі прогрессиясының жылдамдығы болып табылатын  $F_s < 0$  қорытқы сыртқы әсердің шамасы уақытқа тәуелді емес, яғни  $F_s = f(t)$  тәуелділігінің графигі 4 және 4а-суреттер сияқты түрде болады (2д-сурет).

Прогрессия заңдылығымен өзгеріп жатқан (бірқалыпты өзгеруші) шама – өлшемі  $k_2 \frac{M}{c}$  болатын импульс болғандықтан, оның әрбір секунд сайынға өзгеру жылдамдығы ( $v_p = F_s$ )

$$\frac{k_2 \frac{M}{c}}{c} = \frac{k_2 \cdot M}{c^2} = H \quad (\text{Ньютон}) \quad \text{болады: координатаның } v_x = v_0 \text{ жылдамдықпен } x_t = x_0 + v_x t$$

түрдегі бірқалыпты өзгерісі бұзылған кезде ((5)-ке қараңыз) дененің импульсі секун сайын  $F_s$  шамаға өзгереді болады (артады немесе кемиді, 1к және 3д-графиктеріне қараңыз).

1к-суреттегі түзу  $\alpha$  бұрышпен көлбей орналасқан, көлбеулік бұрышының тангенсі прогрессия жылдамдығына тең:

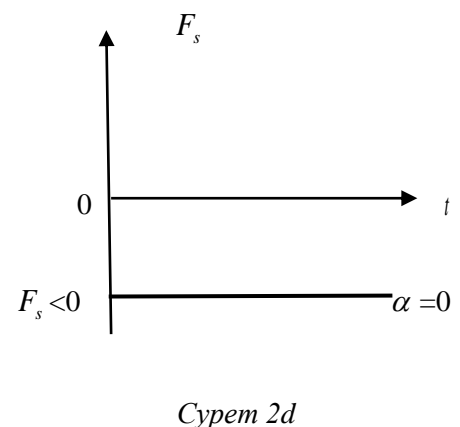
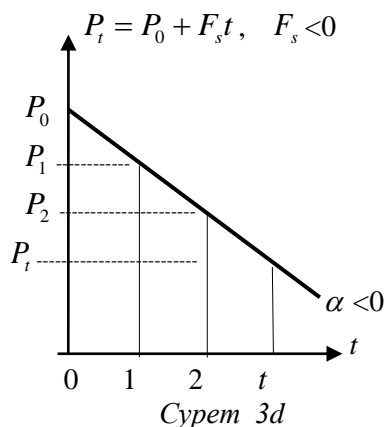
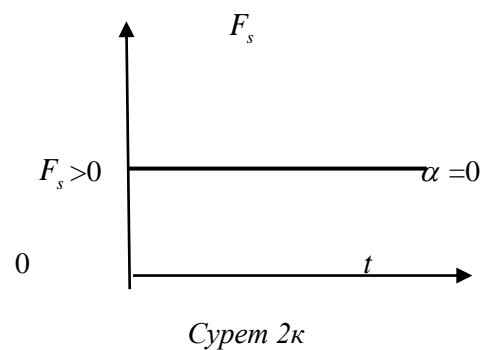
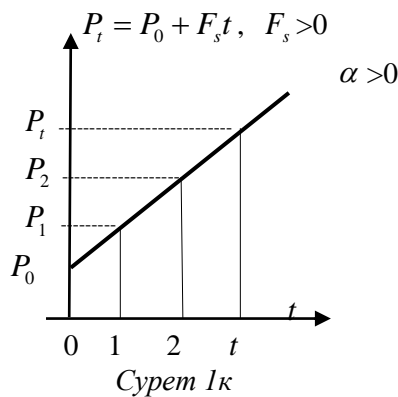
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{(P_2 - P_1) \kappa \frac{M}{c}}{(2-1)c} = \frac{(P_2 - P_1) \kappa \frac{M}{c}}{1c} = (P_2 - P_1) \kappa \frac{M}{c^2} = \Delta P = F_s \quad (*)$$

$P_2 > P_1$  (өспелі прогрессия) болғандықтан  $F_s > 0$ , осыдан түзудың көлбеулік бұрышы  $\alpha = \operatorname{arctg} F_s > 0$ .

3д-суреттегі түзудің көлбеулік бұрышының тангенсі (\*)-теңдігімен анықталатын прогрессия жылдамдығына тең,  $P_2 < P_1$  (кемімелі прогрессия) болғандықтан  $F_s < 0$ .

Түзудың көлбеулік бұрышы

$$\alpha = \operatorname{arctg} F_s < 0.$$



**Кинетикалық энергия мен сыртқы әсерлердің атқаратын жұмысының бірқалыпты өзгеру заңдылығы**

Бірқалыпсыз қозғалыстағы дененің кез-келген  $t = 0, 1, 2, 3, \dots$ сек уақыт мезеттеріндегі кинетикалық энергияларын сол мезеттердегі импульс мәндері арқылы анықтауға болады:

$$\begin{aligned} E_t &= \frac{P_t^2}{2m} = E_0, E_1, E_2, E_3, \dots, E_t = E_t = \frac{P_t^2}{2m} = E_0, E_1, E_2, E_3, \dots, E_t = \\ &= E_0, E_0 + A_1, E_1 + A_2, E_2 + A_3, \dots, E_{t-1} + A_t \end{aligned}$$

Энергияның бұл мәндері прогрессия заңына бағынбайды. Жоғарыдағы теңдікте  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_t$  – сыртқы қорытқы (жиынтық)  $F_s$  әсердің әрбір  $t$  – ші секундта атқарған жұмысы (денеге қосылған немесе дененің жоғалтқан энергия мөлшері)

$$A_1 = E_0 + N; A_2 = E_0 + 2N; A_3 = E_0 + 3N; \dots; A_t = E_0 + Nt \quad (11)$$

Ал  $N = F_s \cdot v_0$  – әрбір  $t$  – ші секундта атқарылған жұмыстардың өзгеру жылдамдығы (қуат). Осы жұмыстардың қосындысы сыртқы қорытқы әсердің  $t$  уақыт ішінде атқарған жұмысына (денеге қосқан немесе денеден алған энергия мөлшеріне) тең:

$$A_s = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_t = F_s \cdot S_t = \frac{m}{2} (v_t^2 - v_0^2)$$

Мұндағы  $S_t$  – дененің  $t$  уақыт ішінде жасаған орын ауыстыруы:

$$S_t = v_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

$t$  уақыт ішінде атқарылған орташа жұмыс (орташа қуат):

$$N_{opt} = \frac{A_s}{t} = F_s \cdot U = F_s \left( v_0 + \frac{a}{2} t \right)$$

( $U$  – дененің орташа жылдамдығы). Орташа қуат арқылы дененің әрбір  $t$  секундтағы кинетикалық энергияларының өзгерісін прогрессия заңдылығына келтіруге болады (орташа қуат – энергиялардың өзгеру жылдамдығы):

$$E_t = E_0 + N_{opt} \cdot t \quad (12)$$

(12)-теңдікте  $N_{opt} = \Delta E_t$  – дененің  $t$  уақыт ішінде қосып алатын ( $N_{opt} > 0$ ,  $\Delta E_t > 0$ ) немесе жоғалтатын ( $N_{opt} < 0$ ,  $\Delta E_t < 0$ ) энергиясының шамасы [10, 11].

Сонда, (12)-ден:

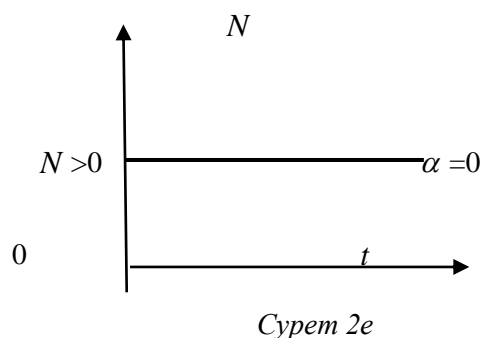
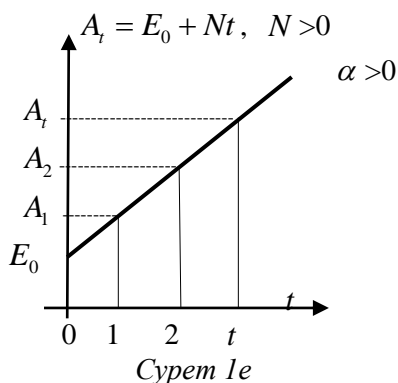
$$E_t = E_0 + \Delta E_t \quad \text{немесе} \quad \Delta E_t = E_t - E_0$$

Егер,  $E_t > E_0$  болса, онда дене  $t$  уақыт ішінде шамасы  $\Delta E_t > 0$  болатын кинетикалық энергияға ие болғаны (дененің энергиясы  $\Delta E_t$  шамаға көбейген). Ал егер  $E_t < E_0$  болса, онда дене  $t$  уақыт ішінде шамасы  $\Delta E_t$  болатын энергиясын жоғалтқаны (дененің энергиясы  $\Delta E_t$  шамаға кемігені). (12)-түрдегі теңдік дененің кез-келген уақыттан кейінгі  $E_t$  кинетикалық энергиясын анықтап береді.

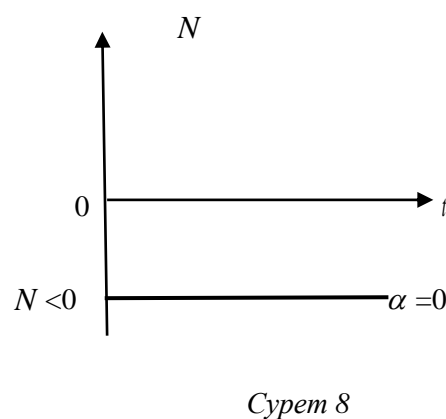
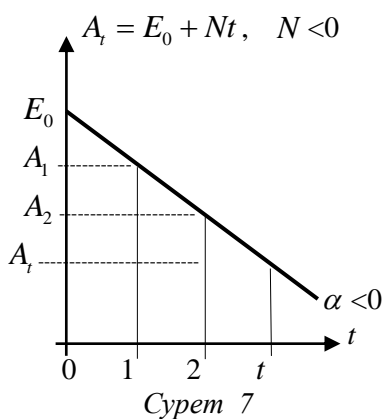
Сыртқы қорытқы әсердің әрбір  $t$  – ші секундта атқарған жұмыстарының (11)-теңдігімен берілген  $A_t = E_0 + Nt$  түрдегі бірқалыпты өзгеру заңдылығы  $N > 0$  шартында – өспелі прогрессия болады, оның  $A_t = f(t)$  тәуелділік графигі 1 және 1а-суреттерде көрсетілгендей жоғары қарай бағытталған түзу сызық болады (1е-сурет).  $A_t = E_0 + Nt$  – өспелі прогрессиясының жылдамдығы болып табылатын  $N > 0$  қуаттың шамасы тұрақты, яғни ол уақытқа тәуелді емес:  $N = f(t)$  тәуелділігі 2 және 2а-суреттердегі графиктер секілді болады (2е-сурет). Атқарылған жұмыстардың  $A_t = E_0 + Nt$  – бірқалыпты өзгеру заңдылығы  $N < 0$  шартында – кемімелі прогрессия болып табылады, оның  $A_t = f(t)$  тәуелділік графигі 3 және 3а-суреттердегі төмен бағытталған түзу сызық болады (7-сурет).  $N < 0$  қуат уақытқа тәуелді емес, яғни  $N = f(t)$  тәуелділігінің графигі 4 және 4а-суреттер сияқты түрде болады (8-сурет).

Прогрессия заңдылығымен өзгеріп жатқан (бірқалыпты өзгеруші) шама–өлшемі Дж болатын жұмыс болғандықтан, оның әрбір секунд сайынға өзгеру жылдамдығы ( $v_A = N$ )  $\frac{Дж}{с} = Вт$  (Ватт) болады. 1е-суреттегі түзу  $\alpha$  бұрышпен көлбей орналасқан, көлбеулік бұрышының тангенсі прогрессия жылдамдығына тең:

$$tg\alpha = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{(A_2 - A_1) Дж}{(2-1)c} = \frac{(A_2 - A_1) Дж}{1c} = (A_2 - A_1) \frac{Дж}{c} = N Вт \quad (13)$$

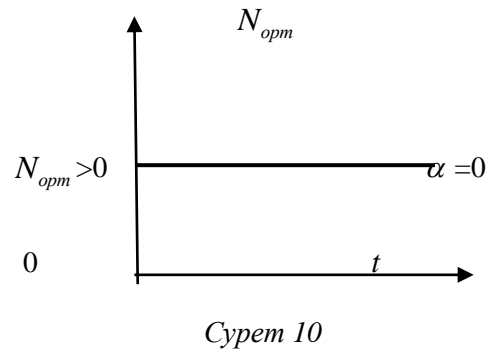
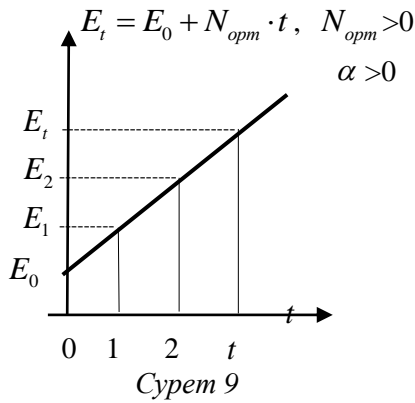


$A_2 > A_1$  (өспелі прогрессия) болғандықтан  $N > 0$ , осыдан түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = arctgN > 0$ . 7-суреттегі түзудің көлбеулік бұрышының тангенсі (13) арқылы анықталады.  $A_2 < A_1$  (кемімелі прогрессия) болғандықтан  $N < 0$ . Сонда түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = arctgN < 0$ . Бірқалыпсыз қозғалыстағы дененің (12)-теңдігі арқылы анықталатын кинетикалық энергияларының  $E_t = E_0 + N_{opt} \cdot t$ –бірқалыпты өзгеру заңдылығы  $N_{opt} > 0$  шартында–өспелі прогрессия болады, оның  $E_t = f(t)$  тәуелділік графигі 1 және 1а-суреттердегі секілді жоғары қарай бағытталған түзу сызық арқылы сипатталады (9-сурет).

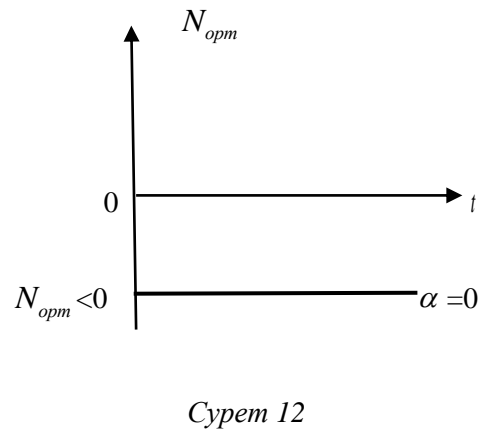
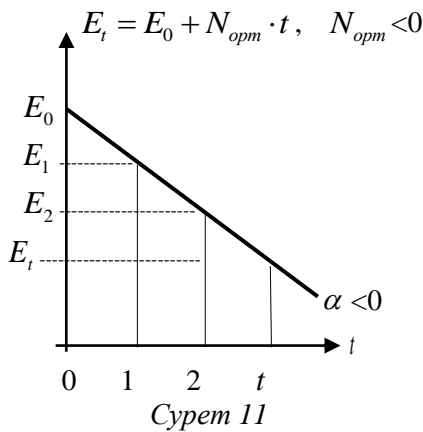


$E_t = E_0 + N_{opt} \cdot t$ –өспелі прогрессиясының жылдамдығы тұрақты шама (уақытқа тәуелді емес):  $N_{opt} = f(t)$  тәуелділігі 2 және 2а-суреттердегі графикалар секілді болады (10-сурет).





Кинетикалық энергиялардың (12) түрдегі бірқалыпты өзгеру заңдылығы  $N_{opt} < 0$  шартында–кемімелі прогрессия болып табылады, оның  $E_t = f(t)$  тәуелділік графигі 3 және 3а-суреттерде келтірілгендей төмен бағытталған түзу сызық болады (11-сурет).  $E_t = E_0 + N_{opt} \cdot t$ –кемімелі прогрессиясының жылдамдығы уақытқа тәуелді емес, яғни  $N = f(t)$  тәуелділігінің графигі 4 және 4а-суреттер сияқты түрде болады (12-сурет).



Прогрессия заңдылығымен өзгеріп жатқан (бірқалыпты өзгеруші) шама–өлшемі Дж болатын энергия болғандықтан, оның әрбір секунд сайынға өзгеру жылдамдығы ( $v_E = N_{opt}$ )  $\frac{Дж}{с} = Вт$  болады. 9–суреттегі түзу  $\alpha$  бұрышпен көлбей орналасқан, көлбеулік бұрышының тангенсі прогрессия жылдамдығына тең:

$$tg \alpha = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{(E_2 - E_1) Дж}{(2-1)c} = \frac{(E_2 - E_1) Дж}{1c} = (E_2 - E_1) \frac{Дж}{с} = N_{opt} Вт \quad (14)$$

$E_2 > E_1$  (өспелі прогрессия) болғандықтан  $N_{opt} > 0$ , осыдан түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = arctg N_{opt} > 0$ .

11-суреттегі түзудің көлбеулік бұрышының тангенсі (14)-арқылы табылады.  $E_2 < E_1$  (кемімелі прогрессия) болғандықтан  $N_{opt} < 0$ . Олай болса, түзудің көлбеулік бұрышы  $\alpha = arctg N_{opt} < 0$ .

## Қорытынды

Сонымен, Ньютон механикасында дене координаталарының бірқалыпты өзгеріс заңдылығы бұзылған кезде координаталардың өзгеру жылдамдығы, дененің импульсі, кинетикалық энергиясы және сыртқы әсерлердің атқарған жұмыстары уақыт бойынша бірқалыпты өзгеру заңдылығына бағынышты түрде анықталады екен. Сызықтық өзгеру заңдылығына бағынбайтын шамаларды орташалау тәсілі арқылы бірқалыпсыз өзгеру заңдылығынан прогрессия заңдылығына ауыстыруға болады. Жылдамдық, сыртқы әсерлердің қорытқы мәні, үдеу, қуат, орташа қуат секілді механикалық шамалар координата, жылдамдық, импульс, кинетикалық энергия, жұмыс сияқты механикалық шамалардың уақыт бойынша бірқалыпты өзгерісін іске асырушылар қызметін атқаратындығына немесе олар шамалардың өзгеру жылдамдықтар болып табылатынына көз жеткіздік. Сонымен бірге, олар шамалардың сызықтық өзгеріс заңдылықтарының бұрыштық коэффициенті рөлін де қосы атқаратыны графиктер арқылы көрсетілді. Бірқалыпты қозғалыстағы дененің координаталарының  $x_t = x_0 + v_x t$ , дененің бірқалыпсыз қозғалысы кезіндегі координаталардың өзгеру жылдамдығының  $v_t = v_0 + at$ , импульстің  $P_t = P_0 + F_s t$ , сыртқы әсерлердің атқаратын жұмыстарының  $A_t = E_0 + Nt$ , кинетикалық энергияның  $E_t = E_0 + N_{опт} \cdot t$  –бірқалыпты өзгеру заңдылықтары  $a_n = a_0 + v_a n$  түрдегі арифметикалық прогрессия немесе  $y = a + bx$  түрдегі сызықтық функция болып табылатындықтарына көз жеткіздік.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Математические начала натуральной философии. –М.: Наука, 1989. –688 с.
- 2 Белый Е.К. Прогрессии. Петрозаводск: ПГУ, 2016. –128 с.
- 3 Кудрявцев П.С. Курс истории физики. –М.: Просвещение, 1982. –448 с.
- 4 Дж. У. Лич. Классическая механика –М.: ИИЛ, 1961. –173 с.
- 5 Голдстейн Г., Чарлз Пуль, Джон Сафко. Классическая механика. К.: ИКИ, 2012. –828 с.
- 6 Яковлев В.И., Остапенко Е.Н. История и методология механики. Пермь, 2109. –218 с.
- 7 Андреев А.Д., Колгатин С.Н., Черных Л.М. Классическая мехнаука. Санкт-Петербург, 2018. –32 с.
- 8 Ишлинский А.Ю. Классическая механика и силы инерции. УРСС, Ленанд, 2018. –258 с.
- 9 Ворович И.И. Лекции по динамике Ньютона. Физматлит., 2010. –602 с.
- 10 Roger Muncaster. Physics. Oxford University, 2014. –600 p.

### References:

- 1 Matematicheskie nachala natural'noj filosofii [Mathematical principles of natural philosophy]. M.: Nauka, 1989. 688 p.
- 2 Belyj E.K. (2016) Progressii [Progression]. Petrozavodsk: PGU, 128.
- 3 Kudrjavcev P.S. (1982) Kurs istorii fiziki [Course on the history of physics]. M.: Prosveshhenie, 448.
- 4 Dzh. U. Lich. (1961) Klassicheskaja mehanika [Classical mechanics]. M.: IIL, 173.
- 5 Goldstejn G., Charlz Pul', Dzhon Safko. (2012) Klassicheskaja mehanika [Classical mechanics]. K.: IKI, 828.
- 6 Jakovlev V.I., Ostapenko E.N. (2019) Istorija i metodologija mehaniki [History and methodology of mechanics]. Perm', 218.
- 7 Andreev A.D., Kolgatin S.N., Chernyh L.M. (2018) Klassicheskaja mehnaika [Classical mechanics]. Sankt-Peterburg, 32.
- 8 Ishlinskij A.Ju. (2018) Klassicheskaja mehanika i sily inercii [Classical mechanics and inertial forces]. URSS, Lenand, 258.
- 9 Vorovich I.I. (2010) Lekcii po dinamike N'jutona [Lectures on Newtonian dynamics]. Fizmatlit ., 602.
- 10 Roger Muncaster. (2014) Physics.[ Physics] Oxford University, 600.

G. Martyniuk<sup>1</sup>, B. Yagaliyeva<sup>2,3\*</sup>, K. Makulov<sup>2</sup>, B. Akhmetov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mariupol State University, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan

<sup>3</sup> Kazakh National Research Technical University named after K. Satbayev, Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: bagdat.yagaliyeva@gmail.com

## ANALYSIS OF THE QUALITY OF NOISE GENERATORS

### Abstract

A noise signal is a set of simultaneously existing electrical oscillations, the frequencies and amplitudes of which are random. As a rule, it is impossible to trace any regularity in the change in the instantaneous values of the noise. At the same time, such signals have certain probabilistic characteristics. The authors set themselves the task of assessing the quality of acoustic noise generators using various methods: determining the noise quality factor using asymmetry and kurtosis coefficients; determination of the entropy quality factor; determination the entropy coefficient of the quality of the distribution of the envelope of the noise signal. To assess the quality of the generators, an acoustic noise generator, which is used to protect acoustic information in the office, was taken as a control sample. It is also proposed to use a generator created with Python software using a pseudo-random sequence. Based on the results of the work, a conclusion was made about the use of the proposed methods for assessing the quality of noise signal generators.

**Keywords:** noise generator, noise quality factor; pseudo-random sequence generator; pink noise; entropy coefficient of quality; envelope noise signal.

A. Мартынюк<sup>1</sup>, Б. Ягалиева<sup>2,3</sup>, К. Макулов<sup>2</sup>, Б. Ахметов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Мариуполь мемлекеттік университеті, Киев қ., Украина

<sup>2</sup>Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Қ.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## ШУ ГЕНЕРАТОРЛАРЫНЫҢ САПАСЫН ТАЛДАУ

### Аңдатпа

Шу сигналы – жиіліктері мен амплитудалары кездейсоқ болатын бір уақытта болатын электр тербелістерінің жиынтығы. Әдетте, шудың лездік мәндерінің өзгеру заңдылығын байқау мүмкін емес. Сонымен қатар, мұндай сигналдардың белгілі бір ықтималдық сипаттамалары бар. Авторлар әртүрлі әдістерді қолдана отырып, акустикалық шу генераторларының сапасын бағалау міндетін қойды: ассиметрия және куртоздық коэффициенттерді пайдалана отырып, шу сапасының коэффициентін анықтау; энтропияның сапа коэффициентін анықтау; шу сигналының қабықшасының таралу сапасының энтропия коэффициентін анықтау. Генераторлардың сапасын бағалау үшін бақылау үлгісі ретінде акустикалық шу генераторы алынды, ол кеңседегі акустикалық ақпаратты қорғау үшін қолданылады. Сондай-ақ псевдокездейсоқ тізбекті пайдаланып Python бағдарламалық жасақтамасымен жасалған генераторды пайдалану ұсынылады. Жұмыс нәтижелері бойынша шу сигналының генераторларының сапасын бағалаудың ұсынылған әдістерін қолдану туралы қорытынды жасалды.

**Түйін сөздер:** шу генераторы, шу сапасының коэффициенті; псевдокездейсоқ реттілік генераторы; қызғылт шу; сапа энтропия коэффициенті; шу сигналының конверті.

А. Мартынюк<sup>1</sup>, Б. Ягалиева<sup>2,3</sup>, К. Макулов<sup>2</sup>, Б. Ахметов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Мариупольский государственный университет, Киев, Украина

<sup>2</sup>Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова, г.Актау, Казахстан

<sup>3</sup>Национальный исследовательский технический университет им. К.Сатбаева, г.Алматы, Казахстан

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРОВ ШУМА

### Аннотация

Шумовой сигнал – это совокупность электрических колебаний, частоты и амплитуды, которые одновременно существуют и носят случайный характер. Как правило, шумовые сигналы характеризуются тем, что невозможно проследить закономерности в их значениях. Однако стоит отметить, что в таких сигналах все же можно выделить некоторые закономерности. Авторы поставили перед собой задачу оценить качество акустических генераторов шума, используя различные методики: определения коэффициента качества шума с использованием коэффициентов асимметрии и эксцесса; определения энтропийного коэффициента качества; определения энтропийного коэффициента качества распределения огибающей шумового сигнала. Для оценки качества генераторов в качестве контрольного образца был взят генератор акустического шума, который используется для защиты акустической информации в офисе. Также предложено использовать генератор, созданный с помощью программного обеспечения Python при помощи псевдослучайной последовательности. По результатам работы сделан вывод об использовании предложенных методик для оценки качества генераторов шумового сигнала.

**Ключевые слова:** генератор шума, коэффициент качества шума; генератор псевдослучайной последовательности; розовый шум; энтропийный коэффициент качества; огибающая шумового сигнала.

### Introduction

The problem of protection and processing of speech information is one of the information security problems. In today's world, with increasing volumes of processed data, the amount of speech information in institutions and enterprises is also growing, in the process of holding various meetings, conferences etc. At Fig. 1 is represented acoustic information leakage channels.

A common feature of the appearance of these channels is the influence of acoustic signals. Thus, you can simply listen to acoustic signals by placing a listening device in the air duct, or remove window vibrations from an acoustic signal using a vibration sensor.

Understanding that acoustic, and even more speech information, can be captured by various devices and is the main source of information leakage, the problem of protecting such information remains relevant. In accordance with the general methods of information security, the following methods are used to protect against eavesdropping [1-2]:

- structural camouflage
- energy hiding.

Structural camouflage can be implemented in the following ways:

- encryption of semantic information in functional communication channels;
- of electrical and radio signals' technical closure through telephone channels;
- disinformation.

Energy hiding can be implemented with:

- sound insulation of the acoustic signal;
- absorption of sound of acoustic waves;
- noisy room with other sounds (noise, interference), which provides masking of acoustic signals;
- detection, localization and extraction of embedded devices.

In this work, the authors decided to investigate noise generators placed in the room to prevent the detection of speech information.

To prevent information leakage during meetings, it is necessary to provide guaranteed information protection, which can be organized using active means, for example, using masking noise generators. A large number of works are devoted to the development and research of various methods for processing and protecting speech information, as well as determining the intelligibility of speech

messages as the main indicator of their security, for example [1-6]. However, it must be remembered that a noisy informative signal can be filtered, and in case of poor-quality masking, an attacker will gain access to protected information. Therefore, there is a problem associated with assessing the quality of the noise signal generated by active protection means.

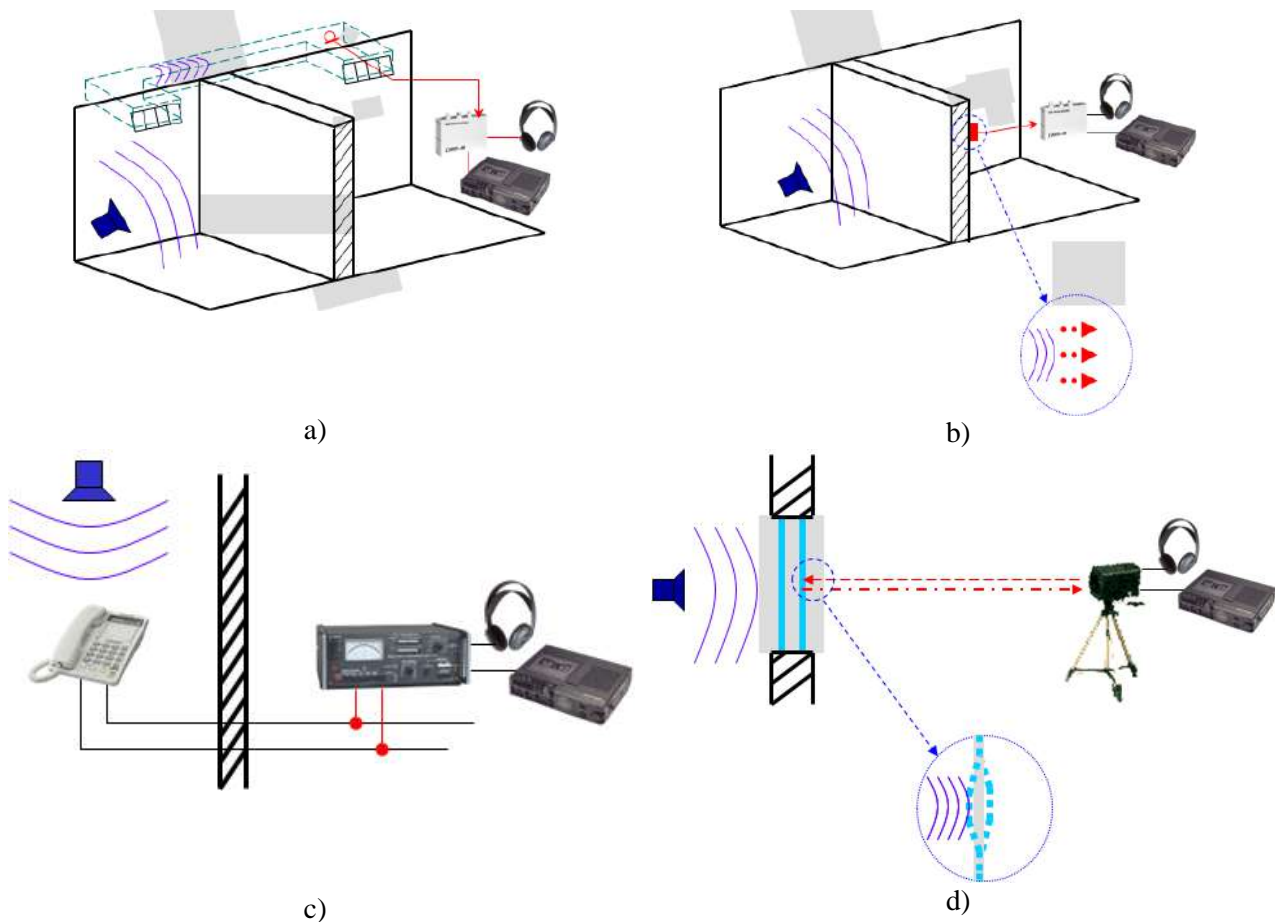


Fig. 1. Examples of acoustic information leakage channels:  
a) acoustic; b) vibroacoustic; c) acoustoelectric; d) laser

There are three general trends in the development of such generators. The first trend is the use of feedback to control the spectrum of the noise signal and its level, which is selected depending on the level of the acoustic signal that needs to be masked. The second trend is the creation of a closed communication chain for conversations between negotiators. It is implemented either by encrypting conversations transmitted in a space isolated from the surrounding acoustic environment, or by using special interference outside this space, which does not allow the removal of intelligible acoustic information outside it. The third trend is the use of mixed noise, which consists of soft music, noise and voice signals of several participants in a conversation, shifted in time and inverted in spectrum. Such a mixture of signals does not allow you to remove an intelligible conversation signal. Even if you record a disguised conversation and clean it up with currently known methods, it is impossible to get intelligible signals. With this method of masking, the level of interference emitted into the premises is significantly lower than the noise level emitted when using a conventional generator.

It is crucial to choose the right noise generator for your application. Depending on the application, you may need a generator that produces noise in a specific range of frequencies: white, pink or brown noises. The power of the output signal can be crucial. Also it is essential that the noise generator maintains a constant level of noise over an extended period of time.

Effective confidential information protection using masking noise generators is an important task that use government and commercial institutions. However, there is no unified approach today to assess the quality of masking noises and the existing methods need to be seriously improved.

Information [7, 8] and energy [9, 10] criteria are used to determine the masking noise's estimated characteristics. The first group of criteria takes into account the statistical parameters of the noise signal in the time domain and enables the determination of the digital noise quality factor. Based on mathematical expectation, calculation of variance and entropy of current sample values and their envelope, the degree of approximation of some reference distributions is calculated. Such methods aim to find the degree of uncertainty of the current values of the expressed noise signals, for example, through the entropy quality factor of the masking noise.

The criteria of the second group for guaranteed information protection use the postulate of the need to overcome the noise energy by means of a masked signal. That is why integral indicators are used to check the quality of noise, which take into account the excess level of noise in relation to the level of the information signal. For example, the entire frequency range of noise masking can be divided into several octave bands, in the middle frequencies of each of which the noise level is measured [9].

From the point of view of the energy efficiency of creating masking noise, as well as the direct determination of their probable properties, informative criteria are of the greatest interest.

### Research Methodology

Before presenting methods for determining noise quality factors, it is necessary to analyze information about pink noise used in generators to mask information.

Pink noise (flicker noise) is noise whose spectral density changes with frequency  $f$  according to the  $1/f$  law. This ensures that the interfering signal has the same energy per octave. Sometimes pink noise is any noise whose spectral density decreases with decreasing frequency (Fig. 2).

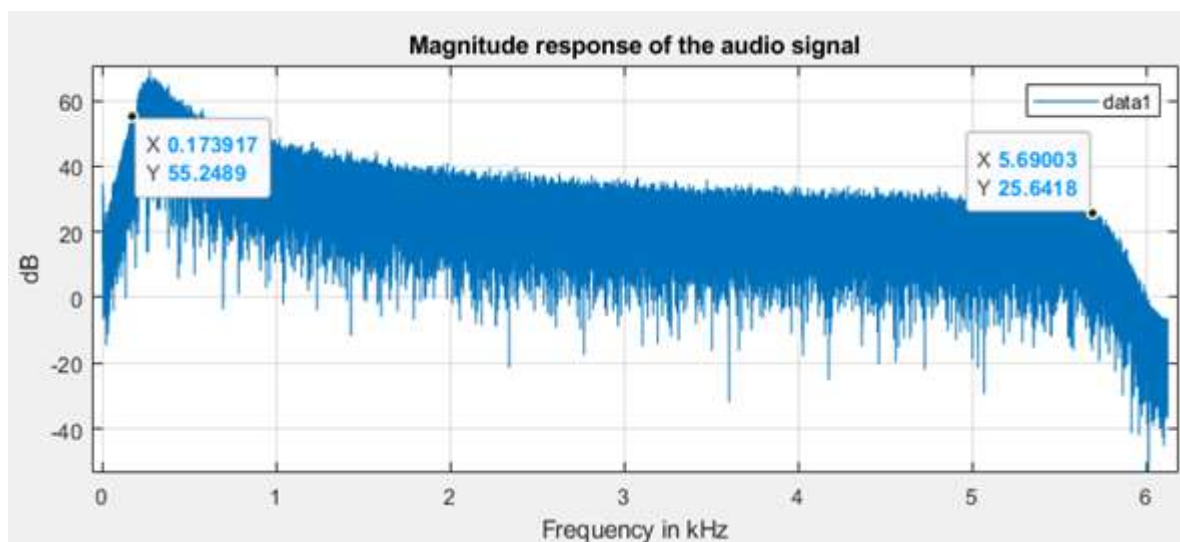


Fig. 2. Graph of the spectral density of the noise signal in the range of 180–5600 Hz

Therefore, pink noise is characterized by the constancy of energy within each octave of frequency change. This means that the spectral density decreases with increasing frequency according to the logarithmic law. Such noise is widespread in nature and many random processes obey it.

The following are the various techniques described in the literature for characterizing the quality of acoustic noise emitted by generators.

#### **Method for determining the noise quality factor using the skewness and kurtosis coefficients.**

This technique was developed to assess the quality of the electromagnetic noise field, however, the authors made an attempt to use it for pink noise generators, which are used to actively mask the speech signal. The methodology is as follows [7]:

1. Obtaining a sample of the noise signal in discrete form.
2. Determination of means  $m_1$  of the obtained sample.
3. Calculation of the second  $m_2$ , third  $m_3$  and fourth  $m_4$  central moments.

4. Determination of the calculated values of the skewness  $\gamma_a = \frac{m_3}{\sqrt{m_2^3}}$  and kurtosis coefficient

$\gamma_e = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$  of study sample.

5. Determination of the noise quality factor by the formula

$$\Theta = 1.06987 + 3\gamma_e - 1.56 \ln \left( e^{2\gamma_e} + 0.037 e^{0.23e^{3.43\gamma_e}} \right)$$

The following techniques are reduced to a series of computational operations performed on the quantized measured values of the electrical signal into which the masking noise is converted. The basis of these methods is a calculation of degree of uncertainty of the law of distribution of the masking noise's instantaneous values, as well as the entropy of the distribution law of the envelope values of the noise signal.

The papers [9-13] introduce the concept of entropy noise quality factor. These coefficients are calculated according to certain reference distribution laws. Under the restrictions imposed on the mean power, the standard distribution law for instantaneous values of masking noise is normal. At the same time, for the envelope of normally distributed instantaneous values of the masking noise, the reference law is the Rayleigh distribution.

**Method for determining the entropy quality factor.**

In a number of works [12, 13], instead of finding the noise quality factor described above, it is proposed to find the entropy noise quality factor. Entropy makes it possible to evaluate the masking properties of interfering signals, regardless of the specific methods of their reception and processing. The task of choosing the most effective interference is reduced to determining such a distribution of interference, in which, for given statistical properties of the signal, the reproduced information by means of technical intelligence would be minimal.

The entropy calculation is reduced to constructing a histogram of the probability density distribution  $p(x_i)$ , after which it is necessary to use the formula

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \log(p(x_i)), \quad (1)$$

where  $p(x_i)$  - the probability of a sample element falling into the  $i$ -th range of the histogram,  $n$  is the number of histogram ranges.

The entropy noise quality factor is found by the formula

$$\gamma = \frac{e^{2H(x)}}{2\pi e}. \quad (2)$$

**Method for determining the entropy coefficient of the quality of the distribution of the envelope of the noise signal.** This technique is similar to the previous one, but the entropy is found not for the sample of the noise generator, but for the sample of the envelope of the noise generator, which must be subject to the Rayleigh distribution. The algorithm for determining the quality factor is as follows [4]:

1. Finding the envelope of the noise signal by the formula

$$A(t) = \sqrt{s(t)^2 + s_{\perp}(t)^2},$$

where  $s_{\perp}(t)$  - coupled (according to Hilbert) function, which is defined as the imaginary part of the analytical signal

$$\dot{s}_a(t) = s(t) + is_{\perp}(t).$$

2. Construction of a histogram of the distribution law of the envelope noise signal.
3. Finding the entropy of the distribution law of the envelope by formula (1).
4. Finding the parameter of the standard Rayleigh distribution  $r$  by the formula

$$\frac{\mu_2^0}{2r^2} + \ln r = M[\ln x] + 1 + \frac{\gamma}{2} - \ln \sqrt{2},$$

where  $\mu_2^0$  - the second moment of the distribution law of the noise signal envelope;  $M[\ln x]$  - the mean of the natural logarithm of the values of the envelope of the noise signal,  $\gamma$  - Euler constant.

5. Finding the entropy of the standard Rayleigh distribution using the formula  $\hat{H} = 1 + \frac{\gamma}{2} + \ln\left(\frac{r}{\sqrt{2}}\right)$

6. Finding the entropy quality factor of the distribution of the envelope of the noise signal by the formula  $\eta = e^{H_0 - \hat{H}}$ .

**Research results**

The results are also shown for each considered technique separately.

**Method for determining the noise quality factor using the skewness and kurtosis coefficients.**

According to this technique, the noise quality factor should be in the range from 0.8 to 1.0. The authors conducted experimental studies with pink noise generators of various brands, and also conducted an experiment on generators built using a pseudo-random sequence of numbers implemented in the Python software environment. The results for all 10 s samples (441,000 samples) gave the noise quality factor results shown in Table 1.

Table 1. Estimated indicators of noise quality factor using skewness and kurtosis coefficients

Noise generator	Skewness coefficient	Kurtosis coefficient	Noise quality factor
Brand generator	0.0119	-0.1219	0.9936
Created from a pseudo-random sequence	-0.0089	-0.6998	0.8823

As can be seen from Table. 1, this technique has shown that it is possible to use in practice both branded generators of different brands, and a noise signal obtained from a pseudo-random sequence of numbers.

**Method for determining the entropy quality factor.** Entropy noise quality factor should not exceed 1. However, in the course of research with different pink noise generators, the authors made sure that, using formula (1) to find the entropy, the entropy quality factor exceeds unity hundreds of times, which makes it impossible to use this formula. Therefore, it was decided to use a different formula to find the entropy.

Considering that pink noise generators were used in the study, it should be noted that pink noise obeys the normal distribution law. This was confirmed by finding a histogram for noise generators (Fig. 3). It should also be noted that the obtained histogram results are the same for all generators used in the experiments.

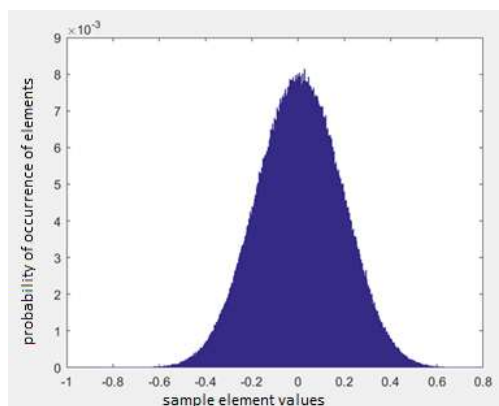


Fig. 3. Histogram of the noise generator



In this regard, it was decided to replace the entropy according to formula (1) by finding the entropy for the normal Gaussian distribution, which has the form

$$H(x) = \ln\left(\sqrt{2\pi e\sigma^2}\right), \quad (3)$$

where  $\sigma^2$  - sample variance.

Using formula (3) to find the entropy noise factor, the authors obtained the results shown in Table 2.

Table 2. Results of determining the entropy noise quality factor

Noise generator	Entropy coefficient	Average signal power	Signal quality factor
Brand generator	0.0534	0.0533	1.0
Created from a pseudo-random sequence	0.2118	0.2118	1.0

As can be seen from Table. 2, the entropy coefficient is equal to 1 for all types of generators used in the experiment. It should be noted that the authors also changed the sample length (signal duration), changed noise levels and quantization levels, but the results of finding the entropy coefficient of signal quality were always in the range of 0.99-1.0.

Thus, we can conclude about the inefficiency of using the technique for determining the entropy noise quality factor in practice.

**Method for determining the entropy coefficient of the quality of the distribution of the envelope of the noise signal.** It should be noted that when using formula (1) to find the entropy coefficient by this method, the entropy coefficient was in the range of 0.01-0.02. However, these results are not true.

Therefore, the authors decided instead of using formula (1) to use the formula for finding the entropy of the Rayleigh distribution:

$$H = 1 + \ln\left(\frac{\sigma}{\sqrt{2}}\right) + \frac{\gamma}{2},$$

where  $\sigma$  - standard deviation,  $\gamma \approx 0,57721566490153286060$  - Euler constant.

After a series of experiments using this method, the authors obtained the results shown in Table 3.

Table 3. Results of finding the entropy quality factor of the distribution of the signal envelope of the noise generator

Noise generator	Entropy of the envelope	Entropy of the Rayleigh reference distribution	Entropy quality factor
Brand generator	1.0059	0.8661	1.15
Created from a pseudo-random sequence	0.3124	0.8661	0.5748

As can be seen from the obtained results, the method for estimating the entropy quality factor of the noise signal envelope distribution is the only method that gives different results for different types of noise generators and requires further statistical development to determine the interval responsible for the adequate operation of noise generators.

## Discussion

After analyzing the currently existing methods for assessing the noise quality factor, the authors came to the conclusion that they need to be improved. In addition, the authors believe that for a more detailed assessment of the masking features of pink noise generators, it is not enough to find only the noise quality factor. It is also necessary to introduce other estimates for a more detailed justification of the expediency of using one or another pink noise generator in practice.

## Conclusions

According to the results obtained in the work, the following conclusions can be drawn.

- Various techniques for determining noise quality factors for pink noise generators are considered.
- Practical results are given for each considered method.
- Conclusions are drawn about the expediency of using each of the methods.

## References:

- 1 Blintsov, Volodymyr and Nuzhnyi, Sergey and Kasianov, Yurii and Korytskyi, Viktor, *Mathematical Model of the System of Active Protection Against Eavesdropping of Speech Information on the Scrambler Generator (May 11, 2020)*. EUREKA: Physics and Engineering, (3), 11-22, 2020. doi: 10.21303/2461-4262.2020.001241, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3753538>.
- 2 C. Wang et al., "mmPhone: Acoustic Eavesdropping on Loudspeakers via mmWave-characterized Piezoelectric Effect," *IEEE INFOCOM 2022 - IEEE Conference on Computer Communications*, 2022, pp. 820-829, doi: 10.1109/INFOCOM48880.2022.9796806.
- 3 Prokof'ev M., Kulish V., Vaschenko M., Dvorskyi V., Stechenko V., Todorenko A. (2015) *Otsiniuvannia koeficienta iakosti shumovoi zavady v systemah aktyvnoho zakhystu informatsii [Evaluation of the quality coefficient of noise interference in active information protection systems] Legal, regulatory and metrological support of information security system in Ukraine, Vol. 1 (29), p. 15-20. (in Ukrainian)*
- 4 Zhelezniak V.K. (2006). *Zaschita informatcii ot utechki po tekhnicheskim kanalim: uchebnoe posobie [Protection of information from leakage through technical channels: textbook]*, 188 p. (in Russian)
- 5 Gavrilov I.V. (2015) *Metodika otsenivaniia kachestva maskiruiuschego shuma [Techniques for estimating the quality of masking noise]*, *Trudy SPIIRAN*, Vol. 6 (43), p. 179-190. (in Russian)
- 6 Horev A.A. (2012). *Sposoby zaschity obektov informatixatsii ot utechki po tekhnicheskim kanalim: prostranstvennoe magnitnoe zashumlenie [Ways to protect informatization objects from information leakage through technical channels: spatial electromagnetic noise]*, *Spetsialnaia tehnika*, Vol. 6, p. 37-57. (in Russian)
- 7 Dvoriankin S.V., Makarov Yu.K., Horev A.A. (2007). *Obosnovanie kriteriev zaschity pechevoi informatsii ot utechki po tehicheskim kanalim [Justification of the criteria for the effectiveness of the protection of speech information against leakage through technical channels]*, *Zaschita informatsii. In said*, Vol. 2, p. 18-25. (in Russian)
- 8 Martyniuk G., Onikiienko Yu., Scherbak L. (2016). *Analysis of the Pseudorandom Number Generators by the Metrological Characteristics*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(9), 25-30.
- 9 Kozlachkov S.B. (2011). *Dopolnitelnye kriterii otsenki zaschishennosti rechevoi informatsii [Additional criteria for assessing the protection of speech information]*, *Spetstehnika i sviaz*, Vol. 2, p. 44-47. (in Russian)
- 10 Tupota V.I. *A method of assessing the quality of masking frequency-modulated noise interference // RF Patent No. 2346390. 2009. Byul. No. 4. 6 p. (in Russian)*
- 11 O. Yudin, R. Ziubina, S. Buchyk, O. Bohuslavska and V. Teliushchenko, "Speaker's Voice Recognition Methods in High-Level Interference Conditions," *2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*, 2019, pp. 851-854, doi: 10.1109/UKRCON.2019.8879937.
- 12 H. Purwins, B. Li, T. Virtanen, J. Schlüter, S. -Y. Chang and T. Sainath, "Deep Learning for Audio Signal Processing," in *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, vol. 13, no. 2, pp. 206-219, May 2019, doi: 10.1109/JSTSP.2019.2908700.
- 13 Kupriianov A.I., Saharov A.V. (2007). *Teoreticheskie osnovy radioelektronnoi borby [Theoretical foundations of electronic warfare]*, 470 p. (in Russian)

Д. Нұрбекұлы<sup>1</sup>, М.Қ. Бейсембекова<sup>1\*</sup>, Г.М. Маемерова<sup>1</sup>, З.Б. Ракишева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

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

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА ВОДЫ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ РЕГРЕССИИ

### Аннотация

Мониторинг уровня и объема воды помогает обнаружить возможные изменения в расходе воды, а также увеличении или уменьшении уровня объема воды, что может указывать на изменение пути течения или предупреждать о потенциальном затоплении на уровне поверхности. В данной работе для получения данных об уровне и площади воды озера Алаколь мы использовали спутниковую альтиметрию и оптическое дистанционное зондирование. Площадь воды рассчитали с помощью метода нормализованного разностного водного индекса с использованием ряда данных Sentinel-2. С сервиса Hydroweb получены данные об уровне воды и далее использовали модель полиномиальной регрессии для определения площади воды. Эту же регрессионную модель мы используем для преобразования площади воды, рассчитанную с использованием данных Sentinel-2, в уровень воды. Наконец, изменения объема воды рассчитываем по формуле Герона. Анализ полученных результатов показывает сезонную корреляцию изменений уровня воды и объема воды. Интерполированный уровень воды, рассчитанный с помощью данных Hydroweb, показывает хорошее совпадение с уровнем воды, рассчитанным по данным Sentinel-2, с коэффициентом корреляции равным 0,78.

**Ключевые слова:** озеро Алаколь, полиномиальная регрессия, спутниковая альтиметрия, оптическое дистанционное зондирование, нормализованный разностный индекс воды (NDWI), Hydroweb.

Д. Нұрбекұлы<sup>1</sup>, М.Қ. Бейсембекова<sup>1</sup>, Г.М. Маемерова<sup>1</sup>, З.Б. Ракишева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ, Қазақстан

## ПОЛИНОМИАЛЫҚ РЕГРЕССИЯ АРҚЫЛЫ АЛАКӨЛ КӨЛІНДЕГІ СУ КӨЛЕМІНІҢ ӨЗГЕРІСІН МОДЕЛЬДЕУ

### Аңдатпа

Судың деңгейі мен көлемін бақылау су шығынындағы ықтимал өзгерістерді және су деңгейінің жоғарылауын немесе азаюын анықтауға көмектеседі, сонымен қатар ағын жолының өзгеруін немесе жер бетіндегі су тасқыны туралы деректерді беруі мүмкін. Бұл жұмыста Алакөл көлінің су деңгейі мен ауданы туралы мәліметтерді алу үшін біз спутниктік альтиметрия мен оптикалық қашықтықтан зондтауды қолдандық. Судың ауданы Sentinel-2 деректерін қолдана отырып, судың нормаланған айырымдық индексі әдісімен есептедік. Hydroweb қызметінен су деңгейі туралы деректер алынып, ары қарай судың ауданын анықтау үшін полиномиялық регрессия моделін қолдандық. Дәл осы регрессия моделін Sentinel-2 деректерінің көмегімен есептелген су ауданын су деңгейіне түрлендіру үшін пайдаланамыз. Ең соңында, су көлемінің өзгеруін Герон формуласымен есептейміз. Алынған нәтижелердің талдауы су деңгейі мен су көлемінің арасындағы маусымдық өзгеру корреляциясын көрсетті. Hydroweb деректері арқылы есептелген интерполяцияланған су деңгейі Sentinel-2 деректері арқылы есептелген су деңгейімен корреляция коэффициенті 0,78-ге тең жақсы сәйкестікті көрсетті.

**Түйін сөздер:** Алакөл көлі, полиномиялық регрессия, альтиметриялық деректер, Жерді қашықтықтан зондтау, судың нормаланған айырымдық индексі (NDWI), Hydroweb.

D. Nurbekuly<sup>1</sup>, M.K. Beisembekova<sup>1</sup>, G.M. Mayemerova<sup>1</sup>, Z.B. Rakisheva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

## MODELING THE CHANGE OF WATER VOLUME IN ALAKOL LAKE THROUGH POLYNOMIAL REGRESSION

### Abstract

Water level and water volume monitoring can help identify possible changes of water flow, as well as water volume changes, which can suggest alteration of waterway flow and potential surface level flooding. In this work, we used satellite altimetry and optical remote sensing to obtain data on the water level and area of Lake Alakol. Water area was calculated using the normalized difference water index method using the Sentinel-2 data series. Water level data was obtained from the Hydroweb service and a polynomial regression model was then used to determine the water area. We use the same regression model to convert water area calculated using Sentinel-2 data to water level. Finally, we calculate changes in water volume using Heron's formula. Analysis of the results obtained shows a seasonal correlation between changes in water level and water volume. The interpolated water level calculated using Hydroweb data shows good agreement with the water level calculated from Sentinel-2 data, with a correlation coefficient of 0.78.

**Keywords:** Alakol lake, polynomial regression, satellite altimetry, optical remote sensing, Normalized Difference Water Index (NDWI), Hydroweb.

### 1 Введение

Озера являются одним из главных источников пресной воды. Они покрывают около 87% мировых внутренних вод. Изменение объема воды в озерах обеспечивает информацией о климатических изменениях и водных ресурсах. Для контроля объема внутренних водоемов объединяем оптическое дистанционное зондирование и данные спутниковой альтиметрии [1, 2]. Спутниковая альтиметрия и оптическое зондирование – это две техники дистанционного зондирования, которые могут предоставить параметры, необходимые для оценки изменений объема воды [3]. Оптическое зондирование захватывает изображения поверхности Земли с помощью датчиков, которые обнаруживают видимый или ближний инфракрасный свет. Применяя техники обработки изображений, такие как пороговая обработка, сегментация и классификация, можно извлечь площадь поверхности воды из оптических изображений. Спутниковая альтиметрия измеряет расстояние между спутником и поверхностью Земли с помощью радара или лазерного луча. Спутниковые альтиметры могут измерять высоту поверхности воды относительно эталонного эллипсоида или геоида. Вычитая высоту поверхности земли из высоты поверхности воды, можно получить уровень воды [4].

Многие исследователи использовали оптическое зондирование и спутниковую альтиметрию для оценки изменений объема воды. Например, авторы работы [3] использовали данные MODIS и данные альтиметрии Jason-1/-2/-3 для оценки и анализа изменений объема воды озера Виктория в Африке с 2003 по 2017 год. Исследователи работы [5] использовали данные Landsat и данные альтиметрии Envisat/Cryosat-2 для оценки и анализа изменений объема воды 28 озер и водохранилищ в Техасе с 2003 по 2016 год. Авторы статьи [6] использовали данные Landsat и данные альтиметрии TOPEX/Poseidon для оценки и анализа изменений объема воды озера Нассер в Египте с 1992 по 2002 год. В качестве области исследования мы выбрали озеро Алаколь (рис. 1).

### 2 Материалы и методы

Озеро Алаколь – одно из крупнейших гидрологически закрытых озер, расположенных в речном бассейне Балхаш-Алаколь на юго-востоке Казахстана. Озеро периодически получает воду из нескольких ручьев, текущих с гор Тарбагатай. Во время сезонных наводнений излишняя вода стекает из озера Жаланашколь в озеро Алаколь по 10-километровому протоку Заман-Откель. Площадь поверхности озера составляет 3033 квадратных километра. Оно достигает глубины около 54 метров на своей максимальной глубине, объем массы воды

составляет 64,517 миллион кубических километров [7]. В таблице 1 можно ознакомиться с морфологическими характеристиками озера Алаколь.



Рисунок 1. Озеро Алаколь (Earthstar Geographics)

Таблица 1. Морфометрические характеристики озера Алаколь

Площадь, км <sup>2</sup>	3033.2
Длина, км	104
Ширина, км	53.5
Объем массы воды, млн. м <sup>3</sup>	64,517
Длина береговой линии, км	517.5
Уровень воды, м	351.1

Таким образом, для более эффективного использования спутниковой альтиметрии и оптических изображений, в этом исследовании мы используем модель отношений площади воды (далее WA) к уровню воды (далее WL). Это поможет увеличить количество данных для объема воды (далее WV) для более качественного прогноза и анализа. Для этого мы используем данные альтиметрии, предоставленные французским спутниковым мониторинговым агентством Hydroweb (Theia) [8, 9], а также регрессионную модель второго порядка, которую мы используем для восстановления всей WA (и наоборот) из изображений, покрытых облаками. Ниже приведем алгоритм действий в данной работе (рис. 2).

Для дальнейшей работы мы используем оптические снимки, полученные с Sentinel-2 и на их основе по формуле (1) находим нормализованный разностный индекс воды NDWI [10, 11], который предоставляет данные WA

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (1)$$

где Green – видимый зеленый, NIR – ближний инфракрасный. NDWI (Normalized Difference Water Index) используется для эффективного определения содержания влаги и выделения водоемов на спутниковом снимке на фоне почвы и растительности.

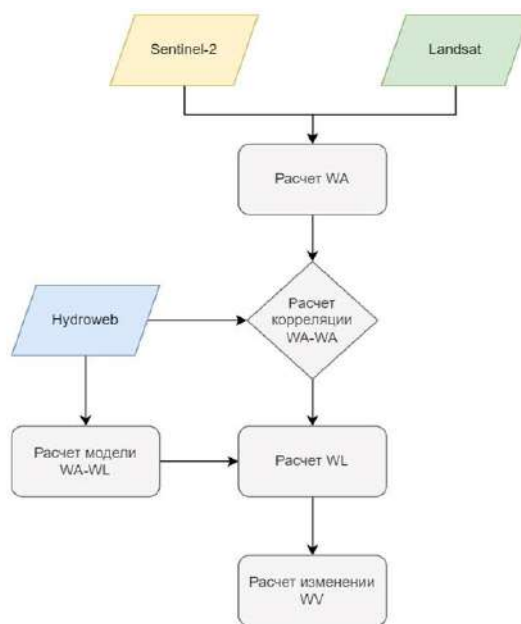


Рисунок 2. Алгоритм исследования

Также, он применяется для обнаружения и мониторинга малейших изменений в содержании водных объектов. Значения NDWI индекса соответствуют следующим диапазонам: 0.2–1 – поверхность воды; 0.0–0.2 – затопление, влажность; -0.3–0.0 – умеренная засуха, неводные поверхности; -1– -0.3 – засуха, неводные поверхности.

Далее объединяя данные WA, полученные с Hydroweb и формулы (1), мы рассчитываем изменение WV.

### 3 Результаты и обсуждение

Для получения результата были проделаны следующие действия:

1. С помощью Sentinel Hub для исследуемой области (озеро Алаколь) произведен поиск открытых спутниковых снимков на сервисе EO Browser [12]. Выбираем безоблачные изображения озера и скачиваем их. Выявлено, что всего совпадающих данных по дате с данными альтиметрии 5.

2. Вышеизложенные действия в пункте 1 повторяем с космическими снимками со спутников Landsat 4-5 и Landsat 8, которые были скачаны с сервиса USGS Earth Explorer [13]. Оказалось, что всего совпадающих данных по дате с данными альтиметрии 5.

3. После сбора данных обрабатываем снимки в программном обеспечении ArcGIS. Используя каналы B3 (Green) и B8 (NIR, B5 для Landsat) по формуле (1) находим нормализованный разностный индекс воды NDWI.

4. Затем в программном обеспечении ArcGIS создаем новый слой, извлекая все пиксели, значения которых больше либо равно нулю. Это дает нам пиксели воды.

5. Далее используем инструмент «Извлечь по маске» для фильтрации по шейп-файлу Алаколь, то есть оставляем только нужную нам исследуемую область.

6. По формуле (2) рассчитываем WA:

$$WA = \frac{Pixels \times Resolution}{1000000}, \quad (2)$$

где *Pixels* - наименьшая единица растрового изображения, *Resolution* - величина, определяющая четкость деталей растрового изображения.

7. Затем скачиваем данные альтиметрии из архива HydroWeb. HydroWeb собирает значения WL со спутников Saral, Envisat, Cryosat2, Sentinel3A, Sentinel3B. Затем он использует модель для получения значений WA (рис. 3), где WA равна полиномиальной регрессии WL.

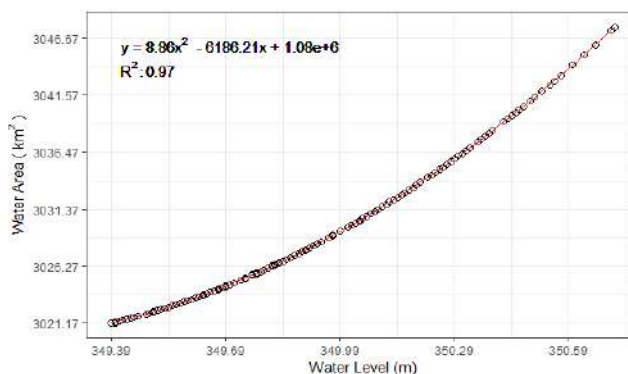


Рисунок 3. Значения WA, полученные с HydroWeb

8. Далее анализируем, изменяются ли значения WA, полученные с Sentinel и Landsat так же, как WA, полученные с HydroWeb [14, 15].

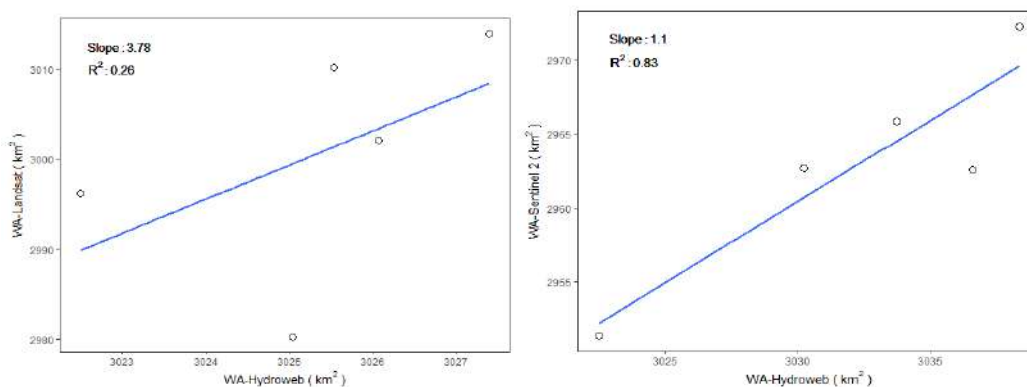


Рисунок 4. Изменение значений WA Sentinel-HydroWeb и WA Landsat- HydroWeb.

Как видим, на рисунке 4 у Sentinel-2 корреляция  $R^2 = 0.83$ , что означает очень хорошую связь ( $<0.3$  – почти нет связи,  $0.3-0.5$  – слабая связь,  $0.5-0.7$  – достаточно хорошая связь,  $>0.7$  – сильная связь).

9. Если какой-либо из результатов имеет хорошую корреляцию, тогда дальше мы калибруем WA, чтобы он соответствовал WA HydroWeb, и отображаем данные во времени, чтобы увидеть, совпадают ли изменения площади воды. Как мы видим, на рисунке 5 изображены точки данных обоих методов, которые хорошо дополняют друг друга.

10. Затем, используя выражение WA равна полиномиальной регрессии WL, находим значения WL Sentinel (рис. 6).

11. Наконец, находим WV из всех собранных данных и создаем график изменения WV по времени (рис. 7), используя формулу:

$$\Delta V = \frac{|L_1 - L_2|}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}), \quad (3)$$

где  $\Delta V$  – изменение объема воды по времени,  $L_2$  – уровень воды при начальной дате,  $L_1$  – уровень воды при последующих датах,  $A_2$  – площадь воды при начальной дате,  $A_1$  – площадь воды при последующих датах. Все изменения объема воды находим относительно первого дня.

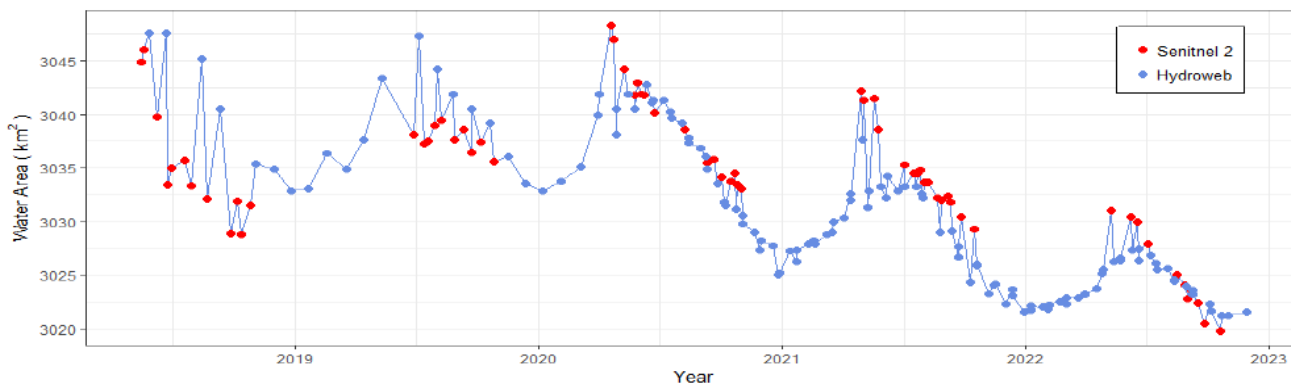


Рисунок 5. Результат калибровки WA

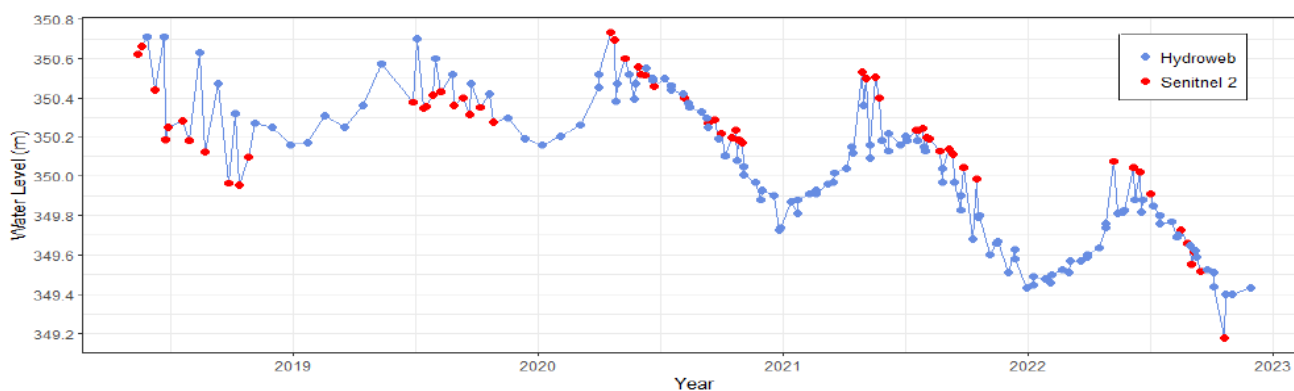


Рисунок 6. Визуализация значений WL для спутника Sentinel

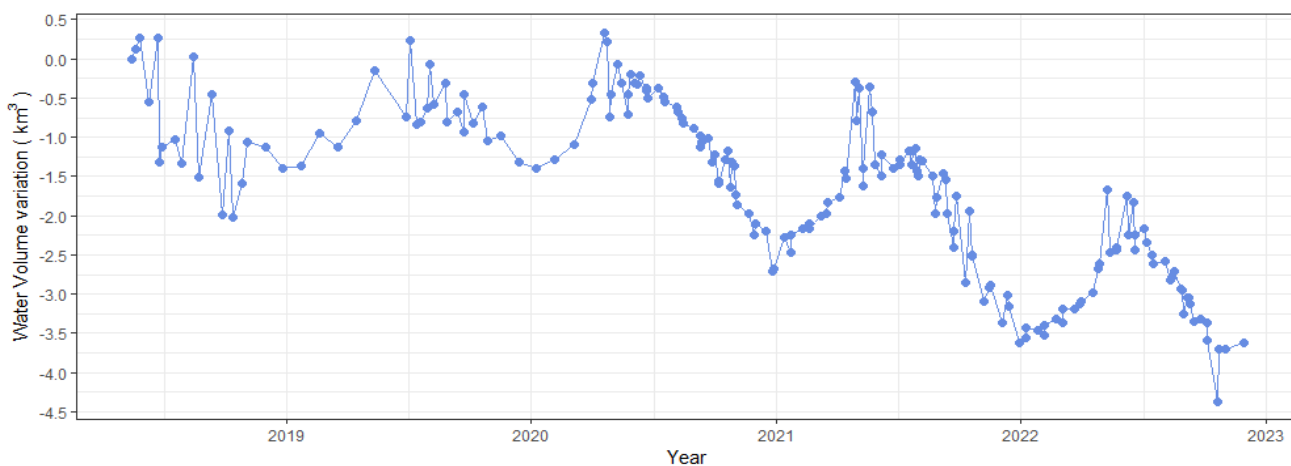


Рисунок 7. Изменение WV по времени

12. Для проверки правильности результатов анализа мы интерполируем WL HydroWeb, чтобы заполнить строки NA (отсутствующие данные), соответствующие Sentinel WL (рис. 8). В итоге, мы получаем хорошую корреляцию  $R^2 = 0.61$  с коэффициентом корреляции равным 0.78. Полученный результат означает, что можно использовать снимки Sentinel в сочетании с данными альтиметрии HydroWeb и моделью HydroWeb для мониторинга озер.



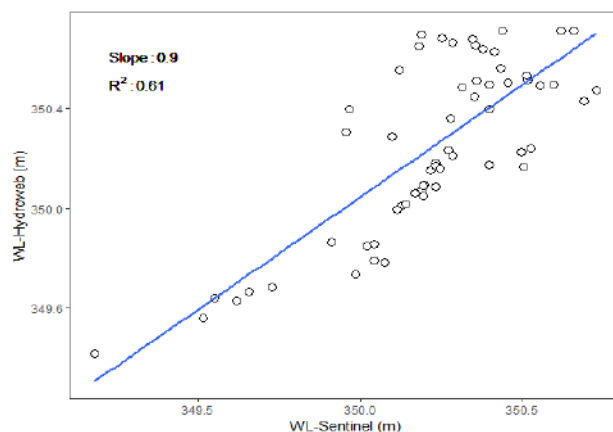


Рисунок 8. Результат интерполяции WL HydroWeb

#### 4 Заключение

Используя оптическое дистанционное зондирование и спутниковую альтиметрию, мы замечаем сезонные изменения объема воды в озере Алаколь. Результаты подтверждены интерполяцией отсутствующих значений данных об уровне воды, полученных с Hydroweb, которые показывают хорошую корреляцию  $R^2$  равную 0.61. Этот подход может быть использован для изучения любого водоема с известной математической зависимостью между уровнем и площадью воды.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки МОН РК No AP14871838 – «Исследование волнового климата водоемов Казахстана с применением данных спутниковой альтиметрии»

#### Список использованной литературы:

- 1 International Altimetry Team. Altimetry for the future: Building on 25 years of progress // *Advances in Space Research*. – 2021. – Vol. 68, Issue 2. – pp. 319-363. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.01.022>
- 2 A. Mustafa, W.A. Qazi. Using optical remote sensing and radar altimeter data for lake volume estimation of Manchar Lake, Pakistan / *Seventh International Conference on Aerospace Science and Engineering (ICASE), Islamabad, Pakistan*. – 2021. – pp. 1-4. doi: 10.1109/ICASE54940.2021.9904130
- 3 Y. Lin, X. Li, T. Zhang, N. Chao, J. Yu, J. Cai, N. Sneeuw. Water volume variations estimation and analysis using multisource satellite data: A case study of lake Victoria // *Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 12, Issue 18, article number: 3052. – pp. 1-21. <https://doi.org/10.3390/rs12183052>
- 4 X. Deng. (2016). Satellite altimetry // *Encyclopedia of Geodesy*. – 2016. – pp. 1-5. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02370-0\\_58-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02370-0_58-1)
- 5 C. Schwatke, D. Detmering, F. Seitz. Volume variations of small inland water bodies from a combination of satellite altimetry and optical imagery // *Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 12, Issue 10, article number: 1606. – pp. 1-32. <https://doi.org/10.3390/rs12101606>
- 6 H.M. Ebaïd, M. Aziz. Integrating radar altimeters and optical imagery data for estimating water volume variations in lakes and reservoirs (case study: lake Nasser) // *Journal of Geographic Information System*. – 2017. – Vol. 9, Issue 6. – pp. 648-662. <https://doi.org/10.4236/jgis.2017.96041>
- 7 A. Valeev, M. Karatayev, A. Abitbayeva, S. Uxukbayeva, A. Bektursynova, Z. Sharapkhanova. Monitoring coastline dynamics of Alakol lake in Kazakhstan using remote sensing data // *Geosciences*. – 2019. – Vol. 9, Issue 9, article number: 404. – pp. 1-10. <https://doi.org/10.3390/geosciences9090404>
- 8 <https://hydroweb.theia-land.fr/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 02.07.2023).
- 9 Theia/Hydroweb. Hydroweb product user manual. – 2021. [Электронный ресурс] [https://www.theia-land.fr/wp-content/uploads/2021/06/Handbook\\_Hydroweb-V2.1.pdf](https://www.theia-land.fr/wp-content/uploads/2021/06/Handbook_Hydroweb-V2.1.pdf) (дата обращения: 10.07.2023).
- 10 B. Gao. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space // *Remote Sensing of Environment*. – 1996. – Vol. 58, Issue 3. – pp. 257-266. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)

- 11 U. Bhangale, S. More, T. Shaikh, S. Patil, N. More. Analysis of surface water resources using Sentinel-2 imagery // *Procedia Computer Science*. – 2020. – Vol. 171. – pp. 2645–2654. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.287>
- 12 <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser> [Электронный ресурс] (дата обращения: 25.06.2023).
- 13 <https://earthexplorer.usgs.gov/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 26.06.2023).
- 14 Ch.-M. Lee, Ch.-Y. Kuo, Ch.-H. Yang, H.-Ch. Kao, K.-H. Tseng, W.-H. Lan. Assessment of hydrological changes in inland water body using satellite altimetry and Landsat imagery: A case study on Tsengwen Reservoir // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. – 2022. – Vol. 44. – pp. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101227>
- 15 J.-F. Cretaux, W. Jelinski, S. Calmant, et al. SOLS: A lake database to monitor in the Near Real Time water level and storage variations from remote sensing data // *Advances in Space Research*. – 2011. – Vol. 47. – pp. 1497–1507.

#### References:

- 1 International Altimetry Team. Altimetry for the future: Building on 25 years of progress // *Advances in Space Research*. – 2021. – Vol. 68, Issue 2. – pp. 319-363. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.01.022>
- 2 A. Mustafa, W.A. Qazi. Using optical remote sensing and radar altimeter data for lake volume estimation of Manchar Lake, Pakistan / *Seventh International Conference on Aerospace Science and Engineering (ICASE)*, Islamabad, Pakistan. – 2021. – pp. 1-4. doi: 10.1109/ICASE54940.2021.9904130
- 3 Y. Lin, X. Li, T. Zhang, N. Chao, J. Yu, J. Cai, N. Sneeuw. Water volume variations estimation and analysis using multisource satellite data: A case study of lake Victoria // *Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 12, Issue 18, article number: 3052. – pp. 1-21. <https://doi.org/10.3390/rs12183052>
- 4 X. Deng. (2016). Satellite altimetry // *Encyclopedia of Geodesy*. – 2016. – pp. 1-5. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02370-0\\_58-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02370-0_58-1)
- 5 C. Schwatke, D. Dettmering, F. Seitz. Volume variations of small inland water bodies from a combination of satellite altimetry and optical imagery // *Remote Sensing*. – 2020. – Vol. 12, Issue 10, article number: 1606. – pp. 1-32. <https://doi.org/10.3390/rs12101606>
- 6 H.M. Ebaid, M. Aziz. Integrating radar altimeters and optical imagery data for estimating water volume variations in lakes and reservoirs (case study: lake Nasser) // *Journal of Geographic Information System*. – 2017. – Vol. 9, Issue 6. – pp. 648-662. <https://doi.org/10.4236/jgis.2017.96041>
- 7 A. Valeyev, M. Karatayev, A. Abitbayeva, S. Uxukbayeva, A. Bektursynova, Z. Sharapkhanova. Monitoring coastline dynamics of Alakol lake in Kazakhstan using remote sensing data // *Geosciences*. – 2019. – Vol. 9, Issue 9, article number: 404. – pp. 1-10. <https://doi.org/10.3390/geosciences9090404>
- 8 <https://hydroweb.theia-land.fr/> [Electronic resource] (date of the application: 02.07.2023).
- 9 Theia/Hydroweb. Hydroweb product user manual. – 2021. [Electronic resource] [https://www.theia-land.fr/wp-content/uploads/2021/06/Handbook\\_Hydroweb-V2.1.pdf](https://www.theia-land.fr/wp-content/uploads/2021/06/Handbook_Hydroweb-V2.1.pdf) (date of the application: 10.07.2023).
- 10 B. Gao. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space // *Remote Sensing of Environment*. – 1996. – Vol. 58, Issue 3. – pp. 257-266. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)
- 11 U. Bhangale, S. More, T. Shaikh, S. Patil, N. More. Analysis of surface water resources using Sentinel-2 imagery // *Procedia Computer Science*. – 2020. – Vol. 171. – pp. 2645–2654. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.287>
- 12 <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser> [Electronic resource] (date of the application: 25.06.2023).
- 13 <https://earthexplorer.usgs.gov/> [Electronic resource] (date of the application: 26.06.2023).
- 14 Ch.-M. Lee, Ch.-Y. Kuo, Ch.-H. Yang, H.-Ch. Kao, K.-H. Tseng, W.-H. Lan. Assessment of hydrological changes in inland water body using satellite altimetry and Landsat imagery: A case study on Tsengwen Reservoir // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. – 2022. – Vol. 44. – pp. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101227>
- 15 J.-F. Cretaux, W. Jelinski, S. Calmant, et al. SOLS: A lake database to monitor in the Near Real Time water level and storage variations from remote sensing data // *Advances in Space Research*. – 2011. – Vol. 47. – pp. 1497–1507.

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

ГТАХР 14.07.09

10.51889/2959-5894.2023.84.4.011

*А.К. Койшыбекова<sup>1\*</sup>, А.Д. Онгарбаева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан*  
*\*e-mail: aizhankym@inbox.ru*

**МАТЕМАТИКАЛЫҚ ПӘНДЕРДІ ОҚЫТУДА «ЖОБА ӘДІСІН» ҚОЛДАНУ**

*Аңдатпа*

Мақалада болашақ математика мұғалімдерін оқытуда жоба әдісін қолдану мәселесі қарастырылады. Жаңа білім беру стратегиясы дамушы технологиялардың көмегімен өзін-өзі тәрбиелеуді жүзеге асырады, оның мақсаты білімгерлерге білім беру ғана емес, сонымен қатар әр білімгердің шығармашылық қызығушылықтары мен қабілеттерін анықтау және дамыту, оның өзіндік өнімді оқу іс-әрекетін ынталандыру болып табылады. Қазіргі таңда орта мектепте білім беру бағдарламаларында білімгерлердің өзіндік жұмысты орындай білуіне ерекше көңіл бөлінуде. Сондықтан бүгінгі білімгер ертеңгі маман болатындықтан ЖОО-да өзіндік жұмысты ұйымдастыруға да жаңашылдықпен қарауымыз керек. Ақпараттың тез жаңаруы, ғылымның ғарыштап дамуы, ақпараттық технологияның қарқындап өзгеруі өзіндік жұмысты инновациялық бағытта ұйымдастыруды талап етеді. Олай болса, бұл бүгінгі таңдағы өзекті мәселердің бірі. Бұл жұмыстың мақсаты жоғары мектептің математика пәнінен білімгерлердің өз бетінше жұмыс істеуін ұйымдастыруда «жоба әдісін» қолданудың теориялық негізделген тиімділігін зерттеу болып табылады. Мақсатқа сай міндеттер, яғни «жоба әдісінің» мән мағынасын ашу, математикалық пәндерді оқытуда жоба әдісін қолдануға әдістемелік нұсқаулар қарастырылып және оны бұл әдісті қолданудың тиімділігін диагностикалық зерттеу қарастырылады. Бұл зерттеудің негізгі әдістері педагогикалық эксперимент, бақыланатын және сандық әдістер болып табылады. Жобалық оқытудың ерекшелігі білімгерлердің қабілеттерін жетілдіруге бағытталған әдіс ретінде ескеріледі. «Жоба әдісі» бойынша білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастырудың кезеңдік әдістемесі жасалды. Бақылау барысында оқытудың модульдік бейнесі алынды, мазмұны анықталды, жоғары мектепте математиканы оқытудың жобалық тақырыптық жоспары әзірленді және жобалық әдістің қолдануы көрсетілді. Зерттеу білім беру саласындағы өзекті сұрақтарға жауап іздеуге бағытталған және оқытушылар мен білімгерлер үшін практикалық маңызды болып табылады.

**Түйін сөздер:** болашақ мұғалімдер, жоба әдісі, білімгерлердің өзіндік жұмысы, жоба, тұлғаны дамыту, математика.

*А.К. Койшыбекова<sup>1</sup>, С.М. Сеитова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Жетісуский университет имени И. Жансугурова, Талдықорған, Казахстан*  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «МЕТОДА ПРОЕКТА» ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ**

*Аннотация*

В статье рассматривается проблема использования метода проекта при обучении будущих учителей математики. Новая образовательная стратегия реализует самообразование с помощью развивающих технологий, целью которого является не только обучение обучающихся, но и выявление и развитие творческих интересов и способностей каждого обучающегося, стимулирование его

самостоятельной продуктивной учебной деятельности. В настоящее время в образовательных программах средней школы особое внимание уделяется умению обучающихся выполнять самостоятельную работу. Поэтому, поскольку сегодняшнее обучающийся станет завтрашним специалистом, мы должны также новаторски подходить к организации самостоятельной работы в ВУЗе. Быстрое обновление информации, освоение науки, интенсификация информационных технологий требуют организации самостоятельной работы в инновационном направлении. Поэтому это одна из актуальных проблем на сегодняшний день. Целью данной работы является изучение теоретически обоснованной эффективности использования «метода проекта» в организации самостоятельной работы обучающихся Высшей школы по математике. Рассматриваются целесообразные задачи, т. е. раскрытие смысла «метода проекта», методические указания к применению метода проектов в преподавании математических дисциплин и рассматривается его диагностическое исследование эффективности применения данного метода. Основными методами данного исследования являются педагогический эксперимент, контролируемые и количественные методы. Специфика проектного обучения учитывается как метод, направленный на совершенствование способностей обучающихся. Разработана поэтапная методика организации самостоятельной работы обучающихся по «методу проекта». В ходе контроля была получена модульная картина обучения, определено содержание, разработан проектный тематический план обучения математике в высшей школе и продемонстрировано применение проектного метода. Исследование направлено на поиск ответов на актуальные вопросы в сфере образования и имеет практическое значение для преподавателей и обучающихся.

**Ключевые слова:** будущие учителя, метод проекта, самостоятельная работа обучающихся, проект, развитие личности, математика

*A.K. Koishybekova<sup>1</sup>, S.M. Seitova<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>"Zhetysu University named after I. Zhansugurov", Taldykorgan, Kazakhstan*

#### **USING THE "PROJECT METHOD" IN TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES**

##### *Abstract*

The article deals with the problem of using the project method in teaching future teachers of mathematics. The new educational strategy implements self-education with the help of developing technologies, the purpose of which is not only to train students, but also to identify and develop the creative interests and abilities of each student, to stimulate his independent productive learning activities. Currently, in the educational programs of secondary school, special attention is paid to the ability of students to perform independent work. Therefore, since today's student will become tomorrow's specialist, we must also innovatively approach the organization of independent work at the university. The rapid updating of information, the development of science, the intensification of information technologies require the organization of independent work in an innovative direction. Therefore, this is one of the urgent problems today. The purpose of this work is to study the theoretically justified effectiveness of using the "project method" in organizing independent work of Higher School students in mathematics. The expedient tasks are considered, i.e. the disclosure of the meaning of the "project method", methodological guidelines for the use of the project method in teaching mathematical disciplines and its diagnostic study of the effectiveness of this method is considered. The main methods of this research are pedagogical experiment, controlled and quantitative methods. The specifics of project-based learning are taken into account as a method aimed at improving the abilities of students. A step-by-step methodology for organizing independent work of students according to the "project method" has been developed. During the control, a modular picture of learning was obtained, the content was determined, a project thematic plan for teaching mathematics in higher school was developed and the application of the project method was demonstrated. The research is aimed at finding answers to topical issues in the field of education and has practical significance for teachers and students.

**Keywords:** future teachers, project method, independent work of students, project, personal development, mathematics.

##### **Кіріспе**

Тұлғаның интегралды қасиеті ретіндегі «жоба әдісін» педагогикалық қызметтің стратегиялық бағытталуын ғана қамтамасыз етіп және педагогикалық процестің, оның нәтижелерін, шарттарын, келешек дамуының өзін жобалай алуы арқылы көрініп қана қоймай,

болашақ ұстаздың шынайы кәсіби ортаға тиімді бейімделуі, болашақта өзінің кәсіби қызметін жобалау мен құра алуы қасиеттерін бейнелейді.

Бұл зерттеудің өзектілігі ақпараттың тез жаңаруы, ғылымның ғарыштап дамып келе жатқан қоғамның білім беру жүйесіне қоятын талаптарының үнемі өсіп отыруына байланысты, оған сәйкес білім алушылардың дамуының басым факторы бірлескен шығармашылық және танымдық қызмет барысында қажетті білім мен дағдыларды игеру үшін өзіндік жұмысты инновациялық бағытта ұйымдастыруға бағыттайды. Яғни, бұл ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы, қол жетімді ақпарат көлемінің артуы және талдау мен шығармашылық дағдыларына баса назар аудару оқытудың жаңа тәсілдерін қажет етеді. Сондықтан білім беру процесін инновациялық жолмен қалай дамытуға және білім деңгейін арттыруға болатындығын зерттеу маңызды.

Әлемде математика ғылымының құндылығы жыл сайын артып келеді, сондықтан математикалық білімнің жоғары деңгейі барлық қызмет салаларында табысқа жетудің кілті болып табылады. Сонымен қатар, соңғы уақытта білімгерлердің математикалық дайындық деңгейінің біршама төмендеуі байқалды. Бұл ғылымға деген теріс көзқарас мектепте де оқушыларда қалыптасады, бұл осы күрделі пәнді оқуды жалғастыруға құлықсыздыққа және соның салдарынан оқушылардың ғана емес, білімгерлердің де математикалық дайындығының төмен деңгейіне әкеледі [1]. Әр түрлі салалардағы әртүрлі ғылыми ақпараттың көптігі, оның динамикалық өзгеруі мектеп бағдарламасы аясында барлық пәндерді, соның ішінде математиканы толық көлемде оқуға мүмкіндік бермейді. Математиканы оқытуда жоба әдісін пайдалану оқытудың қалыптасқан дәстүрлі тәсілдер шеңберінен шығуға, білімгерлердің сыни және шығармашылық ойлауын дамытуға бағытталған жаңа ақпаратты, дербес өнімді қызметті іздеуді ынталандыратын режимде жұмыс істеуге мүмкіндік береді [2]. Э.С. Полат пайымдауынша, «жоба әдісі» – белгілі бір тәсілмен орындалатын нақты, елеулі практикалық нәтижемен аяқталатын проблеманы жан-жақты дамыту арқылы дидактикалық мақсатқа жету тәсілі (Е.С. Полат) [3]. Мұндай оқытуды ұйымдастыруға мүмкіндік беретін педагогикалық технологиялардың бірі жобалық технология (жобалар әдісі, жоба әдісі, жоба технологиясы, жобалық оқыту технологиясы) болып табылады. Жобалық әдістің негізгі мақсаты – білімгерге әртүрлі пәндік салалардан білімді біріктіруді талап ететін тапсырманы шешу барысында білім мен дағдыларды өз бетінше алуға мүмкіндік беру.

Авторлар осындай технологиялардың бірі жалпы мақсаты, келісілген жұмыс тәсілдері бар білімгердің бірлескен оқу және танымдық қызметін қамтитын жобалық оқыту екенін көрсетті. Атап айтқанда: болашақ мұғалімдердің аналитикалық, шығармашылық ойлау қабілетін дамыту; әртүрлі көздерден жетіспейтін математикалық білімді өз бетінше игеру; математикалық фактілерді, ғылым заңдылықтарын білуге негізделген ойлау; әртүрлі әлеуметтік рөлдерді орындайтын топта жұмыс істеу қабілеті болып табылатын жобалау технологиясын қолдану қажеттілігі атап өтіледі.

Алайда, математикалық пәндерді оқытуда негізгі мәселе – білімгерлердің шығармашылық аналитикалық қабілеттерін дамытуды, және олардың оқу процесіне белсенді қатысуын ынталандыратын тиімді әдістердің жеткілікті қарастырылмауы. Сонымен қатар, бұл әдісті заманауи білім беру бағдарламаларының ерекшеліктеріне бейімдеуде және оның математикалық оқыту контекстіндегі тиімділігін бағалауда қиындықтар туындайды. Байқалған қарама-қайшылықтар, білімгерлерде жобалау қабілетінің дамуына септігін тигізетін заманауи шарттарды табу мен анықтаудан тұратын, зерттеу мәселесін анықтады.

Н. В. Каштанова (2006) өз зерттеуінде бұл әдісті теориялық білімді болашақ математика оқытушыларын оқытуда оларды пайдаланудың практикалық тәжірибесімен іс жүзінде біріктіруге мүмкіндік береді деп тұжырымдайды. Ал, Н.Ю. Пахомова (2003) еңбегінде білімгерге арналған бұл жоба өзінің шығармашылық әлеуетін барынша арттыру мүмкіндігі, өзін-өзі іске асыру құралы болып табылатындығын нәтижелер арқылы тұжырымдаған [4]. Бұл жеке немесе топта өзін танытуға, тырысуға, білімді қолдануға, қол жеткізген нәтижелерді көпшілік алдында көрсетуге мүмкіндік беретін қызмет. Л. В. Покушалов (2011) тұжырымында

педагог үшін білім беру жобасы жобалау қызметінің нақты дағдылары мен қабілеттерін дамытуға, сондай-ақ ақпараттық, өзін-өзі зерделеу, ғылыми-зерттеу және шығармашылық қызметті бірлесіп іздеуге мүмкіндік беретін дамудың, оқыту мен тәрбиелеудің интегралдық дидактикалық құралы болып табылатындығы айқындалған [5]. Өзектілік пен айқындалған мәселе математика пәндерді оқытуда жоба әдісін қолдану бағытында зерттеу жұмысын жүргізудің қажеттілігін туындатты. Зерттеуіміздің мақсаты математикадан жоғары мектепте білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастыруда «жоба әдісін» қолданудың тиімділігін теориялық және әдістемелік тұрғыдан негіздеу. Мақсатымызға сай төмендегідей міндеттерді шешеміз: «жоба әдісінің» мән мағынасын ашу; математикалық пәндерді оқытуда жоба әдісін қолдануға әдістемелік нұсқаулар; жоба әдісін қолданудың тиімділігін диагностикалық зерттеу. Бұл зерттеуде болашақ мұғалімдердің жұмыс тәсілдері бар жобалық оқыту болып табылатынын шетелдік және отандық әдебиеттерге теориялық талдау жасайды, алдыңғы қатарлы педагогикалық іс-тәжірибелерге сүйеніп қолдану жолдарын қарастырылады, аналитикалық, шығармашылық ойлау қабілетін дамытудан тұратын «жоба әдісін» өзіндік жұмыстарда қолдану қажеттілігі талданып және әр түрлі дереккөздерден жетіспейтін математикалық білімді өз бетінше алудың әдістемелік нұсқауларлар қарастырылады.

### **Материалдар мен әдістер**

Жоғары білімнің сапасын арттыру аспектілерінің бірі білімгерлердің құзіреттілік белсенділігін және өздігінен білім алуға деген икемдігін арттыруға себеп болатын әрекет ол-білімгерлермен ұйымдастырылатын өзіндік жұмыстары. Сол себепті, білімгерлердің танымдық дербестіктерінің сапасын жоғарылататын ақпараттық оқыту технологияларын жетілдіру негізіндегі өзіндік жұмыстар жоғары білімнің құрылымдық-мазмұндық реформалануымен тікелей байланысты.

Яғни, біз кейбір зерттеулерде өзіндік жұмыстың анықтамасын «оқыту әдісі» ретінде (Л.В. Жарова, А.Б. Усова) берілуін, басқаларында-білімгерлердің «оқу танымдық іс-әрекетін ұйымдастыру» нысаны ретінде сипатталуын (Я.Г. Гендлер, В.Л. Ляудис, М.И. Моро, Г.И. Сеитова, И.Э. Унт), сол сияқты «дидактикалық оқу құралдары» (Б.И. Коротяев, П.И. Пидкасистый) (1972), «білімгерлердің қызмет түрі» ретінде (О.И. Нильсон, А.В. Петровский) (1984) қарастырып, зерттеген болса, ал өзіндік жұмыстың анықтамасын «дербес қызметті ұйымдастыру» (П.И. Пидкасистый, В.А. Казаков) деп, басқа зерттеушілердің пікірінше, тәуелсіз жұмыс ұсынылуы мүмкін «оқу формасы мен танымдық іс-әрекетті ұйымдастыру» құралдарының синтезі ретінде (О.В. Долженко, А.Е. Зене, В.Л. Шатуновский), қызмет түрі және «ұйымдастырушылық түрі мен нысаны» (Е.К. Борткевич), «аудиториядан тыс жұмыс» (И.И. Кобыляцкий), «белсенді қызметті оқу» (Ю.Б. Зотов) (1984) ретінде көрсеткен. БӨЖ (білімгердің өзіндік жұмысы)—оқытушының тапсырмасы бойынша аудиториядан тыс уақытта орындалатын білімгерлердің жоспарланған оқу, оқу-зерттеу, ғылыми-зерттеу жұмыстары. Өзіндік жұмыс оқу сабақтарының бір түрін құрайды. Сондықтан шығармашылық іс-әрекеттің бір түрі ретінде өзіндік жұмыстың рөлі сапалық оқу үрдісін көтеру жолында өте жоғары болып табылады. БӨЖ мақсаты—болашақ мамандық бойынша іргелі білімді, кәсіби шеберлікті және дағдыларды, шығармашылық, зерттеу тәжірибесін игеру, дербестікті, жауапкершілікті және ұйымшылдықты, оқу және кәсіби деңгейдегі мәселелерді шешуге шығармашылық көзқарасты дамыту [6].

Болашақ математика мұғалімдерін оқытудағы бұл әдістің мәні болашақ мұғалімдердің белгілі бір математикалық есептерге деген қызығушылығын ояту болып табылады, олардың шешімі белгілі бір білім көлемін игеруді де, жобалық іс-әрекет арқылы қолда бар және алынған білімді практикалық қолдануды да қамтиды [7]. Бұл әдіс теориялық білімді болашақ математика мұғалімдерін оқытуда қолданудың практикалық тәжірибесімен біріктіруге мүмкіндік береді. Білімгерге арналған бұл жоба-өзінің шығармашылық әлеуетін, өзін-өзі жүзеге асыру құралын барынша ашу мүмкіндігі. Бұл өзіңізді жеке немесе топта көрсетуге, өзіңізді сынап көруге, білімді қолдануға, пайда табуға, қол жеткізілген нәтижелерді көпшілік

алдында көрсетуге мүмкіндік беретін әрекет. Елімізде білімгерлердің «жоба әдісін» жетілдіру мәселесіне байланысты соңғы кездері дамып келе жатқандығын көруге болады. ЖОО жүйесінде математика мұғалімдерін кәсіби-әдістемелік дайындығын жетілдіру (К.Қағазбаева) [8], педагогтардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру, мектепте жоғары математика элементтерін оқыту және оған мұғалімдерді дайындау (О.Сатыбалдиев, С.М. Сеитова) т.б. мәселелері қазіргі заман ғалымдарының еңбектерінде зерттеліп, дамыта оқыту үдерісін қолданып, білім алушылардың білім сапасын арттыру мәселелерінің шешімдері ұсынылған. Сонымен бірге білімгерлердің танымдық ізденімпаздығын қалыптастыру (А.Е.Абылқасымова, Р.С. Омарова) [9], білімгерлердің зерттеу дағдыларын қалыптастыру (С.П Арсенова, М.Н.Белялова), білімгерлердің ғылыми-зерттеу әрекетін қалыптастырудың педагогикалық шарттарын (Г.К. Баймукашева), педагогикалық ЖОО-ның білімгерлерінің оқу-зерттеушілік іс-әрекеттері (Н.С. Амелина) зерттелген. Осы зерттеулердің теорияларына сәйкес болашақ математика мамандарының белсенді іс-әрекеті кезінде ғана, олардың тұлғалық дамуы мен білімді меңгеруі қалыптасады, сонымен қатар іс-әрекет барысында тәжірибе жинақтап, нәтижесінде саналы түсініктері қалыптасады [10].

Сондықтан да бүгінгі таңда мектеп бағдарламасында жаңартылған білім берудегі жаңашылдықтар, өзгерістер мен үдерістер болашақ ұрпақ бойында жаһандық дамуға ілесе алатын құндылықтарды игерген тұлға болып қалыптасуды көздейді. Бұл ретте білімгер бойында білім берумен қатар ғылыми-зерттеуге баулу, инновациялық технологияларға негізделген оқыту әдістерін қолданудың маңызы зор [11].

Жаңа білім беру стандарттарын енгізу мектептегі білім беру саласында кадрлар даярлаудың болжамды басталуына басымдық береді [12]. Сондықтан білім беру қызметін тек дайын білім алу процесі ретінде қарастырудан бас тарту керек. Осылайша, зерделенетін проблеманың өзектілігі математика мұғалімдерінің педагогикалық қызметіне пәнаралық жобаларды енгізумен байланысты әдістемелік жұмыстарды әзірлеу қажеттілігімен негізделеді, өйткені математика әр түрлі ғылымдарда кеңінен қолданылады, дегенмен сабақтарда ол уақыттың шектелуіне және мектеп білімгерлердің математикалық аппаратының жеткіліксіздігіне байланысты қалдырылады [13].

Сонымен, болашақ математика мамандарының жобалау-зерттеу іс-әрекеттерін жетілдірудің мақсаты, олардың әр түрлі пәндерді игеру барысында алған білімдері, біліктері және дағдыларын зерттеу нысандарына қолдана алу арқылы білімдерін жоғарылату және жетілдіру, ғылымға деген қызығушылығын арттыру, ой-өрісін дамыту, жобалау-зерттеу қабілетін қалыптастыру, өз бетінше білімін толықтыруға пайдалану, алған мағлұматтарды талдау, дұрыс қорытынды жасау және үйрету болып табылады (1-сурет).



Сурет 1. Болашақ математика мамандарының жобалау-зерттеу іс-әрекеттерін жетілдірудің мақсаты

Осы орайда, зерттелініп отырған «жоба әдісін» зерттеу іскерлігін дамытуда өзіндік жұмыс нысандарының орындалуын, білімгерлердің өзіндік жұмыс формаларының орындалуын бағалау критерийлері мен көрсеткіштері жүйесімен жұмысты толығырақ қарастырайық.

Әдетте, жоба әдісінің әр нақты тақырыбын тұжырымдауды бастамас бұрын, білім алушыларға жеке маңызды болуы керек проблема қойылады, осылайша бұл мәселені шешуге жеке қызығушылық туындайды. Сонымен қатар, жоба білім алушының бұрыннан бар біліміне әсер ететіндей етіп жасалуы керек, сонымен бірге жаңа білім алу қажеттілігі туындайды. Осылайша, жобаны орындау кезінде білім алушы жаңа білім алу қажеттілігіне тап болады. Осылайша, жобаны өз бетінше жүзеге асыру кезінде білім алушы өзіне қажет ақпараттың көзін іздеуге мәжбүр болады, нәтижесінде ол жаңа ақпаратты талдауға, оны қызықтыратын тақырыпты қалыптастыруға және іздеудің кілт сөздерін анықтауға тырысады. «Мәселені шешу» дегеніміз - бұл жағдайда өмірдің әртүрлі салаларынан қажетті білім мен дағдыларды қолдану, нақты және нақты нәтиже алу [14].

### Нәтижелер

Өз тәжірибімізден өзіндік жұмыстардың негізгі түрлерін ұйымдастырудың келесі тәсілдерін атап өткім келеді: «жоба әдісі» (жеке, топтық), кейс-тапсырлар, инфографиканы пайдалану, мультимедиялық презентацияны әзірлеу. Менің ойымша, тәуелсіз жұмыстардың тізімін толық деп санауға болмайды, бәрі мұғалімнің жұмысына байланысты. Соңғы уақытта пайдалана бастаған инновациялық бағыттағы өзіндік жұмыстың түрлерінің бірі «жоба әдісін» қарастырайық. Жоғарыда айтылғандай, жоба бойынша жұмысқа қатысу тақырыпқа қызығушылық деңгейін арттыруға көмектеседі. Білімгерлер практикалық түрде білім алады. Осы тәсілді қолдана отырып, негізгі ұғымдарды түсіну оңайырақ болады.

Математиканы нақты өмірде қолданудың әртүрлі тәсілдері бар. Төмендегі идеялар білімгерлерге нақты жағдайларда математикалық дағдыларын тексеруге мүмкіндік береді. Пәнаралық блоктар негізінде «Математика» пәні бойынша сабақтарда қолдануға болатын дайындықтың әртүрлі бағыттары бойынша жобалар тақырыптарының бірін мысал ретінде қысқаша қарастырайық. Мысалы, Жаратылыстану факультетінде 5B010900-«Математика» мамандықтарының білімгерлеріне оқытылатын «Элементар математика» пәнінің бір тақырыбын қарастырайық. «Математика» пәні аясында жобалардың тақырыбын таңдау кезінде келесі мәселелерді ескеру қажет:

- жоба тек математикаға арналған ба (бір пәндік аймақ) немесе оған пәнаралық блоктар кіреді.

- мүмкіндігінше математикаға жақын нақты мәселелерді (есептерді) қолданыңыз.

- математика бөлімдерінің практикалық қолданылуын іздеу білімгерлердің көзқарасын өзгертуге және материалды игеруге ықпал етеді.

- ықтималдықтар теориясы туралы білім, мысалы, күнделікті өмірде кез-келген істің нәтижесін есептеу үшін қолданылуы мүмкін (лотерея билетін алғыңыз келе ме, жоқ па).

- жоба тек оқу жоспары аясында жүзеге асырыла ма немесе кең ғылыми өріске әсер ете ме? жоба оқу-әдістемелік материалдарды қолдана ма (оқытушының ресурстары, білім алушылардың қызметі, нұсқаулар, бағалау жүйесі).

*№1 Жобалау тақырыбы: Теңдеулер мен геометриялық принциптерді қолдана отырып, апельсин қабығы мен целлюлозасының мөлшерін анықтау*

*Жобалау мақсаты:* дөңгелек көлемін анықтау дағдыларын күнделікті өмірде кездестіретін есептер арқылы қолдану, теңдеулер құру

*Пәні:* Элементар математика

*Курс:* 1-курс білімгерлері үшін.

*Жобалау мазмұны:* Сіз апельсин сатып алып, оны екіге бөдіңіз. Апельсиннің жартысына қарап, оның құрамында не көп екенін — қабығы немесе целлюлозасын анықтауға бола ма? (2-сурет).

Практикалық (зерттеу қызметі). Сұрақ біртүрлі болып көрінеді, өйткені қабығы-жұқа қабат, апельсиннің шеті (біз апельсиннің шар тәрізді екеніне сенеміз). Дөңгелектің шекарасындағы салыстырмалы түрде жұқа қабаттың көлемі қалған бөлігімен бірдей екені белгілі болды [15].





Сурет 2. Апельсин радиустарын бейнелі қарастыру

Мысалы, диаметрі 10 см, терісі 1 см болатын апельсиннің бүкіл көлемінің жартысына жуығы қабығында шоғырланған!

*Тексерейік.* Радиустардың екі шарын қарастырыңыз және  $r < R$ . Көлемі үлкен көлемнің жартысына тең болу үшін кішірек шардың радиусы қандай болуы керек?

*Күтілетін нәтижие:* Бұл геометрияда жиі кездесетін және күнделікті мәселелерді шешуде пайдалы бір идеяны еске түсіру үшін жасалады — ауданы немесе көлемі үшін дайын формуласы жоқ. Фигуралардың айырмашылығы ретінде бірнеше мысал есептер құрастыру.

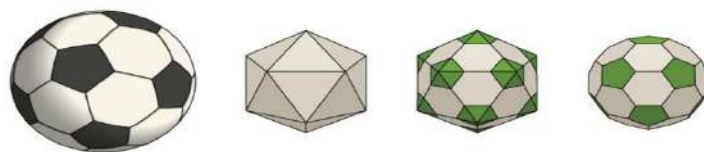
*№2 Жобалау тақырыбы:* Футбол добының моделін құру

*Жобалау мақсаты:* Алтыбұрыштан тұратын классикалық «футбол добының» моделін жасау.

*Пәні:* Элементар математика- полиэдр, тұрақты полиэдр, қисықтық

*Курс:* 1-курс білімгерлері үшін.

*Жобалау мазмұны:* Классикалық футболдың беті сәл қисық 12 тұрақты қара бес бұрыштан және 20 тұрақты ақ алтыбұрыштан тұрады (3-сурет). Доптың моделін келесідей ұсынуға болады. Оларды 12 тұрақты бесбұрыштан және тең жақтары бар 20 тұрақты алтыбұрыштан кесілген икосаэдр деп аталатын полиэдрді бүктеуге болады. Икосаэдрдің 12 төбесі, 20 беті бар – тұрақты үшбұрыштар, 30 қырлары бар.



Сурет 3. Футбол добының моделін құру

Алынған фигура-кесілген икосаэдр. Кесілген икосаэдр-жартылай тұрақты полиэдрлердің бірі. Бұл барлық беттері бірнеше түрлі типтегі тұрақты көпбұрыштар болатын полиэдра деп аталады (тұрақты көпбұрыштардан айырмашылығы, олардың барлық беттері бірдей тұрақты көпбұрыштар), ал барлық шыңдары «бірдей» орналастырылған, яғни төбелердегі көп қырлы бұрыштар тең (үйлесімді). Бұл жағдайда кесілген икосаэдрдің шыңдары доптың «шыңдарымен» сәйкес келеді, шеттері тігістерге, ал шеттері доптың бетіндегі сәл қисық көпбұрыштарға айналады. Осылайша сіз допты аласыз-кесілген икосаэдрдің сфераға орталық проекциясы екенін анықтайсыз. Кесілген икосаэдрдің ісінуі сізді бастапқы модель формасының шарға жақындық дәрежесі туралы ойлануға мәжбүр етеді. Мысалы, бұл ұқсастықты концентрлік радиустардың қатынасымен бағалауға болады.

*Күтілетін нәтижие:* Модельді «ауамен толтыру» кезінде (кесілген икосаэдр) ол сфера түрінде болады, футбол добына айналады. Фигуралардың айырмашылығы ретінде бірнеше мысал есептер құрастыру, оларды талдау.

Білімгерлерге жобалау іскерлігінің бастапқы даму деңгейін орнату үшін, біз бірқатар диагностикалық әдістемелерді қолдандық. Жобалау іскерлігі құрылымында айрықшалап алған және критерийлер ретінде ұсынылған блоктар бойынша өлшеу жұмыстары жүргізілді.

Мақсатты тұжырымдауға дайындықты, жоспарлау мен ойластырылғанды іске асыру мақсатында әдістерді және құралдарды дұрыс таңдай алу шеберліктерін анықтау үшін, жобалық педагогикалық іскерліктердің қалыптастырылу деңгейін анықтау үшін бейімделген тестілер қолданылды [16]. Тоғыз балдық бағалау жүйесін қолдана отырып, білімгерлерге

келтірілген тұжырымдармен келісу немесе келіспеу дәрежесін анықтау ұсынылды.

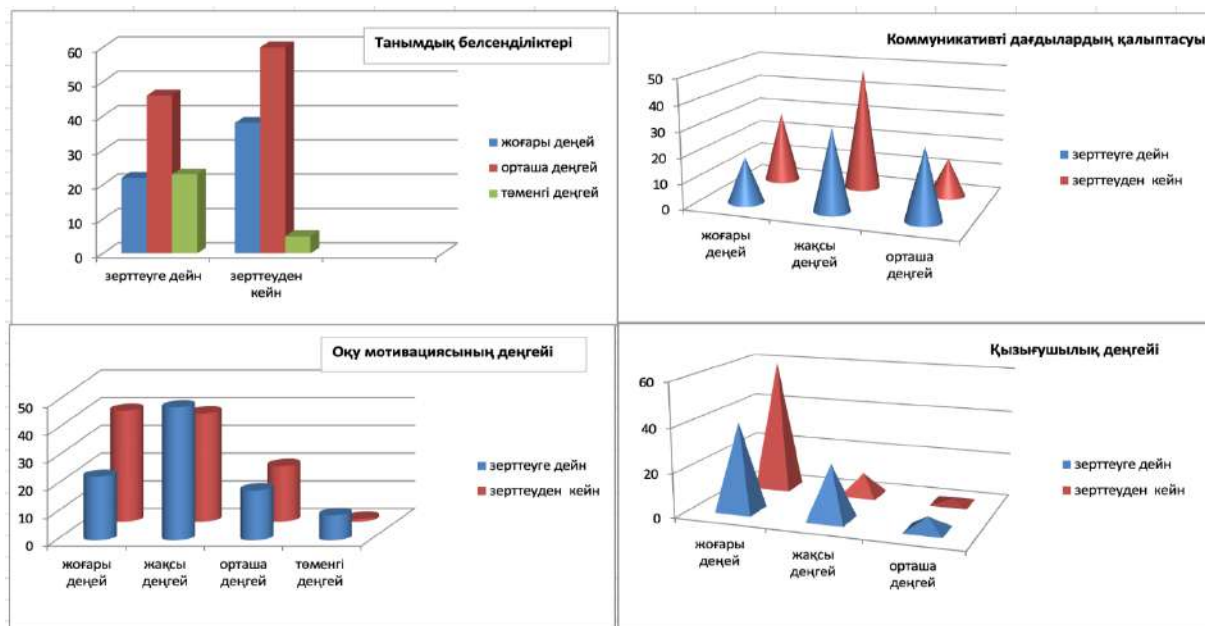
Білімгерлердің рефлексияға қабілеттілігін өлшеу үшін рефлексивтілік қасиетінің байқалуының жеке өлшемін диагностикалау әдісі қолданылды (А.В. Карпов [17]). Оның артықшылығы, анықталатын мінез-құлықтық көріністердің спектрі рефлексияның үш маңызды (уақыт қағидасы бойынша): ситуативті (өзекті), ретроспективті (өткен шақтағы қызметті талдау) және алдағы қызметті талдаумен, жоспарлаумен, оның ықтималды нәтижелерін болжаумен байланысқан, перспективті түрлерін ескеретіндігінде еді.

### Талқылау

І.Жансүгіров атындағы Жетісу университетінің, Жаратылыстану факультетінде 5В010900 «Математика» мамандықтарының 1-курс білімгерлерінің қатысуымен жүргізілді.

Іріктеме 27 респонденттен тұрды, олардың жас санаты 17-ден 19 жасқа дейінгі аралықта ұсынылған. Бақылау тобына 16 респондент, эксперименттік топқа 11 респондент, оның ішінде 15 әйел және 12 ер адам тартылды. Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері жоғары, орташа және төмен деңгейде бағаланды. Эксперимент 2022-2023 оқу жылдарында жүргізілді.

Диагностикалық әдістемелер көмегімен орындалған өлшеулердің нәтижесі кестеде келтірілген. Жобалау іскерлігінің жеке көрсеткіштерінің даму деңгейлерінің үлестірілімі 4-ші суретте пайыздық қатынаста келтірілген.



Сурет 4. Жеке көрсеткіштерінің даму деңгейлері

Әр санаттағы өзгерістерді пайызбен талдайық. Танымдық белсенділік дағдыларын қалыптасуы бойынша диагностикалауды қарастырсақ. Жоғары деңгей өзгерісі:  $(38\% \text{ кейін} - 22\% \text{ дейін}) / 22\% \text{ дейін} \cdot 100\% = 72.73\%$  ға өскенін байқауға болады. Ал орташа деңгей өзгерісінде:  $(60\% \text{ кейін} - 46\% \text{ дейін}) / 46\% \text{ дейін} \cdot 100\% = 30.43\%$  орташа деңгей 30.43% - ға жақсарғаны байқалады. Төменгі деңгей өзгеріс болса:  $(5\% \text{ кейін} - 23\% \text{ дейін}) / 23\% \text{ дейін} \cdot 100\% = 78.26\%$  төменгі деңгей 78.26% - ға қысқарған. Сонымен, зерттеу деректеріне сәйкес: Жоғары параметр деңгейі айтарлықтай өсті, орташа деңгей де көтерілді, бірақ жоғары деңгей сияқты емес, төмен параметр деңгейі айтарлықтай пайызға қысқарған. Мұндай өзгерістерді параметрлерді жақсарту бағытындағы оң өзгерістер ретінде түсіндіруге болады, әсіресе жоғары және орта санаттарда. Коммуникативті дағдылардың қалыптасуын бойынша диагностикалауда, санаттардағы өзгерістерді талдайық. Жоғары деңгейдегі өзгеріс  $(28 - 18) / 18 \cdot 100\% = 55.56\%$  бұл деңгей 55.56% - ға өсті. Ал, орташа деңгейде өзгеріс  $(48 - 32) / 32 \cdot 100\% = 50\%$  яғни, орташа деңгей 50% - ға өскені куантады. Сондай-ақ, төменгі деңгей өзгерісі:

$(15 - 28) / 28 * 100\% = -46.43\%$  төменгі деңгей 46.43% - ға қысқарған. Сонымен, зерттеу деректеріне сәйкес, жоғары параметр деңгейі айтарлықтай өсті,

орташа деңгей де бастапқы мәннің жартысына өсті және төмен параметрлер деңгейі айтарлықтай төмендеді. Бұл өзгерістер жүргізілген зерттеу нәтижесінде параметрлер деңгейіндегі оң өзгерістерді байқауға болады.

Оқу мотивациясының деңгейінің қалыптасуы бойынша диагностикалауда, жоғары деңгей өзгерісі:  $(40 - 23) / 23 * 100\% = 73.91\%$  яғни, жоғары деңгей 73.91% -ға өсті. Сондай-ақ жақсы деңгей өзгерістері:  $(39 - 48) / 48 * 100\% = -18.75\%$ , деңгейі 18.75% - ға төмендеді. Ал, орташа деңгей болса,  $(20 - 18) / 18 * 100\% = 11.11\%$  деңгейі пайызға өсті. Төменгі деңгейлі санатқа келсек, өзгерісі  $(1 - 9) / 9 * 100\% = -88.89\%$ , яғни төменгі деңгей 88.89% - ға қысқарды. Сонымен, зерттеу нәтижелері бойынша: «жоғары» деңгейі айтарлықтай өсті, «жақсы деңгей» 18.75% төмендеді, «орташа» деңгейі 11.11% - ға өсті, ал «төменгі» деңгейі айтарлықтай төмендеді.

Қызығушылық деңгейінің қалыптасуы бойынша диагностикалауға тоқталайық. Әр санаттағы өзгерістерді талдайтын болсақ, жоғары деңгейі өзгерісін алсақ:  $(60 - 42) / 42 * 100\% = 60\%$  жоғары деңгей 60% - ға өскен, сол сияқты ал жақсы деңгейде  $(10 - 25) / 25 * 100\% = -60\%$  пайызға өзгерген, яғни жақсы деңгей 60% - ға төменденін аңғарамыз. Орташа деңгейді алатын болсақ, оның ауытқуы  $(2 - 6) / 6 * 100\% = -66.67\%$  болып, ол деңгейдің 66.67% - ға төмендегенін көрсетіп тұр. Сонымен, зерттеу нәтижелері бойынша: «жоғары» деңгейі айтарлықтай өсті, «жақсы деңгей» 60% - ға төмендеді, «орташа» деңгейі 66.67% - ға қысқарды. Бұл өзгерістер жүргізілген зерттеу нәтижесінде әр санаттағы елеулі өзгерістерді көрсетеді.

Танымдық іс-әрекет дағдыларын қалыптастыру бойынша диагностика параметрлер деңгейінде оң өзгерістерді көрсетті. Атап айтсақ, жоғары деңгей 72.73% - ға өсті, орташа деңгей 30.43%-ға жақсарды, ал төмен деңгей 78.26%-ға төмендеді. Бұл өзгерістер параметрлерді жақсартудағы оң өзгерістерді көрсетті, әсіресе жоғары және орта санаттарда.

Коммуникативті дағдыларды қалыптастыруды диагностикалауда да оң үрдістер байқалады. Жоғары параметрлер деңгейі 55.56% - ға өссе, орташа деңгей 50% - ға өсті, ал төмен деңгей 46.43% - ға төмендеді. Бұл өзгерістер барлық санаттардағы қарым-қатынас дағдыларының жақсарғанын көрсетеді.

Оқу мотивациясының деңгейіне қатысты жоғары деңгейдің 73.91% - ға өсуі байқалады, жақсы деңгей 18.75% - ға төмендеді, орташа деңгей 11.11% - ға өсті, ал төмен деңгей 88.89% - ға қысқарды. Бұл өзгерістер зерттеудің оқу мотивациясының деңгейіне оң әсерін көрсетеді.

Қызығушылық деңгейін диагностикалауда жоғары деңгейдің 60% - ға артуы анықталды, бірақ жақсы және орташа деңгейдің сәйкесінше 60% және 66.67% - ға төмендеуі байқалды. Бұл өзгерістер «жақсы» және «орташа» санаттарындағы қызығушылық деңгейін қолдау үшін қосымша іс-шаралардың қажеттілігін көрсетуі мүмкін. Осылайша, тәжірибелік-ізденістік жұмыстың бірінші кезеңінде алынған мәліметтер негізінде болашақ ұстаздардың жобалау іскерліктерін дамыту барысында, әрбір кезең үшін міндеттерді нақтылай отырып, қызметтерін кезеңмен жобалау іскерлігін дамытуға, сонымен бірге білімгерлердің қызметтің алынған нәтижелерін бағалай отырып, сенімді әрі өздігінен әрекет етуге түрткі болуға аса қатты назар аударатын болдық.

### **Қорытынды**

Математикалық пәндер бойынша «жоба әдісімен» оқытуды ұйымдастыру практикасын зерделеу қиындықтарды анықтауға мүмкіндік береді, олардың негізгілері: арнайы әдістемелік және оқу әдебиеттерінің аз саны; материалдық-техникалық базаның әлсіздігі; оқытудың әртүрлі ұйымдастырушылық нысандарын жеткіліксіз пайдалану; оқыту әдістерін таңдау мен ұйымдастырудың дәстүрлі тәсілдерін пайдалана отырып, білімді меңгерудің дәлелдемелі деңгейінде оқыту. Диагностикалық зерттеу эксперименттің нәтижелері жобалық оқыту мүмкіндігін растады және математикалық пәндерді жобалық оқытудың ғылыми негізделген әдістемесін жасау қажеттілігін көрсетті. Жоба әдісінің негізінде шығармашылық, ақпараттық

кеңістікте іздеу және өз білімін өз бетінше құру мүмкіндігі жатыр. Оқу жобасы сыныпта да, сыныптан тыс жұмыстарда да жүзеге асырылуы мүмкін. Жобаның бірегейлігіне білім алушылардың мақсаттарын орындау арқылы қол жеткізіледі, сәйкесінше әр жоба ерекше. Білім беру жүйесінің тиімділігі, білім беру сапасын халықаралық талаптар деңгейіне дейін арттыру қолданылатын білім беру технологияларына тікелей байланысты. Жобалық оқыту сынып-сабақ жүйесіне пайдалы балама болып табылады. Мамандардың пікірінше, жобалық оқыту дәстүрлі оқыту түрлеріне қосымша ретінде қажет.

*Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

- 1 Folomkin, A. I., & Voronina, M. V. (2017) *Educational library for the automation of design calculations springs using Solidworks* // *Man in India*, 97(3) . pp 443-451.
- 2 Iksanova, T. A. (2015) // *Project activity at the lessons of mathematics. Actual problems of modern pedagogy: materials VI Intern. sci. Conf. Ufa: Summer*, pp. 117-120.
- 3 Polat E. S. et al.(2001) *New pedagogical and information technologies in the education system* // *Moscow: Academy*. – Т. 76.
- 4 Pakhomova, N. (2003). *Method of educational project in educational institution. Manual for teachers and students of pedagogical universities*. М.: ARKTI.
- 5 Pokushalova L.V. (2011) *Formation of abilities and development of skills of independent work of students of a technical college* // *Young scientist*. No.4. V.2. P. 115-117.
- 6 Сеитова С.М., Койшыбекова А.К. (2020) *Жоғары оқу орнында ұйымдастырылатын білімгерлердің өзіндік жұмысының түрлері* // *Наука и жизнь Казахстана №12-1(147)*. 193б.
- 7 Мисбах З., Гуликерс Дж., Маулана Р., Малдер М. (2015) *Межличностное поведение учителей и мотивация учащихся в профессиональном образовании, основанном на компетентности: данные из Индонезии.* // *Педагогическое и педагогическое образование*. С.79-89. DOI:10.1016/j.tate.2015.04.007
- 8 Кагазбаева А.К. (1999) *Совершенствование профессионально-методической подготовки учителя математики в системе высшего педагогического образования: дис. ...док. пед.наук.* – Алматы. С.324.
- 9 Абылкасымова А.Е. (1995) *Формирование познавательной самостоятельности студентов-математиков в системе методической подготовки в университете дис. ... док. пед. наук.* – Алматы. С.303.
- 10 Аяпбергенова Г.С., Нурғалиева С.А., Бисембаева Н.А., Кабакова М.П., Койшыбаев М.Н. (2020) *Развитие проектных умений у будущих учителей начальных классов в рамках начальной педагогической подготовки на базе вуза.* // *Наука для образования сегодня, том.10*. С.67– DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2006.01>
- 11 Vlasenko K. (2020) *Developing Training Materials for the On-Line Course» Project Method in Teaching Higher Mathematics* // *ICTERI Workshops*. – С.756-769. DOI:10.5220/0010925300003364
- 12 Хеннер Е.К. (2018) *Профессиональные знания и профессиональные компетенции в высшей школе. Образование и наука*. С.9–31. DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2018-2-9-31>
- 13 Леонард Л., Вибава Б. (2020) *Развитие системы обучения педагогических компетенций в области исследовательской деятельности в Индонезии: анализ потребностей* // *Универсальный журнал исследований в области образования, том. 8 (5)*. С. 2064–2070. DOI: <http://dx.doi.org/10.13189/ujer.2020.080544>
- 14 Husein Ismail, Rahmad Syah. (2020) *«Model of Increasing Experiences Mathematics Learning with Group Method Project»*. *International Journal of Advanced Science and Technology*. С.1133-1138. <https://engrxiv.org/preprint/view/1064>
- 15 Андреев Н. Н., Коновалов С. П., Панюнин Н. М. (2019) *Математическая составляющая 2-е изд., расш. и доп. - М. : Фонд «Математические этюды», — С.367*
- 16 Plyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Gruzdeva M.L., Chanchina A.V. (2018). *Structure and content of the electronic school-methodical complex on the discipline “mechanics of soils, foundations and founda- tions”* // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. Т. 9. № 4. P. 1088-1096. <https://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/view/255>
- 17 Карпов А. В. и др. *Динамика метакогнитивных детерминант управленческой деятельности в процессе профессионализации* // *Экспериментальная психология*. – 2018. – Т. 11. – №. 1. – С. 49-60.

References:

- 1 Folomkin, A. I., & Voronina, M. V. (2017) *Educational library for the automation of design calculations springs using Solidworks* // *Man in India*, 97(3)–. pp 443-451.
- 2 Iksanova, T. A. (2015) // *Project activity at the lessons of mathematics. Actual problems of modern pedagogy: materials VI Intern. sci. Conf. Ufa: Summer*, pp. 117-120.
- 3 Polat E. S. et al.(2001) *New pedagogical and information technologies in the education system* // *Moscow: Academy*. – T. 76.
- 4 Pakhomova, N. (2003). *Method of educational project in educational institution. Manual for teachers and students of pedagogical universities*. M.: ARKTI.
- 5 Pokushalova L.V. (2011) *Formation of abilities and development of skills of independent work of students of a technical college* // *Young scientist*. No.4. V.2. P. 115-117.
- 6 Seitova S.M., Kojshybekova A.K. (2020) *Zhozary oqu ornynnda yjymdastyrylatyn bilimgerlerdiñ özindik zhymysynyñ tyrleri* [Types of independent work of students organized at a higher educational institution] *Nauka i zhizn' Kazhastana №12-1(147)*. 193b. (in Kazakh)
- 7 Misbah Z., Gulikers Dzh., Maulana R., Malder M. (2015) *Mezhlichnostnoe povedenie uchitelej i motivaciya uhashchihsya v professional'nom obrazovanii, osnovannom na kompetentnosti: dannye iz Indonezii*. [Teachers' interpersonal behavior and student motivation in competency-based vocational education: Evidence from Indonesia.] *Pedagogicheskoe i pedagogicheskoe obrazovanie*. S.79-89. DOI:10.1016/j.tate.2015.04.007 (in Russian)
- 8 Kagazbaeva A.K. (1999) *Sovershenstvovanie professional'no-metodicheskoy podgotovki uchitelya matematiki v sisteme vysshego pedagogicheskogo obrazovaniya*: [Improving the professional and methodological training of mathematics teachers in the system of higher pedagogical education] *dis....dok. ped.nauk.* – Almaty. S.324. (in Russian)
- 9 Abylkasymova A.E. (1995) *Formirovanie poznavatel'noj samostoyatel'nosti studentov-matematikov v sisteme metodicheskoy podgotovki v universitete* [Formation of cognitive independence of mathematics students in the system of methodological training at the university ] *dis. ... dok. ped. nauk.* – Almaty. S.303. (in Russian)
- 10 Ayapbergenova G.S., Nurgalieva S.A., Bisembaeva N.A., Kabakova M.P., Kojshibaev M.N. (2020) *Razvitie proektnyh umenij u budushchih uchitelej nachal'nyh klassov v ramkah nachal'noj pedagogicheskoy podgotovki na baze vuza*. [Development of project skills in future primary school teachers as part of initial pedagogical training at a university] *Nauka dlya obrazovaniya segodnya* , tom. 10. S.67– DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2006.01> (in Russian)
- 11 Vlasenko K. (2020) *Developing Training Materials for the On-Line Course» Project Method in Teaching Higher Mathematics» //ICTERI Workshops.* – S.756-769. DOI:10.5220/0010925300003364
- 12 Henner E.K. (2018) *Professional'nye znaniya i professional'nye kompetencii v vysshej shkole*. [Professional knowledge and professional competencies in higher education.] *Obrazovanie i nauka*. S.9–31. DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2018-2-9-31> (in Russian)
- 13 Leonard L., Vibava B. (2020) *Razvitie sistemy obucheniya pedagogicheskikh kompetencij v oblasti issledovatel'skoj deyatel'nosti v Indonezii: analiz potrebnostej* [Developing Research Teaching Competence Training in Indonesia: A Needs Analysis]. *Universal'nyj zhurnal issledovanij v oblasti obrazovaniya*, tom. 8 (5). S.2064–2070. DOI: <http://dx.doi.org/10.13189/ujer.2020.080544> (in Russian)
- 14 Husein Ismail, Rahmad Syah. (2020) «*Model of Increasing Experiences Mathematics Learning with Group Method Project*». *International Journal of Advanced Science and Technology*. S.1133-1138. <https://engrxiv.org/preprint/view/1064>
- 15 Andreev N. N., Konovalov S. P., Panyunin N. M. (2019) *Matematicheskaya sostavlyayushchaya* [Mathematical component ] 2-e izd., rassh. i dop. M.: Fond «*Matematicheskie etyudy*», S.367 (in Russian)
- 16 Ilyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Gruzdeva M.L., Chanchina A.V. (2018). *Structure and content of the electronic school-methodical complex on the discipline “mechanics of soils, foundations and foundations”* // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. T. 9. № 4. P. 1088-1096. <https://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/view/255>
- 17 Karpov A. V. i dr. (2018) *Dinamika metakognitivnyh determinant upravlencheskoj deyatel'nosti v processe professionalizacii* [Dynamics of metacognitive determinants of management activity in the process of professionalization ] *Eksperimental'naya psihologiya* T. 11. №. 1. S. 49-60. (in Russian)

*М.Ж.Мынжасарова\**

*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

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

## **ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ВЕКТОРЛЫҚ ӘДІСПЕН ШЫҒАРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Аннотация*

Мақалада геометриялық есептерді шығаруда қолданылатын векторлық әдіс туралы айтылған. Оқушылардың вектор тақырыбы бойынша негізгі ұғымдарды меңгеруінің маңыздылығы, олардың жоғары оқу орнында оқытылатын жоғары математика және аналитикалық геометрия курстарын меңгерудегі қажеттілігі туралы айтылған. Вектор ұғымының қалыптасу тарихы және оның қолданылуына арналған зерттеу жұмыстарына талдау жасалған. Мектептің геометрия курсынағы векторларды есептер шығаруда қолдану тақырыбының мазмұнын анықтау мақсатында геометрия пәнінің оқу бағдарламалары мен оқулықтары талданған. Геометриялық есептерді шығаруда дәстүрлі және векторлық әдістерді қолданудың ерекшеліктері айтылған. Геометриялық есептерді шығаруда векторлық әдісті қолданудың тиімділігі баяндалған. Векторлық әдіспен есептерді шығаруда басшылыққа алынатын алгоритм ұсынылған. Мысалдар келтіру арқылы векторлық әдістің қолданысының кең екендігі көрсетілген. Қарастырылған мысалдар негізінде білім алушылардың мектептің геометрия курсы мен жоғары математика курсының есептерін шығарулары үшін вектор тақырыбы бойынша негізгі ұғымдарды білулері қажет деген қорытынды жасалған.

**Түйін сөздер:** геометрия, есеп, вектор, векторлық әдіс, векторлық әдіспен есеп шығару.

*М.Ж. Мынжасарова*

*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан*

## **ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ВЕКТОРНЫМ МЕТОДОМ**

*Аннотация*

В статье рассказывается о векторном методе, используемом при решении геометрических задач. Речь идет о важности усвоения обучающимися основных понятий по теме вектор, их необходимости в освоении курсов высшей математики и аналитической геометрии, преподаваемых в вузе. Проведен анализ исследовательской работы, посвященной истории становления понятия вектор и его применению. Проанализированы учебные программы и учебники школьного курса геометрии с целью определения тем, содержащих использование векторов в решении задач. Изложены особенности использования традиционных и векторных методов при решении геометрических задач. Показана эффективность использования векторного метода при решении геометрических задач. Предложены алгоритмы, которыми нужно руководствоваться при решении задач векторным методом. С помощью приведения примеров показано, что векторный метод имеет широкое применение. На основе рассмотренных примеров сделан вывод о том, что обучающиеся должны знать основные понятия по теме вектора, необходимые для решения задач школьного курса геометрии и курса высшей математики.

**Ключевые слова:** геометрия, задача, вектор, векторный метод, решение задач векторным методом.

*M.Zh. Mynzhasarova*

*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

## **FEATURES OF SOLVING GEOMETRIC PROBLEMS BY THE VECTOR METHOD**

*Abstract*

The article describes the vector method used in solving geometric problems. We are talking about the importance of mastering the basic concepts of vector by students, their need to master the courses of higher mathematics and analytical geometry taught at the university. The analysis of the research work devoted to the history of the formation of the concept of vector and its application is carried out. The study programs and

textbooks of the school geometry course are analyzed in order to determine the topics containing the use of vectors in solving problems. The features of the use of traditional and vector methods in solving geometric problems are described. The efficiency of using the vector method in solving geometric problems is shown. Algorithms are proposed that should be guided when solving problems by the vector method. With the help of examples, it is shown that the vector method has a wide application. Based on the considered examples, it is concluded that students should know the basic concepts on the subject of vector, necessary to solve the problems of the school geometry course and the course of higher mathematics.

**Keywords:** geometry, problem, vector, vector method, problem solving by vector method.

### **Кіріспе**

Векторлық әдіс – геометриялық есептерді шығарудың кең түрде қолданылатын әдістерінің бірі. Вектор тақырыбының мектептің геометрия курсына енгізілгеніне көп уақыт өтсе де әлі күнге дейін оны меңгеру оқушыларға қиындық туғызатыны анық. Бұл жоғары оқу орнында оқитын студенттерге жоғары математика курсы, аналитикалық геометрия пәндерінен сабақтар жүргізу үдерісінде анық байқалады. Бұл пәнді меңгеру барысында вектор тақырыбы алғашқы бөлім болып беріліп, келесі бөлімдердің барлығында оның қолданылуы қарастырылады. Сондықтан да студенттердің вектор тақырыбы бойынша қарапайым ұғымдарды: вектордың проекциясы; векторларды қосудың үшбұрыш, параллелограмм ережелері; векторларды қосу және азайту, санға көбейту амалдары және олардың қасиеттері; векторлардың скаляр көбейтіндісі және оның қасиеттері т.с.с. білгені маңызды болып табылады [1].

Жоғары оқу орнына оқуға түскен бірінші курс студенттерінің көпшілігінің базалық білім деңгейлерінің төмендігі, вектор тақырыбын оқу барысында үлкен қиындықтарға кездесетіндігі анықталып отыр. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде мұндай жағдайдың себептерін анықталды:

- вектор тақырыбын оқыту әдістемесі мектепте әлі толықтай шешілмегендігі;
- векторларды есептерді шығаруда қолдану тақырыбын оқытуға бөлінетін сағаттың аздығы;
- орта білім беру деңгейінде алған геометриялық білім мен біліктерінің жеткіліксіздігі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты геометриялық есептерді шығаруда векторды қолдану, яғни векторлық әдісті ерекшелігін көрсету, бұл әдісті есептерді шығаруда қолдануға қажетті мектептің геометрия курсына меңгеруі қажет білім мен біліктерді нақтылау.

### **Зерттеу әдіснамасы**

Вектор ұғымы қазіргі заман математикасының іргелі де негізгі ұғымдарының бірі. Векторлар қолдануларға бай. Техникалық ғылымдар үшін, халық шаруашылығына байланысты көптеген мәселелерді шешу үшін векторлардың маңызы зор.

XIX ғасырдың екінші жартысында векторлық есептеулер дүниеге келді де, үлкен қарқынмен тез дамыды және математиканың құрамдас бір бөлігі болып қалыптасты. Векторлық есептеулердің бастауы Аристотелдің «Механикалық проблемалар» атты еңбегінде табылды. XVII ғасырда Галилео Галилей (1564-1642) күш және оның денені қозғайтын құраушысының арасындағы метрикалық байланысты зерттеді. Ағылшын математигі, әрі физигі атақты Исаак Ньютон (1643-1727) қозғалыстарды қосуға алғаш рет «параллелограмм» ережесін пайдаланды. Неміс математигі Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646-1716) «геометриялық есептеудің» идеясын берді, бірақ оны әрі қарай дамытпады.

Механикадағы векторлық алгебраның негізін қалаушы Джон Валлис (1616-1703) механикаға геометриялық аппарат жасап беруде жаңа әрі аса ірі қадам жасады. Ол екі, үш күштің тең әсерлі және қорытқы күшін табуға, қорытқы жылдамдықты табуға қолданылатын параллелограмм ережесін берді. Оған қоса параллелепипед ережесін ғылымға алғаш рет енгізді. Вектор ұғымын 1846 жылы ғылымға енгізген алғаш рет Ирландия математигі әрі астроном Уильям Гамильтон (1805-1865) болды.

Есептеудің жаңа түрі бойынша жинақталған бай, мазмұнды материалды ортақ идея бойынша біріктіріп, механикадан ажыратып, бұл аппаратты математикалық пән дәрежесіне көтерген ресей ғалымы И.И. Сомов (1815-1876) болды. Векторлық есептеулерді және олардың қолдануларын дамытуға ресей ғалымдары М.В. Остроградский, П.А. Котельников, А.Л. Фридман, Н.Е. Кочин, Я.И. Френкель, П.А. Широков, Д.И. Зейлигер өз үлестерін қосты [2].

И. Кушнирдің зерттеу жұмысында классикалық геометрияның дәстүрлі есептерін шығаруда вектордың мүмкіндігі кеңінен қарастырылған. Кейбір есептерді шығаруда дәстүрлі әдіске қарағанда векторлық әдіс тиімді болғанымен, ал кейбір есептердің шығарылу жолы ұзақ болуы мүмкін екендігі мысалдармен көрсетілген. Дәстүрлі және векторлық әдіс – бұл біз үйренуге тиіс математиканың әртүрлі тілдері екені айтылған [3].

А.Қ. Қарабаевтың зерттеу жұмысында кейбір алгебралық және тригонометриялық стандартты емес есептерді геометриялық немесе векторлық тілге аудару арқылы шешуді қарастырған. Теңсіздіктерді дәлелдеуге, теңдеулер мен теңдеулер жүйелерін шешуге және функциялар мен өрнектердің экстремумдарын табуға векторлық әдісті қолдану мысалдармен көрсетілген [4]. Бұл зерттеулерді талдау векторлық әдістің қолданулары кең екендігін көрсетеді. Мемлекеттік жалпыға міндетті стандартына сәйкес әзірленген 2017 жылы жаңартылған мазмұндағы негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9 сыныптарына арналған «Геометрия» пәнінен үлгілік оқу бағдарламасына [5] және 10-сынып оқушылары үшін 01.09.2019, 11-сынып оқушылары үшін 01.09.2020 бастап қолданысқа енгізілген жалпы орта білім беру деңгейінің жаратылыстану-математика бағытындағы 10-11-сыныптарына арналған "Геометрия" оқу пәнінен жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасына [6] талдау жасалып, вектор тақырыбының мазмұны анықталды (Кесте 1). Мектептің геометрия курсында 9 сыныпта жазықтықтағы вектор және 10-сыныпта кеңістіктегі вектор тараулары қарастырылады. Бағдарлама мазмұнында вектор тақырыбының барлық негізгі ұғымдарының толық қамтылғанын байқауға болады.

Кесте 1. 7-11 сыныптардағы вектор тақырыбының мазмұны

<i>Тараулардың атауы және мазмұны</i>	
<i>9-сынып</i>	<i>10-сынып</i>
<i>Жазықтықтағы векторлар</i>	<i>Кеңістіктегі тікбұрышты координаталар жүйесі және векторлар</i>
<i>Вектор ұғымы. Нөлдік вектор. Бірлік вектор. Коллинеар векторлар. Вектордың ұзындығы (модулі). Векторлардың теңдігі. Векторларды қосу және оның қасиеттері, векторларды азайту, векторды санға көбейту. Жазықтықтағы векторды екі коллинеар емес векторлар бойынша жіктеу. Вектордың координаталары. Координаталық түрде берілген векторларға амалдар қолдану. Векторлардың коллинеарлық белгісі. Нүктенің радиус-векторы. Жазықтықтағы нүктелердің координаталары мен векторлардың координаталары арасындағы байланыс. Векторлардың арасындағы бұрыш. Векторлардың скалярлық көбейтіндісі. Векторларды есептерді шығаруда қолдану.</i>	<i>Кеңістіктегі векторлар және оларға амалдар қолдану. Коллинеар және компланар векторлар. Кеңістіктегі тікбұрышты координаталар жүйесі. Кеңістіктегі вектордың координаталары. Координатасымен берілген векторларды қосу және азайту, координатасымен берілген векторды санға көбейту. Векторды үш компланар емес вектор бойынша жіктеу. Екі нүктенің арақашықтығы. Кесіндіні берілген қатынаста бөлу. Кесінді ортасының координаталары. Векторлардың скаляр көбейтіндісі. Сфера теңдеуі. Жазықтық теңдеуі. Кеңістіктегі түзудің теңдеуі.</i>



Бағдарлама мазмұнының жүзеге асырылуын анықтау үшін жалпы білім беретін мектепке арналған геометрия оқулықтарына талдау жасалды. Мектеп курсына қазіргі уақытта қолданыстағы 9-сыныптың геометрия оқулығында векторларды есеп шығаруда қолдану тақырыбында векторлық әдіс және оның кезеңдері туралы мәлімет берілген және осы әдіске үш мысал келтірілген [7]. Сонымен қатар тақырыпқа ұсынылған есептердің ішінде де векторлық әдіспен шығарылатын есептер кездеседі, бірақ саны аз. Келесі геометрия оқулығында векторларды есеп шығаруда қолдану тақырыбы бар, бірақ векторлық әдіс туралы ешқандай мәлімет берілмеген. Үлгі ретінде 4 есептің шығарылу жолы келтірілген, мысалдың біріншісі вектордың физикада қолданысына, қалғандары түзулердің теңдеуін жазуға және екі түзудің перпендикулярлығын дәлелдеуде векторды қолдануға арналған. Тақырып соңында ұсынылған санаулы тапсырма вектордың физикада қолданысына бағытталған және бұл тапсырмаларды қандай әдіспен орындау қажеттігі туралы айтылмаған [8]. Ал келесі геометрия оқулығында бағдарламада ұсынылған векторларды есеп шығаруда қолдану тақырыбы мүлде жүзеге асырылмаған [9]. Мектеп курсына қолданыстағы 10-сыныптың геометрия оқулығында векторларды есеп шығаруда қолдану тақырыбында векторлық әдіс және оның кезеңдері туралы тағы да мәлімет келтірілген және осы әдіске екі мысал берілген [10]. Векторлық әдіспен шығаруға ұсынылған тапсырмалардың барлығы С-тобында берілген.

Оқулықтарды талдау айқындағандай геометриялық есептерді векторлық әдіспен шығаруға үйрету, мұндай есептердің мән-мағынасын түсіндіру мәселесі әлі де зерттеуді қажет ететіндігін көрсетеді.

### **Зерттеу нәтижесі**

Векторлық әдіс – геометриялық есептерді шығарудың жалпы әдістерінің бірі. Векторлық әдісті іске асыру және пәнішілік байланысты орнату, математикалық моделдеудегі дағдыны жетілдіру сияқты векторлық әдістің есепті шығарудағы көптеген мүмкіндігі бар.

Векторлық әдісті:

- түзу тақырыбына берілген есептерді (түзулердің параллелдігін және перпендикулярлығын дәлелдеу, нүктелердің бір түзудің бойында жататынын дәлелдеу, түзулердің арасындағы бұрышты табу) шығаруда;

- кесіндіні берілген қатынаста бөлуге берілген есептерді шығаруда;

- геометриялық фигуралардың белгілі бір қасиеттерін дәлелдеуде;

- теоремаларды дәлелдеуде;

- теңдіктер мен теңсіздіктерді дәлелдеуде қолдану тиімді болып табылады.

Геометриялық есептерді векторлық әдіспен шығару оларды элементар геометрияның құралдарымен шығарудан жеңіл. Сонымен қатар, есептің шешімін іздеуді қиындататын қосымша салулардың қажеті жоқ болады. Есептердің мәтінінде векторларды қолдану жөнінде айқын жазылған мәліметтер жоқ болғандықтан, есеп қиындап шешілмейтіндей көрінеді. Сондықтан геометрияның есептерін векторлық әдіспен шығару алдымен геометриялық есептің шартын «векторлық» тілге аудару қажет. Осындай аудармадан кейін векторлармен алгебралық есептеулер жүзеге асырылады, содан кейін алынған нәтиже «геометриялық» тілге аударылады. Осы айтылған қағидаларды іс жүзінде қолдану үшін фигуралардың қасиеттерін векторлық тепе-теңдіктер түрінде өрнектей білу қажет. Векторлық әдістің ерекшелігі жылдам қорытынды жасауға мүмкіндік беруінде болып табылады. Векторлық аппаратты меңгерген оқушыларға күрделі есептерді қарапайым жолмен шығару қиындық туғызбайды.

### **Дискуссия**

Векторлық әдістің геометриялық есептерді шығарудағы қолданысы кең екенін жоғарыда айттық. Жоғарыда айтылғандай векторлық әдістің дәстүрлі әдіске қарағанда тиімділігін салыстырмалы түрде келесі қарапайым мысалдан көруге болады (Кесте -2).

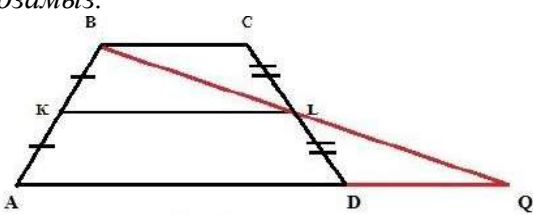
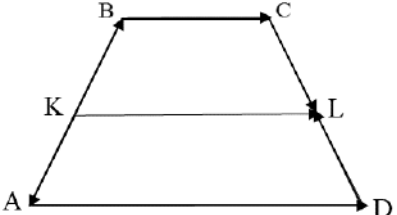
**№1.** Трапецияның орта сызығы оның табандары қосындысының жартысына тең болатынын дәлелде [11].

Берілгені:  $ABCD$ - трапеция.  $KL$  - трапецияның орта сызығы.

Дәлелдеу керек:  $KL = \frac{1}{2} / BC + AD /$ .

Дәлелдеуі.

Кесте 2. Дәстүрлі және векторлық әдістерді салыстыру

Дәстүрлі әдіс	Векторлық әдіс
<p><math>B, L</math> нүктелері арқылы <math>BQ</math> түзуін жүргіземіз және <math>AD</math> табанын <math>Q</math> нүктесіне дейін созамыз.</p>  <p>Салу нәтижесінде алынған <math>LBC, LQD</math> үшбұрыштарын қарастырамыз.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>KL</math> трапецияның орта сызығы болғандықтан <math>L</math> нүктесі <math>CD</math> кесіндісінің қақ ортасы болып табылады. Бұдан <math>CL</math> мен <math>LD</math> кесінділері өзара тең екенін көреміз.</li> <li><math>\angle BLC = \angle QLD</math> - вертикаль бұрыштар.</li> <li><math>\angle BCL = \angle LDQ</math> бұрыштары параллель жатқан <math>AD</math> және <math>BC</math> кесінділері мен оларды қиюшы <math>CD</math> кесіндісі арқылы айқас түзулердің арасындағы бұрыштар болып есептеледі.</li> </ol> <p>Үшбұрыштар теңдігінің екінші белгісі бойынша <math>LBC, LQD</math> үшбұрыштары тең. Бұл <math>\angle LBC = \angle LQD, BC=DQ</math> және <math>BL=LQ</math> екенін береді. Осыдан <math>ABCD</math> трапециясының орта сызығы <math>KL, ABQ</math> үшбұрышының да орта сызығы екенін байқаймыз. Үшбұрыштың орта сызығының қасиетіне сәйкес :</p> $KL = \frac{AQ}{2} = \frac{AD + DQ}{2} = \frac{AD + BC}{2}$	 <p><math>\vec{KL} = \vec{KB} + \vec{BC} + \vec{CL}</math> - векторларды қосудың «көпбұрыш» ережесі бойынша.  <math>\vec{KL} = \vec{KA} + \vec{AD} + \vec{DL}</math> - векторларды қосудың «көпбұрыш» ережесі бойынша.</p> <p>Осы екі теңдікті мүшелеп қосамыз:  <math>2\vec{KL} = \vec{KB} + \vec{BC} + \vec{CL} + \vec{KA} + \vec{AD} + \vec{DL}</math>.  <math>\vec{KB}</math> мен <math>\vec{KA}, \vec{CL}</math> мен <math>\vec{DL}</math> - өзара қарама-қарсы векторлар.          Қарама-қарсы векторлардың қосындысы нөлдік вектор болатындығын ескерсек мынадай теңдік аламыз: <math>2\vec{KL} = \vec{BC} + \vec{AD}</math>.          Осыдан  <math>\vec{KL} = \frac{\vec{BC} + \vec{AD}}{2}</math> немесе  <math>\vec{KL} = \frac{1}{2} / \vec{BC} + \vec{AD} /</math></p>

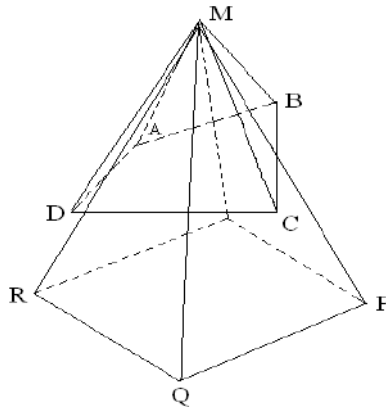
Геометриялық фигуралардың қасиеттерін дәлелдеуде векторлық әдісті қолдануға тоқталайық.

**№2.** Жазықтықта  $ABCD$  төртбұрышы және одан тыс жатқан  $M$  нүктесі берілген.  $M$  нүктесіне  $ABCD$  төртбұрыштың  $AB, CD, BC, DA$  қабырғаларының ортасына қарағанда симметриялы нүктелер параллелограмның төбесі болатындығын дәлелде.

Берілгені:  $ABCD$  – төртбұрыш.  $R, N, P, Q$  –  $M$  нүктесіне  $AB, BC, CD$  және  $DA$  кесінділерінің ортасына қарағанда симметриялы нүктелер (Сурет 1).

Дәлелдеу керек:  $RNPQ$  – параллелограмм.

Дәлелдеуі.



Сурет 1.

Векторларды қосудың параллелограмм ережесі бойынша:

$$\overline{MN} = \overline{MA} + \overline{MB}; \quad \overline{MP} = \overline{MB} + \overline{MC}; \quad \overline{MQ} = \overline{MC} + \overline{MD}; \quad \overline{MR} = \overline{MD} + \overline{MA}. \quad (1)$$

Векторларды азайту ережесі бойынша:  $\overline{NR} = \overline{MR} - \overline{MN}$  және  $\overline{PQ} = \overline{MQ} - \overline{MP}$  теңдіктерін аламыз. Берілген теңдіктерді азайтамыз  $\overline{NR} - \overline{PQ} = (\overline{MR} - \overline{MN}) - (\overline{MQ} - \overline{MP})$ .

Осы теңдіктегі әрбір вектордың орнына (1) теңдіктерді қойсақ,  $\overline{NR} - \overline{PQ} = (\overline{MD} + \overline{MA} - \overline{MA} - \overline{MB}) - (\overline{MC} + \overline{MD} - \overline{MB} - \overline{MC}) = 0$  болады.  $\overline{NR} = \overline{PQ}$  сол сияқты  $\overline{NP} = \overline{RQ}$ , бұдан шығатыны  $NR=PQ$  және  $NP=RQ$ , яғни параллелограмның анықтамасы бойынша  $RNPQ$  – параллелограмм.

Теңдіктерді дәлелдеуде векторлық әдісті қолданайық.

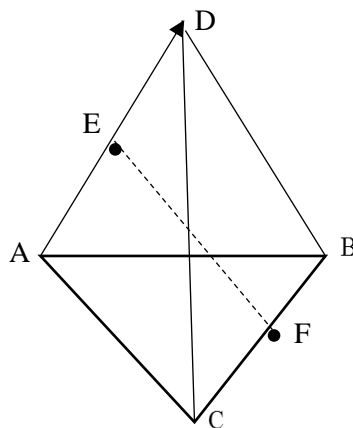
**№3.** Табаны  $ABC$  үшбұрышы болатын  $ABCD$  тетраэдр берілген. Оның барлық қырлары тең.  $DA$  кесіндісінің ортасы -  $E$  нүктесі, ал  $BC$  қабырғасының ортасы -  $F$  нүктесі.  $\overline{EF} \cdot \overline{AD} = 0$  болатынын дәлелде [11].

Берілгені:  $ABCD$  - тетраэдр.  $E = \frac{1}{2}\overline{AD}$ ;  $F = \frac{1}{2}\overline{BC}$ . Тетраэдрдың барлық қырлары тең.

Дәлелдеу керек:  $\overline{EF} \cdot \overline{AD} = 0$ .

Дәлелдеуі.

Тетраэдрдің барлық қырлары тең болғандықтан  $\angle DEF$  және  $\angle AEF$  бұрыштары тең (Сурет 2).



Сурет 2

Бұдан  $\overline{EF}$  және  $\overline{AD}$  векторларының арасындағы бұрыш  $90^\circ$ -қа тең екенін көреміз.

Сонда  $\varphi = 90^\circ; \cos 90^\circ = 0$ . Енді екі вектордың скаляр көбейтіндісін табайық:

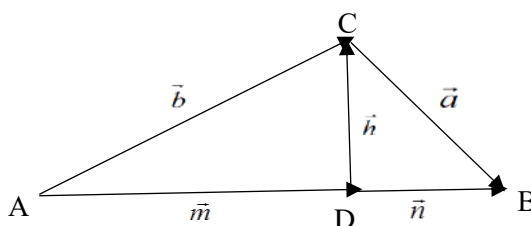
$$\overline{EF} \cdot \overline{AD} = |\overline{EF}| \cdot |\overline{AD}| \cdot \cos 90^\circ; \cos 90^\circ = 0 \Rightarrow \overline{EF} \cdot \overline{AD} = 0.$$

**№4.** Тікбұрышты үшбұрыштың тік бұрышының төбесінен гипотенузаға түсірілген биіктік гипотенуза кесінділерінің пропорционал ортасы болатынын дәлелде.

*Берілгені:*  $ABC$  - тікбұрышты үшбұрыш.  $CD$  -  $AB$  гипотенузасына түсірілген биіктік.

*Дәлелдеу керек:*  $\overline{DC}^2 = \overline{AD} \cdot \overline{DB}$ .

*Дәлелдеуі:*  $ABC$  үшбұрышында  $\angle ACB = 90^\circ$ ,  $[CD] \perp [AB]$ .  $\overline{AC} = \overline{b}$ ,  $\overline{CB} = \overline{a}$ ,  $\overline{DC} = \overline{h}$ ,  $\overline{AD} = \overline{m}$ ,  $\overline{DB} = \overline{n}$  (Сурет-3).  $ADC$  үшбұрышынан векторларды азайту ережесі бойынша  $\overline{h} = \overline{b} - \overline{m}$  және  $BDC$  үшбұрышынан векторларды қосудың үшбұрыш ережесі бойынша  $\overline{h} + \overline{a} = \overline{n} \Rightarrow \overline{h} = \overline{n} - \overline{a}$  теңдіктерін аламыз.



Сурет 3

Бұл теңдіктердің скаляр көбейтіндісін табамыз, сонда:

$$\overline{h} \cdot \overline{h} = (\overline{b} - \overline{m})(\overline{n} - \overline{a}) = \overline{b} \cdot \overline{n} - \overline{m} \cdot \overline{n} - \overline{b} \cdot \overline{a} + \overline{m} \cdot \overline{a}$$

немесе  $h^2 = \overline{n} \cdot n - \overline{m} \cdot \overline{n} \cdot \cos 0^\circ - \overline{a} \cdot \overline{b} \cdot \cos 90^\circ + \overline{m} \cdot n - \overline{m} \cdot \overline{n} + \overline{m} \cdot \overline{n} = \overline{m} \cdot \overline{n}$ .

Бұдан  $h^2 = \overline{m} \cdot \overline{n}$  бұл  $\overline{DC}^2 = \overline{AD} \cdot \overline{DB}$  екенін береді.

Енді жоғары математика курсына вектор тақырыбына ұсынылған есептерді қарастырайық.

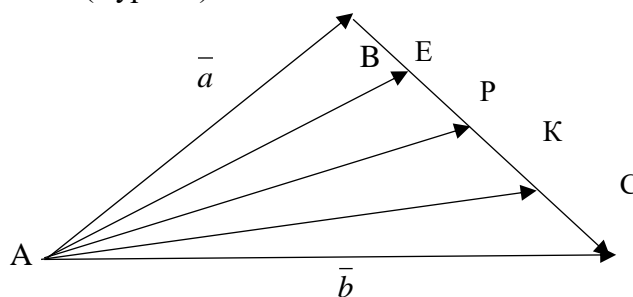
**№5.**  $ABC$  үшбұрышының  $BC$  қабырғасы  $E, P, K$  нүктелерімен тең төрт бөлікке бөлінген.

Егер  $\overline{AB} = \overline{a}$ ,  $\overline{AC} = \overline{b}$  болса, онда  $\overline{AE}, \overline{AP}, \overline{AK}$  векторлары  $\overline{a}$  мен  $\overline{b}$  векторлары арқылы қалай өрнектеледі? [12].

*Берілгені:*  $ABC$  - үшбұрыш.  $E, P, K \in BC$ .  $BE=EP=PK=KC$ .  $\overline{AB} = \overline{a}$ ,  $\overline{AC} = \overline{b}$

*Табу керек:*  $\overline{AE}, \overline{AP}, \overline{AK}$  -?

*Шешуі:*  $ABE$  үшбұрышынан векторларды қосудың үшбұрыш ережесі бойынша  $\overline{AB} + \overline{BE} = \overline{AE}$  теңдігін аламыз (Сурет 4).



Сурет 4

ABC үшбұрышынан векторларды азайту ережесі бойынша  $\overline{BC} = \overline{AC} - \overline{AB} = \overline{b} - \overline{a}$  теңдігін аламыз. Есептің шарты бойынша  $\overline{BE} = \frac{\overline{BC}}{4} \Rightarrow \overline{BE} = \frac{\overline{b} - \overline{a}}{4}$  болады.

Осыдан ізделінді  $\overline{AE} = \overline{a} + \frac{\overline{b} - \overline{a}}{4} = \frac{4\overline{a} + \overline{b} - \overline{a}}{4} = \frac{3\overline{a} + \overline{b}}{4} = \frac{1}{4}(3\overline{a} + \overline{b})$  болып өрнектелетінін табамыз.

ABP үшбұрышынан векторларды қосудың үшбұрыш ережесі бойынша  $\overline{AB} + \overline{BP} = \overline{AP}$  теңдігін аламыз. ABC үшбұрышынан векторларды азайту ережесі бойынша  $\overline{BC} = \overline{AC} - \overline{AB} = \overline{b} - \overline{a}$  теңдігін аламыз. Есептің шарты бойынша  $\overline{BP} = \frac{\overline{BC}}{2} \Rightarrow \overline{BP} = \frac{\overline{b} - \overline{a}}{2}$

болады. Осыдан ізделінді  $\overline{AP} = \overline{a} + \frac{\overline{b} - \overline{a}}{2} = \frac{2\overline{a} + \overline{b} - \overline{a}}{2} = \frac{\overline{a} + \overline{b}}{2} = \frac{1}{2}(\overline{a} + \overline{b})$  болып өрнектелетінін табамыз.

ABK үшбұрышынан векторларды қосудың үшбұрыш ережесі бойынша  $\overline{AB} + \overline{BK} = \overline{AK}$  теңдігін аламыз. ABC үшбұрышынан векторларды азайту ережесі бойынша  $\overline{BC} = \overline{AC} - \overline{AB} = \overline{b} - \overline{a}$  теңдігін аламыз. Есептің шарты бойынша  $\overline{BK} = \frac{3\overline{BC}}{4} \Rightarrow \overline{BK} = \frac{3(\overline{b} - \overline{a})}{4}$

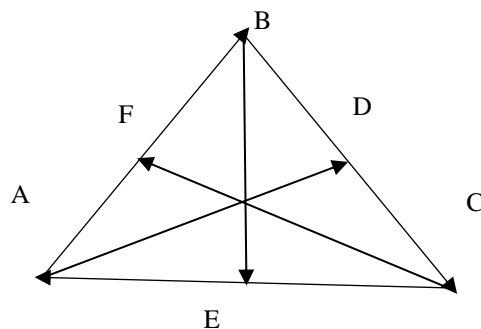
болады. Осыдан ізделінді  $\overline{AK} = \overline{a} + \frac{3(\overline{b} - \overline{a})}{4} = \frac{4\overline{a} + 3\overline{b} - 3\overline{a}}{4} = \frac{\overline{a} + 3\overline{b}}{4} = \frac{1}{4}(\overline{a} + 3\overline{b})$  болып өрнектелетінін табамыз.

**№6.** ABC үшбұрышында AD, BE, CF медианалары жүргізілген.  $\overline{AD} + \overline{BE} + \overline{CF}$  қосындысын тап.

*Берілгені:* ABC - үшбұрыш. AD, BE, CF – медианалар (Сурет 5).

*Табу керек:*  $\overline{AD} + \overline{BE} + \overline{CF}$  - ?

*Шешуі:*



Сурет 5

ABD үшбұрышынан векторларды қосудың үшбұрыш ережесі бойынша  $\overline{AD} = \overline{AB} + \overline{BD}$  теңдігін аламыз. BCE үшбұрышынан векторларды азайту ережесі бойынша  $\overline{BE} - \overline{BC} = \overline{CE} \Rightarrow \overline{BE} = \overline{BC} + \overline{CE}$  теңдігі шығады. ACF үшбұрышынан векторларды азайту ережесі бойынша  $\overline{CF} - \overline{CA} = \overline{AF} \Rightarrow \overline{CF} = \overline{CA} + \overline{AF}$  теңдігін аламыз. Медиананың қасиеті бойынша  $\overline{BD} = \frac{\overline{BC}}{2}, \overline{CE} = \frac{\overline{CA}}{2}, \overline{AF} = \frac{\overline{AB}}{2}$ . Осыдан

$$\overline{AD} + \overline{BE} + \overline{CF} = \overline{AB} + \overline{BD} + \overline{BC} + \overline{CE} + \overline{CA} + \overline{AF} = \overline{AB} + \frac{\overline{BC}}{2} + \overline{BC} + \frac{\overline{CA}}{2} + \overline{CA} + \frac{\overline{AB}}{2} =$$

$$\frac{2\overline{AB} + \overline{BC} + 2\overline{BC} + \overline{CA} + 2\overline{CA} + \overline{AB}}{2} = \frac{3\overline{AB} + 3\overline{BC} + 3\overline{CA}}{2} = \frac{3}{2}(\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CA}) = \frac{3}{2}(\overline{AC} + \overline{CA}) = 0$$

### Қорытынды

Векторлық әдістің мектептің геометрия курсына өз деңгейінде оқытылуы біріншіден геометрия пәнінің оқу бағдарламаларында ұсынылған мазмұнның геометрия оқулықтарында табысты жүзеге асырылуына байланысты. Талдау көрсеткендей қолданыстағы мектептің геометрия оқулықтарының тек біреуінде векторды есеп шығаруда қолдану тақырыбы жүзеге асырылған. Сонымен қатар, бұл тақырыпқа берілген тапсырмалардың саны шектеулі екені анықталды.

Екіншіден білім беру деңгейлерінің арасында тығыз байланыстың болуы маңызды. Яғни жоғары оқу орнында аналитикалық геометрия пәнін мектептегі геометрия курсының мазмұнын ескере отырып оқыту. Педагогикалық жоғары оқу орнында аналитикалық геометрия пәнін оқыту мазмұны және оны студенттерге оқыту әдістемесі мектептегі геометрияны оқытумен байланысты болуы қажет. Нәтижесінде, геометрияны оқытудағы сабақтастық бірінші курс студенттерінің мектеп пен университеттегі алған білімдері арасындағы ажырамас байланыстарды қамтамасыз етеді. Білім беру деңгейлерінің арасында сабақтастықты сақтау геометрияны оқытудың негізгі талаптардың бірі екенін ұмытпау қажет.

Жоғарыдағы мысалдарды қарастыра отырып мектептің геометрия курсына және жоғары оқу орнында жоғары математика курсына геометриялық есептерді векторлық әдіспен шығару үшін білім алушылар төмендегілерді білулері қажет деген қорытындыға әкеледі:

- 1) геометриялық терминдерді векторлар тіліне аудару және керісінше;
- 2) векторлармен амалдар орындау (векторлардың қосындысын, айырмасын, векторлардың санға көбейтіндісін табу);
- 3) векторға қолданылатын амалдардың қасиеттерін пайдалану;
- 4) векторлардың байланысын түрлендіру.
- 5) векторларды скаляр көбейту және оның қасиеттерін қолдану.

Геометриялық есептерді шығарудың векторлық әдісін келесі мақсаттарда меңгеруге болады:

- әртүрлі есептерді шығарудың және теоремаларды дәлелдеудің тиімді әдісін ұсыну;
- білім алушыларда жалпылау мен нақтылауды қалыптастыру мақсатында пайдалану;
- білім алушыларда икемділік, мақсаттылық, ұтымдылық, сынилық сияқты ойлау қасиеттерін қалыптастыру.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Степаненко Г.А. Об эффективности векторного метода при решении некоторых геометрических и алгебраических задач / Г. А. Степаненко, Т. А. Пономаренко, Д. Р. Сытникова // Мир науки. Педагогика и психология. -2023. Т.11. - № 2. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/31PDMN223.pdf>

2 Бүкібаева К. Векторлық есептеулер және оның жасалу тарихын оқыту туралы. - Қазақстан жоғары мектебі, №2, 2004.

3 Кушнир И.А. Векторные методы решения задач. – Киев: Издательство «Обериг», 1994. -208 с.

4 Қарабаев А.Қ. Векторлық әдісті есептерді шығаруға қолдану. – Жезқазған. ЖезУ. 2000. -137 б.

5 Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған "Геометрия" пәнінен үлгілік оқу бағдарламасы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2000021688#z42>

6 Жалпы орта білім беру деңгейінің жаратылыстану-математика бағытындағы 10-11-сыныптарына арналған "Геометрия" оқу пәнінен жасап берілген мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасына қосымша. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1900018382#z60>

7 Шыныбеков А.Н. т.б. Геометрия. Жалпы білім беретін мектептің 9-сыныбына арналған оқулық Алматы: Атамұра, 2019. -176 б.

8 Солтан Г.Н. т.б. Геометрия: Жалпы білім беретін мектептің 9-сынып оқушыларына арналған оқулық / Солтан А.Е., Жұмадилова А.Ж.-Көкшетау: Келешек-2030, 2019. -240 б.

9 Смирнов В.А., Тұяқов Е.А. Геометрия. Жалпы білім беретін мектептің 9-сыныбына арналған оқулық –Алматы: Мектеп, 2019. -184б.

10 Шыныбеков А.Н. т.б. Геометрия. Жалпы білім беретін мектептің жаратылыстану-математика бағытындағы 10-сыныбына арналған оқулық / Ә.Н.Шыныбеков, Д.Ә.Шыныбеков, Р.Н.Жұмабаев. –Алматы: Атамұра, 2020. -112 б.

11 Гусев В., Бекбоев И., Қайдосов Ж., Абдиев А. Жалпы білім беретін мектептің жаратылыстану-математика бағытындағы 10-сыныбына арналған оқулық / В.Гусев, И.Бекбоев, Ж.Қайдосов, А.Абдиев. -Алматы: Мектеп, 2010. -104 б.

12 Букенбаев К.Б. Математика – 1. Петропавл: М.Қозыбаев атындағы СҚМУ, 2007. -398 б.

#### References:

1 Stepanenko G.A. (2023) *Ob jeffektivnosti vektornogo metoda pri reshenii nekotoryh geometricheskikh i algebraicheskikh zadach* [On the effectiveness of the vector method in solving some geometric and algebraic problems] *Mir nauki. Pedagogika i psihologija*. -2023. T.11. - № 2. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/31PDMN223.pdf> (in Russian)

2 Бүкібаева К. (2004) *Vektorlyk esep-teuler zhine onyn zhasalu tarihin okytu turaly*. [On teaching vector calculations and the history of its creation ] *Қазақстан zhоғары mektebi*, №2.

3 Kushnir I.A. (1994) *Vektornye metody reshenija zadach*. Kiev: Izdatel'stvo «Oberig»,. 208 s.

4 Қарабаев А.Қ. (2000) *Vektorlyқ әdisti esepтерdi shyғарuға қoldanu* [Application of the Vector method to solving problems] *Zhezқazған. ZhezU*. 137 b. (in Kazakh)

5 *Negizgi orta bilim beru deңgejiniң 7-9-synyptaryna арналған "Geometrija" pәninen ylgilik оқu бағdarlamasy*. [Sample curriculum for the subject “Geometry” for grades 7-9 of basic secondary education.] <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2000021688#z42> (in Kazakh)

6 *Zhalpy orta bilim beru deңgejiniң zharatylystanu-matematika бағыtyндағы 10-11-synyptaryna арналған "Geometrija" оқu pәninen zhaңartылған mazmұндағы ylgilik оқu бағdarlamасына қосымsha*. [I added to the model curriculum of the subject "Geometry" for the 10-11th grades of Zharatylystanu-mathematics of Zhalpy secondary education] <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1900018382#z60> (in Kazakh)

7 Shynybekov A.N. t.b. (2019) *Geometrija. Zhalpy bilim beretin mekteptiң 9-synybyna арналған* [Textbook for the 9th grade of a general education school ] –Almaty: Atamұra, 176 b.

8 Soltan G.N. t.b. (2019) *Geometrija: Zhalpy bilim beretin mekteptiң 9-synyp оқushylaryna арналған оқулық* / [Geometry: Textbook for 9th grade students of general education school]-Көкshetau: Keleshek-2030, 240 b.

9 Smirnov V.A., Тұяқов Е.А. (2020) *Geometrija. Zhalpy bilim beretin mekteptiң 9-synybyna арналған оқулық* [ Geometry. Textbook for the 9th grade of a general education school ] Almaty: Mektep, 2019. -184b.

10 Shynybekov A.N. t.b. (2020) *Geometrija. Zhalpy bilim beretin mekteptiң zharatylystanu-matematika бағыtyндағы 10-synybyna арналған оқулық* [Geometry. Textbook for the 9th grade of a general education school] Almaty: Atamұra, 112 b.

11 Gusev V., Bekboev I., Қайдosov Zh., Abdiev A. (2010) *Zhalpy bilim beretin mekteptiң zharatylystanu-matematika бағыtyндағы 10-synybyna арналған оқулық* [Textbook for the 10th grade of a general education school in the field of science and mathematics] Almaty: Mektep, 104 b.

12 Bukebaev K.B. (2007) *Matematika – 1. Petropavl* [Mathematics - 1.] М.Қозыбаев атындағы СҚМУ, 398 b.

С.М. Серікова<sup>1\*</sup>, Е.Ж. Смагулов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Жетысуский университет им. И. Жансугурова, Республика Казахстан, г. Талдыкорган  
\* e-mail: lastbelial@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СОРЕВНОВАНИЙ НА РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### Аннотация

Актуальной проблемой в образовательной среде является развитие математических и исследовательских навыков обучающихся в современном «математизированном мире». В статье предложено использовать практический опыт в робототехнических конкурсах для формирования данных умений. В качестве метода исследования применялся опрос среди участников чемпионата “Robotek Grand Tournament 2023” Жетысуской области, которые позволили учащимся эффективно организовывать исследовательскую работу как с заданиями повышенного уровня, так и с олимпиадными задачами. Данная статья представляет анализ влияния робототехнических соревнований на процесс развития математических и исследовательских навыков у обучающихся средних классов. На основе собранных данных был сделан вывод, что участие в робототехнических соревнованиях оказывает положительное влияние на развитие математических навыков у обучающихся и стимулирует формирование исследовательской активности. Полученные результаты подчеркивают важность участия обучающихся средних классов в соревнованиях по робототехнике с целью обеспечения разностороннего и глубокого развития учащихся и подготовке нового поколения профессионалов в области робототехники и научных исследований.

**Ключевые слова:** математические навыки, исследовательские навыки, робототехника, STEM, олимпиадные задачи, вычислительное мышление.

С.М. Серікова<sup>1</sup>, Е.Ж. Смагулов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ.

## БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ДАМУҒА РОБОТОТЕХНИКА ЖАРЫСТАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

### Аңдатпа

Қазіргі "математикалық әлем" білім беру ортасындағы өзекті мәселелердің бірі – білім алушылардың математикалық және зерттеу дағдыларын дамыту болып табылады. Мақалада осы дағдыларды қалыптастыру үшін робототехникалық конкурстарда практикалық тәжірибені қолдану ұсынылады. Зерттеу әдісі ретінде Жетісу облысының "Robotek Grand Tournament 2023" чемпионатына қатысушылар арасында сауалнама қолданылды, бұл оқушыларға жоғары деңгейдегі тапсырмалармен де, олимпиадалық тапсырмалармен де зерттеу жұмыстарын тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік берді. Мақалада орта сынып білім алушыларының математикалық және зерттеу дағдыларын дамытуда робототехникалық жарыстардың әсерін талдау нәтижелері ұсынылады. Жиналған мәліметтер негізінде робототехникалық жарыстарға қатысу білім алушылардың математикалық дағдыларын дамытуға оң әсер етеді және зерттеу белсенділігінің қалыптасуын ынталандырады деген қорытынды жасалды. Алынған нәтижелер оқушылардың жан-жақты және терең дамуын қамтамасыз ету және робототехника, ғылыми зерттеулер саласындағы мамандардың жаңа буынын даярлау мақсатында робототехника бойынша жарыстарға орта сынып оқушыларының қатысуының маңыздылығын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** математикалық дағдылар, зерттеу дағдылары, робототехника, STEM, олимпиадалық есептер, есептеуіш ойлау.



S.M. Serikova<sup>1</sup>, Y.Zh. Smagulov

<sup>1,2</sup>Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan

## INFLUENCE OF ROBOTICS COMPETITIONS ON THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL AND RESEARCH SKILLS OF STUDENTS

### Abstract

The actual problem in the educational environment is the development of mathematical and research skills of students in the modern "mathematized world". The article proposes to use practical experience in robotics competitions for the formation of these skills. As a method of research used a survey among the participants of the championship "Robotek Grand Tournament 2023" Zhetysu region, which allowed students to effectively organize research work with both advanced level tasks and Olympiad tasks. This article presents an analysis of the influence of robotics competitions on the process of development of mathematical and research skills of middle school students. Based on the collected data, it was concluded that participation in robotics competitions has a positive impact on the development of students' math skills and stimulates the formation of research activity. The obtained results emphasize the importance of participation of middle school students in robotics competitions in order to ensure the versatile and profound development of students and to prepare a new generation of professionals in the field of robotics and scientific research.

**Keywords:** math skills, research skills, robotics, STEM, olympiad tasks, computational thinking.

### Введение

В 21-ом веке важными и актуальными являются новые компетенции, навыки и умения которыми должен обладать каждый человек. Дэвис в своем исследовании писал: «Если сравнивать со средневековым и античным временем, сегодняшний мир характеризуется как научный, технологичный, рациональный и математизированный» [1]. И вправду «математизированный мир», в котором мы все живем, всё чаще меняется и является динамичным. Для подготовки к жизни в этом мире необходимо готовить обучающихся на всех уровнях образования уметь мыслить критически, формировать математические, исследовательские навыки и вычислительное мышление.

Актуальными вопросами современного образования являются результативное участие в олимпиадах и формирование исследовательских умений. Это обуславливается государственным образовательным стандартом образования (ГОСО), где прописано, что обучающийся должен овладеть несколькими видами деятельности, одним из которых является учебно-исследовательская деятельность. Использование олимпиадных задач для формирования исследовательской деятельности школьников является эффективным средством формирования специальных математических исследовательских умений [2].

Для овладения математическими исследовательскими навыками необходимо сначала выяснить, что подходит под данные определения. П.В. Середенко дал определение исследовательским навыкам: «исследовательские умения и навыки – это возможность и ее реализация выполнения совокупности операций по осуществлению интеллектуальных и эмпирических действий, составляющих исследовательскую деятельность и приводящих к новому знанию» [3]. Формирование математических исследовательских умений невозможно, если не сформированы общие исследовательские умения. К ним относятся следующие: выявить проблему; выдвинуть гипотезу; давать определения понятиям; классифицировать; наблюдать; проводить эксперименты; делать выводы и защитить свои идеи.

Овладение на высоком уровне общих исследовательских умений позволит учащимся эффективно организовывать работу как с заданиями повышенного уровня, так и с олимпиадными задачами. Это связано с алгоритмом решения задачи:

- 1) получение задачи;
- 2) постановка исследовательской задачи;
- 3) подбор рационального и эффективного метода решения;
- 4) составление плана реализации,
- 5) решение, получение ответа и анализ.

К математическим и исследовательским умениям относятся все вышеперечисленные умения в математическом контексте. Для формирования этих умений предлагается решение в виде участия в олимпиадах в новой развивающейся отрасли – робототехнике, которая объединяет математические и исследовательские навыки.

Робототехника – дисциплина, объединяющая в себе знания по физике, информатике, программированию, электронике, механике, математике и другим областям знаний. Олимпиадные задачи по робототехнике – это задачи повышенной сложности, отличающиеся от стандартных задач, изучаемых в школе. Часто для решения олимпиадных задач требуются дополнительные знания, навыки и нестандартный подход. Олимпиадная задача по робототехнике или соревновательная робототехника – одна из самых сложных и интересных направлений робототехники [4].

Математические и исследовательские навыки необходимы для успеха в областях STEM (science, technology, engineering, math). Эти навыки включают решение проблем, критическое мышление, вычислительное мышление, анализ данных и способность эффективно получать результаты. Соревнования по робототехнике предоставляют учащимся возможность развить эти навыки в совместной и соревновательной среде.

Вычислительное мышление (computational thinking) является одним из необходимых навыков сегодняшнего дня. Жаннета Винг, которая впервые представила статью «Вычислительное мышление» (конференция *Communications of the ACM* в 2006), считала, что данный вид мышления станет неотъемлемой частью образования. В настоящее время вычислительное мышление определяется как набор когнитивных навыков и способов решения проблем, в которое входит: абстрагирование, декомпозиция или умение разбивать задачи на подзадачи, алгоритмическое мышление и т.п. Данные навыки пользуются спросом не только в компьютерных науках, но также и в журналистике, искусстве, биологии, инженерии, математике и многих других [5].

К олимпиадам по робототехнике на международном уровне относятся WRO (World Robotics Olympiad), FLL (First Lego League) и т.д. Всемирная олимпиада роботов или WRO (<https://wro-association.org>) – это международные состязания роботов для обучающихся в возрасте от 10 до 21 лет. Пёнер и др. [6] в своем исследовании «Влияние участия школьников в учебных соревнованиях по робототехнике на их выбор профессии в области науки, техники, инженерии и математики (STEM)», в рамках Всемирной робототехнической олимпиады, провели анкетирование участников этих соревнований и выяснили, как соревнования положительно повлияли на их выбор профессии в области STEM. FLL(<https://www.firstlegoleague.org>) знакомит детей в возрасте 4-16 лет с наукой, технологией, инженерией и математикой (STEM).

К республиканским олимпиадам относятся: KazRobotics(<http://www.kazrobotics.org>), Robotek, Roboland и другие. Сначала проводятся городские соревнования, путем отбора следуют областные, и последние – на уровне республики среди учеников школ, колледжей, университетов. В KazRobotics участники делятся на две категории: младшую (10-13 лет) и старшую (14-17 лет). Если в международных соревнованиях отдается предпочтение оглашению и решению задач на самом конкурсе, то в наших соревнованиях задачи открытые, и участники приходят уже с готовым решением.

Есть два вида конкурсов по робототехнике, это спортивные соревнования и проектные. В проектных конкурсах дети предоставляют свои идеи и решения определенной проблемы посредством создания макета, выступлений, показания решений. А в спортивных соревнованиях проводятся состязательные турниры, где каждая команда конструирует и программирует своего робота.

В начале 2023 года проводилось городское соревнование «Robotek Grand Tournament» в городе Талдыкорган. В данном контексте, было решено провести исследование среди участников указанного соревнования, воспользовавшись предоставившейся возможностью. На основе вышеупомянутого, была поставлена следующая цель: изучение влияния

робототехнических соревнований на развитие математических и исследовательских навыков у обучающихся. Эта цель направлена на обеспечение подготовки учащихся к успешной адаптации в современном обществе, где умение решать сложные задачи и проводить исследования является ключевой компетенцией.

### **Материалы и методы**

Для достижения целей исследования были сформулированы следующие этапы исследования: выявление проблемы, подготовка материалы к проведению исследования, проведение опроса, анализ и систематизация данных и заключение. На этапе нахождения проблемы проводился анализ и определение конкретной проблемы посредством тестирования среди обучающихся кружков по робототехнике в городе Талдыкорган. Исследовательские навыки обучающихся выявлялись с помощью тестирования Туник [7], которая дает возможность определить дефицит и пробелы знаний в объединении разноплановой информации; выявлении проблемы и нахождении решения, выдвижении предположения и гипотезы о возможности решений; проверке, опровержении, видоизменении и перепроверке этих гипотез и а также в умении делать выводы.

Для определения уровня математических навыков использовались данные Национального центра тестирования [8] по результатам мониторинга образовательных достижений обучающихся (МОДО) организаций среднего образования. На следующем этапе исследования была разработана методология, в качестве инструмента для сбора данных был выбран метод опроса и разработан детальный план исследования. Так как опросы являются распространенным методом сбора данных в исследованиях в области социальных наук и могут предоставить обширную информацию об отношении, убеждениях, поведении и опыте отдельных лиц или групп. Чианг [9] в своем исследовании «Разработка и валидация анкеты для оценки перспектив Всемирной робототехнической олимпиады (WRO) для участников» проводили опрос среди обучающихся, родителей обучающихся и тренеров для выявления влияния робототехнических соревнований на участников. В данном случае применялись онлайн анкеты на основе Google Forms, где есть возможность получить быструю обратную связь. В опросе принимали участие участники городского чемпионата Robotek Grand Tournament 2023, проводимого в городе Талдыкорган. В опросе для команд, а также для тренеров, участвующих в чемпионате, были составлены следующие вопросы:

1. Какие общие исследовательские навыки развили ученики при подготовке к олимпиаде?

*Здесь выдвинуты следующие общие исследовательские навыки такие, как: выявить проблему; выдвинуть гипотезу; давать определения понятиям; классифицировать; наблюдать; проводить эксперименты; делать выводы и защитить свои идеи.*

2. Какое влияние оказывают математические навыки при отборе в команду?

3. Какие математические задачи решались при подготовке к чемпионату?

4. Как вы думаете повышает ли участие в робототехнических соревнованиях успеваемость в школе?

На третьем этапе исследования были собраны данные в соответствии с предварительно разработанным планом. После сбора данных они подверглись анализу на этапе «анализ и систематизация данных», включая статистическую обработку и классификацию. Это позволило выявить основные закономерности и взаимосвязи в данных. На заключительном этапе исследования были сформулированы выводы на основе анализа данных. Заключение включило в себя ответы на вопросы, сформулированные на первом этапе, и предоставило рекомендаций в отношении выявленной проблемы.

### **Результаты и обсуждение**

По результатам тестирования Туник для выявления общих исследовательских навыков получены результаты, отображенные на 1-ой таблице.

Интерпретация результатов по Туник [7]:

- высокий уровень - от 50 баллов и выше.
- средний уровень - от 30 до 50 баллов.
- низкий уровень - от 25 до 30 баллов.

Интерпретация результатов представляет собой анализ данных, полученных в рамках исследования, направленного на оценку исследовательских навыков учащихся в возрастной группе от 5 до 8 классов, которые являются участниками кружков по робототехнике в городе Талдыкорган.

Результаты анализа указывают на то, что средний балл, полученный участниками данного исследования, составил 23.2 балла. Этот показатель оказался ниже порогового уровня. Пороговый уровень, в данном случае, представляет собой минимальный уровень компетенции, который обычно ожидается от обучающихся средних классов.

Таблица 1. Результаты тестирования по Туник, средний балл по категориям

Категории по Туник	5 класс	6 класс	7 класс	8 класс
анализ информации	25,2	24,7	22,8	34,6
выявление проблемы и нахождение решения	22,7	20,7	27,8	29,9
выдвижение гипотезы	19,8	24,7	19,9	23,5
доказательство гипотезы	16,0	20,9	17,9	23,9
умение делать выводы	17,8	19,8	23,3	28,9
Среднее значение	20,3	22,2	22,3	28,2

На рисунке 1 указаны результаты проведения МОДО [8] среди средних классов в разрезе областей Казахстана. Основываясь на ниже приведенных данных, можно сделать вывод, что в Алматинской области (нынешние Жетысуская и Алматинская области) уровень математической грамотности ниже среднего.



Рисунок 1. Результаты МОДО-2022 по математической грамотности в разрезе регионов, балл

Следует отметить, что результаты данного исследования указывают на неудовлетворительный уровень исследовательских и математических навыков участников кружков по робототехнике по Жетысуской области. Это может быть вызвано различными факторами, такими как недостаточная методическая поддержка, недостаточное количество времени, отведенного на занятия и исследовательскую работу, а также возможными проблемами с мотивацией учащихся. В рамках данной статьи предлагается использовать подготовку к олимпиадам по робототехнике в качестве эффективного метода развития как математических, так и исследовательских навыков учащихся.

В последние годы участие в соревнованиях по робототехнике становится все более популярным: обучающиеся собираются вместе, чтобы продемонстрировать свои навыки и посоревноваться друг с другом. Хотя основное внимание на этих соревнованиях уделяется техническим аспектам робототехники, таким как программирование и конструирование, растет интерес к потенциальной пользе участия в этих соревнованиях для успеваемости обучающихся, а также формированию исследовательских и математических навыков.

Всего в опросе участвовало 32 человека: из них 11(34,4%) тренеров и 21(65,6%) обучающихся (Рисунок 2). В соотношении к одному тренеру прикреплен команда из одного или двух обучающихся.

Диаграмма статуса участников опроса

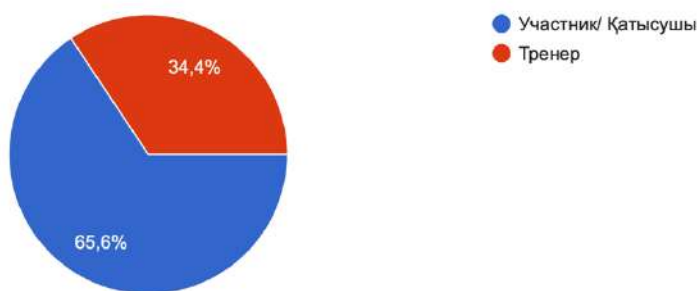


Рисунок 2. Распределение участников по статусу, %

Одной из целей данного исследования было выявить исследовательские навыки, развитые у обучающихся в процессе соревнования по робототехнике и подготовке к ним. По обоюдному мнению, тренеров и обучающихся чаще всего обучающиеся развивают навык «выявить проблему», это 7(19%) и 16(33%) ответов соответственно (Рисунок 3 и Рисунок 4).

В данном случае поиск и устранение неисправностей подразумевает выявление и решение проблем или вопросов, возникающих в процессе исследования или при проектировании и эксплуатации робототехнического оборудования.

Навык "классифицировать" оказался менее развитым, как и по мнению тренеров, так и по мнению обучающихся. Это может свидетельствовать о том, что данное умение не получает достаточного внимания в процессе подготовки к робототехническим соревнованиям.

Остальные навыки, такие как "защищать свои идеи," "делать выводы," "проводить эксперименты," "наблюдать," "давать определения понятиям," и "выдвигать гипотезу," развиваются в разной степени:

- «наблюдать» - 6(17%) тренеров, 5 (10%) обучающихся;
- «давать определения понятиям» - 3(8%) тренеров, 3(6%) обучающихся;
- «выдвинуть гипотезу» - 4(11%) тренеров, 3(6%) обучающихся;
- «проводить эксперименты» - 6(17%) тренеров, 9(19%) обучающихся;
- «защищать свои идеи» - 4(11%) тренеров, 4(8%) обучающихся;
- «делать выводы»- 5 (14%) тренеров, 8(16%) обучающихся.

Результаты анкетирования на выявление исследовательских навыков по мнению тренеров

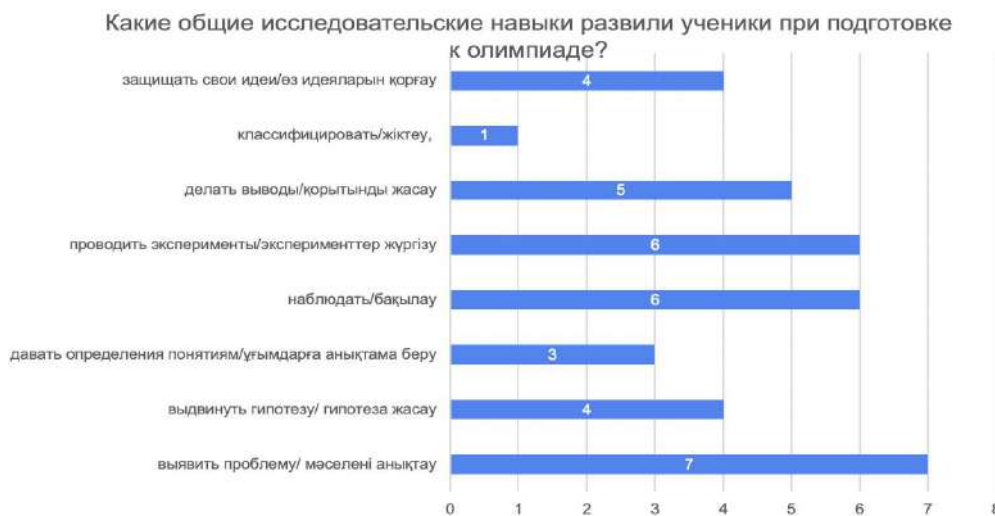


Рисунок 3. Исследовательские навыки участников, тренеры, количество человек

Результаты анкетирования на выявление исследовательских навыков по мнению участников (обучающихся)

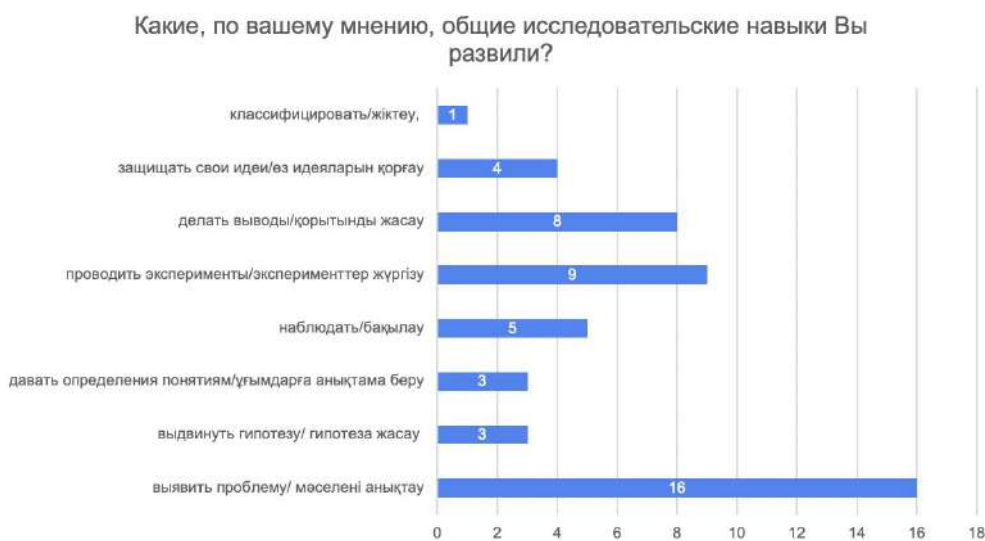


Рисунок 4. Исследовательские навыки участников, участники, количество человек

Результаты исследования свидетельствует о многообразии навыков, развиваемых в процессе участия в робототехнических соревнованиях.

В исследовании Пёнера [10] были сформулированы стратегии для участия в робототехнических соревнованиях, которые включали в себя исследовательскую деятельность: стратегия к определению проблемы и стратегия к решению. В рамках первой стратегии обучающиеся концентрируются на правильном понимании задачи, анализы проблемы, выдвижении гипотез. Тогда как во второй обучающиеся концентрируются на многократной проверке поведения робота, то есть проведении экспериментов, а также получение результатов.

По результатам опросов можно определить, что большинство обучающихся прибегали к первой стратегии, то есть выявлению проблем, и около половины проводили эксперименты, или использовали стратегию к решению. Однако такие исследовательские навыки как: давать

определения понятиям, выдвинуть гипотезу, защищать свои идеи, что в большей степени относится к стратегии к определению проблемы не были достаточно развиты.

Отмечается, что множество респондентов считают, что развитие этих навыков происходит в процессе подготовки, что подчеркивает важность образовательных аспектов в участии в робототехнических соревнованиях.

Исходя из анализа результатов исследования, можно предположить, что робототехнические соревнования могут способствовать развитию разнообразных исследовательских навыков, особенно способности выявлять проблемы и находить пути их решения, что может быть ценным в различных сферах обучения и профессиональной деятельности участников. Однако стоит также обратить внимание на навык классификации, который требует большего внимания и развития в будущем. Эти навыки отражают разнообразный набор исследовательской деятельности и задач, которые учащиеся вместе с тренерами решали в процессе подготовки к олимпиаде по робототехнике.

Результаты на рисунке 5 и 6 свидетельствуют о том, что математические навыки могут играть значительную роль в процессе отбора в команду: почти половина респондентов указала, что они сильно влияют на этот процесс, 63,6% тренеров и 43% обучающихся. Однако значительная часть обучающихся (38%) также указала, что математические навыки оказывают слабое влияние.

Математические навыки в процессе соревнований - обучающиеся

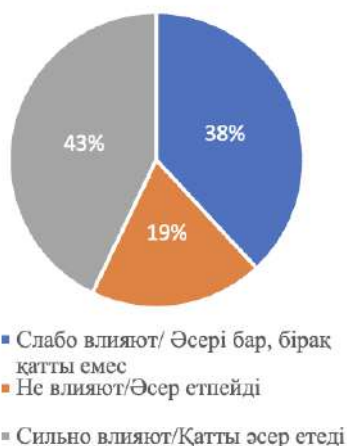


Рисунок 5. Соотношение развития математических навыков, обучающиеся, %

Математические навыки в процессе соревнований - тренеры

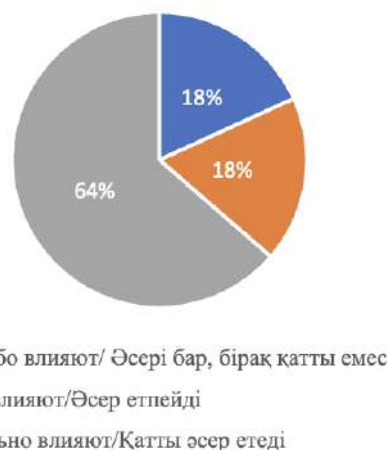


Рисунок 6. Соотношение развития математических навыков, тренеры, %

Одно из возможных объяснений влияния соревнований по робототехнике на математические и исследовательские навыки заключается в том, что они предоставляют учащимся уникальную возможность принять участие в практической деятельности по совместному решению проблем, требующей применения математических концепций. Благодаря этой деятельности обучающиеся могут глубже понять математические принципы и процесс исследования, а также уметь эффективно доносить свои выводы до других.

## Выводы

Первоначальное исследование указывает на неудовлетворительный уровень исследовательских и математических навыков обучающихся по Жетысуской области, которое послужило для установки цели данного исследования.

Дальнейшее исследование является попыткой выявить, какие исследовательские навыки развиваются у обучающихся в процессе подготовки к соревнованиям по робототехнике.

Результаты указывают на разнообразие навыков, таких как выявление проблем, классификация информации, защита своих идей и другие.

На основе анализа проведенного опроса были сделаны выводы что, математические навыки также играют значительную роль в процессе выбора участников в команды для участия в соревнованиях. Тем не менее, важно отметить, что для обучающихся, математика может иметь ограниченное влияние на их успех.

По результатам данного исследования можно сделать выводы, что участие в робототехнических соревнованиях действительно оказывают влияние на развитие математических и исследовательских навыков.

Это способствует формированию основ для будущих научных исследований и академического роста, а также способствует подготовке нового поколения профессионалов в области робототехники и научных исследований.

*Список использованных источников:*

- 1 Davis, J.P. *Applied Mathematics as Social Contract. Math. Mag.* 1988, 61, 139–147.
- 2 Капкаева Л. С. Быстрова А. В. *Олимпиадные задачи по математике как средство формирования исследовательских умений учащихся // Учебный эксперимент в образовании. – 2021. – № 3 (99) – 61-69 с.*
- 3 Середенко П.В. *Развитие исследовательских умений и навыков младших школьников в условиях перехода к образовательным стандартам нового поколения: монография - Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2014. - 208 с.*
- 4 Родин С.Н., *Олимпиадные задачи по робототехнике, как одно из направлений обучения детей соревновательной робототехнике: «X Всероссийская конференция „Современное технологическое обучение: от компьютера к роботу“ (сборник тезисов) — СПб.:, 2021. — 31 с., сс. 16-17.*
- 5 Angeli, C., Valanides, N. *Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy Computers in Human Behavior* 105, 2020. doi: 10.1016/j.chb.2019.03.018
- 6 Pöhner, N., Hennecke, M. *Educating future scientists, engineers, makers and inventors: Influence of students' participation in educational robotics competitions on their career choices in science, technology, engineering and mathematics (STEM), ACM International Conference Proceeding Series, a29, 2019. doi: 10.1145/3364510.3366151*
- 7 Туник Е.Е. *Модифицированные креативные тесты Вильямса. – СПб: Речь, 2003. – 96с.*
- 8 *Аналитический отчет «Комплексный анализ результатов мониторинга образовательных достижений обучающихся организаций среднего образования».* [https://www.gov.kz/uploads/2023/3/1/a681b8560cfb03557da1ef77e14a20e6\\_original.6561302.pdf](https://www.gov.kz/uploads/2023/3/1/a681b8560cfb03557da1ef77e14a20e6_original.6561302.pdf) [Дата обращения: 10.06.2023]
- 9 Chiang, F.-K., Zhang, Y., Lu, Y. *Development and validation of a questionnaire for assessing perspectives of World Robot Olympiad on participants, Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18, 16, 2023. doi: 10.58459/rptel.2023.18016
- 10 Pöhner, N., Hennecke, M. *Learning problem solving through educational robotics competitions - First results of an exploratory case study, ACM International Conference Proceeding Series, a15, 2018. doi: 10.1145/3265757.3265774*

*References:*

- 1 Davis, J.P. *Applied Mathematics as Social Contract. Math. Mag.* 1988, 61, 139–147.
- 2 Капкаева Л. С. Быстрова А. В. (2021) *Olimpiadnye zadachi po matematike kak sredstvo formirovaniya issledovatel'skikh umenii uchashih'sya [Olympiad tasks in mathematics as a means of forming students' research skills] // Uchebnyi eksperiment v obrazovanii. № 3 (99), 61-69. (In Russian)*
- 3 Seredenko P.V. (2014) *Razvitie issledovatel'skikh umenii i navykov mladshih shkolnikov v usloviyah perehoda k obrazovatel'nyim standartam novogo pokoleniya: monografiya [Development of research skills of junior schoolchildren in the conditions of transition to the educational standards of the new generation: monograph] - Yuzhno-Sahalinsk: Izd-vo SahGU, 208. (In Russian)*



4 Rodin S.N., (2021) *Olimpiadnye zadachi po robototekhnike, kak odno iz napravlenii obucheniya detei sorevnovatelnoi robototekhnike [Olympiad tasks in robotics as one of the directions of teaching children competitive robotics]: «X Vserossiiskaya konferenciya „Sovremennoe tekhnologicheskoe obuchenie: ot kompyutera k robotu“ (sbornik tezisov) SPb.: 31., 16-17. (In Russian)*

5 Angeli, C., Valanides, N. (2020) *Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy Computers in Human Behavior 105, doi: 10.1016/j.chb.2019.03.018*

6 Pöhner, N., Hennecke, M. (2019) *Educating future scientists, engineers, makers and inventors: Influence of students' participation in educational robotics competitions on their career choices in science, technology, engineering and mathematics (STEM), ACM International Conference Proceeding Series, a29, doi: 10.1145/3364510.3366151*

7 Tunik E.E. (2003) *Modificirovannye kreativnye testy Vil'yamsa. [Modified Williams creativity tests][Text] – SPb: Rech', 96. (In Russian)*

8 *Analytical report "Comprehensive analysis of the results of monitoring the educational achievements of students of secondary education organizations".  
[https://www.gov.kz/uploads/2023/3/1/a681b8560cfb03557da1ef77e14a20e6\\_original.6561302.pdf/](https://www.gov.kz/uploads/2023/3/1/a681b8560cfb03557da1ef77e14a20e6_original.6561302.pdf/) [Date of access: 10.06.2023] (In Russian)*

9 Chiang, F.-K., Zhang, Y., Lu, Y. (2023) *Development and validation of a questionnaire for assessing perspectives of World Robot Olympiad on participants, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 18, 16, doi: 10.58459/rptel.2023.18016*

10 Pöhner, N., Hennecke, M. (2018) *Learning problem solving through educational robotics competitions - First results of an exploratory case study, ACM International Conference Proceeding Series, a15, doi: 10.1145/3265757.3265774*

Б.С. Ханжарова<sup>1</sup>, К.О. Изимбетова<sup>1</sup>, Н.Б. Мұхтархан<sup>1\*</sup>, К.К. Таубаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
\*e-mail: [mukhtarhan.nurai@gmail.com](mailto:mukhtarhan.nurai@gmail.com)

## ЗЕРДЕ БҰЗЫЛЫСЫ БАР ОҚУШЫЛАРДЫ СЫНИ ТҰРҒЫДА ОЙЛАУ АРҚЫЛЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҒЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

*Аңдатпа*

Мақалада психологиялық-педагогикалық көмекті қажет ететін дамуында ерекше ауытқулары бар және зерде бұзылысы бар оқушыларды оқыту, оқытудың формалары мен әдістері туралы ақпарат берілген. Зерттеу барысында интеллектуалдық дамуында ауытқуы бар оқушылардың сыни тұрғыдан ойлау қабілеттерін дамыту және математикалық сауаттылығын арттыру үшін инновациялық әдістер қолданылды. Негізгі математикалық білімді қалыптастыру және оқушылардың алған білімдерін күнделікті өмірде қолдану үшін оқу бағдарламасының сабақ мақсатына сәйкес әртүрлі әдістерді қолдану арқылы тапсырмалар ұсынылды. Тәжірибелік алаң Алматы облысы Жамбыл ауданындағы Қарғалы №3 орта мектеп коммуналдық мемлекеттік мекемесінде жүргізілді. Зерттеуге зерде бұзылысы бар 8 сынып оқушылары қатысты. Зерттеу нәтижесінде сыни тұрғыдан ойлау дағдыларын математикалық білім берудің орталық құрамдас бөлігіне айналдыру арқылы осы оқушының оқу нәтижелерінің айтарлықтай жақсарғанын байқадық. Осылайша, сыни тұрғыдан ойлауға назар аударып, оқытудың жекелендірілген, бейімделген әдістерін қолдана отырып, мұғалімдер зерде бұзылысы бар оқушылардың математикалық сауаттылығын және есептерді шешу дағдыларын дамытуға, олардың жалпы оқу тәжірибесін және болашақ перспективаларын арттыруға мүмкіндік бере алады.

**Түйін сөздер:** зерде бұзылысы бар оқушылар, сыни ойлау, математикалық сауаттылық, дағды, қабілет.

*Аннотация*

Б.С. Ханжарова<sup>1</sup>, К.О. Изимбетов<sup>1</sup>, Н.Б. Мухтархан<sup>1</sup>, К.К. Таубаева<sup>1</sup>

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

## ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ С НАРУШЕНИЯМИ ИНТЕЛЛЕКТА ЧЕРЕЗ КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

В статье представлена информация об обучении, формах и методах обучения учащихся с особыми отклонениями в развитии и нарушениями интеллекта, нуждающихся в психолого-педагогической помощи. В исследовании использовались инновационные методы для развития навыков критического мышления и повышения математической грамотности учащихся с отклонениями в интеллектуальном развитии. Для формирования базовых математических знаний и применения полученных учащимися знаний в повседневной жизни были предложены задания с использованием различных методов в соответствии с целью урока учебной программы. Эксперимент проводился в Коммунальном государственном учреждении, Каргалинская средняя школа №3 Жамбылского района Алматинской области. В исследовании приняли участие учащиеся 8 класса с нарушением интеллекта. В результате исследования мы заметили, что, сделав навыки критического мышления центральным компонентом математического образования, результаты обучения этих учащихся значительно улучшились. Таким образом, сосредоточив внимание на критическом мышлении и используя персонализированные, адаптированные методы обучения, учителя могут способствовать развитию математической грамотности и навыков решения проблем у учащихся с нарушениями интеллекта, увеличивая их общий опыт обучения и будущие перспективы.

**Ключевые слова:** учащиеся с нарушениями интеллекта, критическое мышление, математическая грамотность, навыки, способности.

Abstract

Khanzharova B.S., K.O. Izimbetova<sup>1</sup>, N.B. Mukhtarkhan<sup>1</sup>, K.K. Taubaeva<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

**FORMATION OF MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES THROUGH CRITICAL THINKING**

The article provides information on education, forms and methods of education of students with special deviations in development and intellectual disabilities who require psychological and pedagogical assistance. In the course of the study, innovative methods were used to develop critical thinking skills and improve mathematical literacy of students with intellectual disabilities. In order to form the basic mathematical knowledge and apply the acquired knowledge of students in everyday life, tasks were proposed using various methods in accordance with the lesson objectives of the curriculum. The experimental site was conducted in the communal state institution Kargaly № 3 secondary school in Zhambyl district of Almaty region. 8th grade students with intellectual disabilities participated in the study. The study found that by making critical thinking skills a central component of mathematics education, the learning outcomes of these students improved significantly. Thus, by focusing on critical thinking and using personalized, adaptive teaching methods, teachers can help students with intellectual disabilities develop mathematical literacy and problem-solving skills, enhancing their overall learning experience and future prospects.

**Keywords:** students with intellectual disabilities, critical thinking, mathematical literacy, skill, ability.

**Кіріспе**

Қазіргі уақытта жалпы балалар санының шамамен 2,5% -ын зерде бұзылысы бар балалар құрайды. Бұл көрсеткіш соңғы жылдарда зерде бұзылысы бар балалар санының өсуін байқатады. Зерде бұзылысы бар балалардың дамуында ерекше ауытқулары бар және арнайы білікті психологиялық-педагогикалық көмекті қажет ететін ең көп санаттарының бірі. «Зерде бұзылысы бар балалар» санаты әртүрлі ғылыми аспектілермен қарастырылады: медициналық, психологиялық, педагогикалық [1]. Сонымен, «зерде бұзылысы бар балалар» анықтамасында этиологиясы мен патогенезі бойынша ерекшеленетін және тұқым қуалайтын, туа біткен немесе өмірдің алғашқы жылдарында алынған интеллектуалды тапшылықты көрсететін тұрақты прогрессивті емес патологиялық тобы ретінде түсіндіріледі.

Халықаралық классификацияға сәйкес (ICD-10) зерде бұзылысының төрт түрі ерекшеленеді:

1. жеңіл зерде бұзылысы : F-70;
2. орта зерде бұзылысы: F-71;
3. ауыр зерде бұзылысы: F-72;
4. терең зерде бұзылысы : F-73 [2].

Зерде бұзылысының дәрежесіне, яғни баланың жеке психофизикалық ерекшеліктері мен мүмкіндіктеріне қарай ,оны тәрбиелеу мен оқыту формалары мен әдістері анықталады. Мектеп жасындағы зерде бұзылысы бар балаларды тәрбиелеу мен оқыту мәселелері тақырыбын А.А. Ватажина, Л.С.Выготский, Т.А. Власова, Х.С. Замский, С.Д. Забрамна, Т.Н. Исаева , В.М.Мозговой, Б.И.Пинский, Е.А.Стребелова, Г.В.Цикото, Л.М.Шипицын және т.б зерттеген [3]. Орта зерде бұзылысы бар балалар деп интеллектуалды коэффициенті 49-35 болатын және психикалық дамуының орташа артта қалу дәрежесін қарастырады [4].

Қазіргі таңда ерекше білім беру қажеттілігі бар оқушыларға математикалық білім беруде сыни тұрғыдан ойлау мен математикалық сауаттылықты дамыту өте маңызды және өзекті мәселе болып табылады. Ол математикалық ұғымдарды терең түсінуге ықпал ете отырып, осы оқушылардың бірегей оқу қажеттіліктерін шешуді қамтиды. Олар:

- әртүрлі оқу стильдері мен қабілеттерін ескере отырып, оқыту әдістері мен материалдарын бейімдеу;
- көрнекі құралдар, өмірден алынған мысалдар сияқты математикалық ұғымдардың баламалы көріністерін ұсыну;

- оқыту тәжірибесін жақсарту үшін практикалық әрекеттерді, интерактивті ойындарды және технологияларды қосу арқылы зерде бұзылысы бар оқушылардың қызығушылығын арттыру;

- математиканы қол жетімді етіп, абстрактілі ұғымдарды бекіту үшін тактильді материалдар мен құралдарды пайдалана отырып, интеллектуалдық дамуында ауытқуы бар оқушылардың математикалық сауаттылығын арттыру;

- зерде бұзылысы бар оқушылардың әр қадамы бойынша алға жылжуына қарай бағыт-бағдар беріп, қолдау көрсету;

- оқушыларға жақсарту бағыттарын анықтауға және шешуге көмектесу үшін уақтылы және сындарлы кері байланысты қамтамасыз ету.

Осы қадамдарды жүзеге асыру арқылы педагогтар ерекше білім беру қажеттілігі бар оқушылардың сыни тұрғыдан ойлау дағдыларын және математикалық сауаттылығын дамытуға, неғұрлым инклюзивті және тиімді оқу ортасына ықпал ете алады [5].

Зерде бұзылысы бар оқушылардың сыни ойлау оларды өздігінен шешім қабылдауға және күнделікті өмірдегі әлеуметтік мәселелерді шешуге көмектеседі.

Заманауи мектеп әрбір оқушыда ұжым өміріндегі маңызды мәселелерді шешуге белсенді қатысу әдетін, өз пікірін қалыптастыру, білдіру және қорғау, басқа адамдардың пікірін құрметтеу қабілетін дамытуға арналған [6]. Қалыптасқан шындықтарды ойланбастан және тікелей игеру арқылы жастарды қазіргі өмір жағдайына дайындау мүмкін емес. Қарым-қатынас пен ынтымақтастық дағдыларын қалыптастыру, балаларды оқуға үйрету үшін мұғалім өз іс-әрекетінің мазмұнын түбегейлі өзгертуі керек. Енді басты міндет-ғалымдарға "жеткізу", "түсіндіру", "көрсету" емес, олардың алдында тұрған мәселенің шешімін бірлесіп іздеуді ұйымдастыру [7]. Оқытудың жаңа шарттары әр мәселе бойынша әрқайсысын тыңдай білуді, әр оқушының ұстанымын қорғауды, оның пайымдауының логикасын түсінуді және үнемі өзгеріп отыратын білім беру жағдайынан шығудың жолын табуды, балалардың жауаптарын, ұсыныстарын талдауды және оларды проблемаларды шешуге сабырлы түрде бағыттауды талап етеді. Сондықтан білім беру процесін жетілдіру мұғалімнен балалардың білімді пассивті игеруін емес, олардың ойлауын, атап айтқанда сыни тұрғыдан белсенді қалыптастыруды талап етеді [8].

Зерде бұзылыс бар балалардың таным процестері бұзылады. Ойлауының тұрақсыздығы, сәйкессіздігімен, баяулығымен, дерексіз ұғымдарды қалыптастыра алмауымен сипатталады. Есте сақтауы төмен. Есінде сақтаған мәліметті айтқанда бұрмалайды. Ерікті есте сақтау қабілеті бұзылған. Логикалық және механикалық есте сақтауы тұрақсыз. Баланың түсінуі мен сөйлеуі 3-5 жылға кешігіп дамиды және оның түпкілікті дамуы шектеулі. Көбінесе сөйлеу қабілетінде бұзылысы бірге жүреді, оған тән: сөздерді бұрмалап айту, аграмматикалық, сөздік қоры кедей, олар көбінесе күнделікті өмірде жиі қолданылатын сөздер мен сөз тіркестерімен ұсынылады. Сенсорлық қабылдаудың дамуы артта қалады, атап айтқанда: визуалды, есту, тактильді және басқа анализаторлар. Көбінесе көру мен естудің бұзылысы, статикалық және қозғаушы функциялардың дамуының кешігуі байқалады, бұл қимыл-қозғалыстардың үйлесімділігіне, дәлдігі мен қарқынына әсер етеді, олар баяу, епсіз [9].

21 ғасырда күнделікті өмірде кездесетін мәселелер күрделене түсуде. Әрбір адам үшін математиканың нақты өмірдегі ролін білу және түсіну маңызды, сондықтан адам қоғамның сындарлы, қамқор және ойлы мүшесі болу қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін математиканы дұрыс бағалай алады және пайдалана алады. Бұл дағды математикалық сауаттылық деп аталады. Математикалық сауаттылық деңгейін көтеру - адам ресурстарының сапасын арттырудың бір жолы. Оның дамуы жақсартуға қолдау көрсету үшін оқушылардың күшті және әлсіз жақтарын сипаттауды қажет етеді [10].

Қазіргі ғылым мен техниканың даму кезеңінде алдымыздағы шәкірттің жан-жақты, білімді, ой - өрісінің кең болып шығуына ықпал ететін мұғалім екені түсінікті. Мектептегі оқу процесінің негізгі мақсаты: арнайы педагогикалық әдістермен мақсатты және жүйелі түрде оқушылардың шығармашылық ойлауын дамыту, белсенділігін қалыптастыру, оқушының табиғи қасиеттерін математикалық білім деңгейін тереңдету үшін оқытуды жоспарлы түрде

ұйымдастыру, өз бетінше білім алу дағдыларының дамуына негізін салу болып табылады [11]. Сабақтың тиімділігін арттыру және оқушылардың математикалық сауаттылығын дамыту жолдарының бірі - оқушы назарын аударатын, ойына түрткі болатын математика туралы қызығушылықты тудыратын материалдар, әр түрлі қызықты тартымды есептер. Мұндай есептер оқушылардың математикаға деген ынта-ықыласын арттырып, есептерді өздігінен шешуге итермелейді, сонымен қатар логикалық ой-өрісін дамытады [12].

### Негізгі нәтижелер

**Зерттеу әдіснамасы.** Зерде бұзылысы бар оқушылар математикалық білімдерді қолдану арқылы көптеген күнделікті өмірлік мәселелерін шеше алады. Мысалы: сағатқа қарау арқылы уақытты анықтау, өзіне қажетті затты ала алуымен қатар дүкенде алған заты үшін төлем жасай алуы, тамақ әзірлеу үшін қажетті заттарды түгендеуі олардың салмақтарын анықтап ажырата алуы күнделікті өмірде қажетті дағдылар. Зерде бұзылысы бар оқушыларға математика пәнін оқытудың мақсаты- элементарлы математикалық білік-білімдерді қалыптастырумен қатар, алған білімін күнделікті өмірде қолдануы [13].

Зерде бұзылысы бар оқушылардың математикалық сауаттылығын және сыни тұрғыда ойлауын дамыту арқылы келесідей мәселелерді шеше аламыз:

- қоршаған ортаны тануда мәнді әрекеттерді қалыптастырады;
- стандартты шаблондарды пайдалана отырып, меңгерілген амалдарға талдау жасай алады;
- заңдылықтарды анықтап, заттар арасындағы себеп-салдарлы байланыс орнатуды үйренеді;
- кеңістікті бағдарлауы дамиды [14].

Бұл зерттеу Алматы облысы Жамбыл ауданындағы Қарғалы №3 орта мектеп коммуналдық мемлекеттік мекемесінде жүргізілді. Зерттеуге зерде бұзылысы бар 8 сынып оқушылары қатысты. Зерттеу барысында келесідей әдістер қарастырылды.

### Материалдар мен әдістер

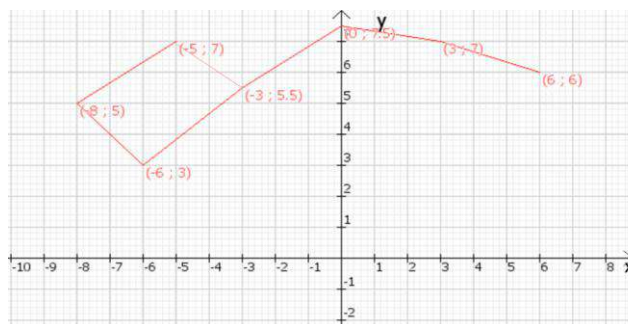
Төмендегі математикалық сауаттылықты қалыптастыру жолдарына бірнеше мысалдар келтіре кетсек. Мысалы, сабақта аудан, көлем тақырыптарын өткенде теориялық білім береміз және есеп шығартамыз. Егер біз оны практикамен, яғни қолдану аясын оқушыларға көрсету арқылы тапсырмалар беретін болсақ, оқушылардың қызығушылығы артып, алған білімдерін өмірлерінде қолдана алар еді. Төменде бірнеше оқу-мақсаттары және оларға сәйкес тапсырмалар келтірілген [15].

#### Тапсырма №1.

8.4.4 сызбада нүкте, түзу, қисық және сынық сызықтар, дөңгелек, сопақ, тікбұрыш, квадрат, үшбұрышты тану [16]. Бұл оқу-мақсатына сәйкес төмендегі тапсырманы қарастырайық.

Берік құбылнаманы табу үшін төмендегі нүктелер бойынша жүріп өтуі керек.

Құбылнама **G** нүктесінде орналасқан. Құбылнамаға жету үшін берілген нүктелердің реттілігі сақталу керек. Нүктелер төмендегі координаталар бойынша берілген (сурет 1).



Сурет 1. Координаталық жазықтықтағы «Жеті қарақшы»

$A(6;6), B(3;7), C(0;7,5), D(-3;5,5), E(-6;3), F(-8;5), G(-5;7)$

Жауабы:

Берілген нүктелерді қосқан кезде шоқ жұлдыз пайда болады (Жеті қарақшы). Бұл тапсырманы орындау барысында оқушы нүкте, түзу, қисық және сынық сызықтарды танумен қатар оларды координаталық жазықтықта салуды үйренеді. Сонымен қатар мұндай тапсырмаларды орындау зерде бұзылысы бар балалардың сыни ойлау дағдысы мен функционалдық сауаттылығының дамуына әсері көп.

*Тапсырма №2*

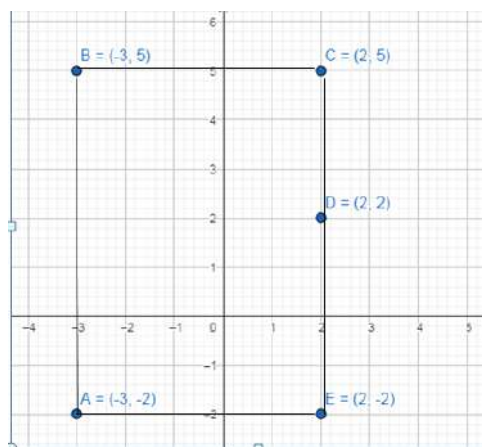
8.3.5 2-3 затты еліктеу, үлгі,сөздік нұсқау бойынша бір-біріне қатысты белгілі бір кеңістіктікте (арасында, ортасында, қарсысында, іші мен сыртында,үстінде, астында,алдында,жанында) орналастыру [16]. Бұл оқу-мақсатына жету үшін келесі тапсырманы орындау өте тиімді.

Координаттық жазықтықта Асан мен Үсен  $A(-3; -2)$  нүктесінен шығып 7 бірлік жоғары жүріп аялдайды, әрі қарай 5 бірлік оңға тоқтап, 3 бірлік төмен жүріп, сол жерде демалып әрі қарай 4 бірлік төмен жылжып өз үйлеріне жетеді. Олардың жүрген жолын тізбектей қосып, пайда болған фигураның  $P$  периметрі мен  $S$  ауданын тап (сурет 2).

Мұндай тапсырмалар зерде бұзылысы бар оқушылардың нұсқау бойынша бір-біріне қатысты белгілі бір кеңістіктікте нүктелерді орналастыруды үйренуіне көп септігін тигізеді. Яғни берілген нұсқау бойынша тапсырмаларды орындап белгілі бір нәтижеге қол жеткізеді.

Білім алушы:

- координаталар жүйесінде берілген нүктелерді координаталары бойынша белгілейді;
- нүктелерді тізбектеп қосады;
- пайда болған фигураның  $P$  периметрін табады;
- $S$  ауданын табады.



Сурет 2. Координаттық жазықтықтағы тіктөртбұрыш

Шешуі:  $a=5; b=7$

$S=7*5=35$  кв.бірл

$P=2*(7+5)=24$  бірл.

Жауабы:  $S=35$  кв.бірл;

$P=24$  бірл.

*Тапсырма №3.*

Бұл тапсырмада ұяшықтағы әріптерден оңға,солға, жоғары және төмен жылжи отырып математика пәніне қатысты кілттік сөздерді табу (сурет 3).

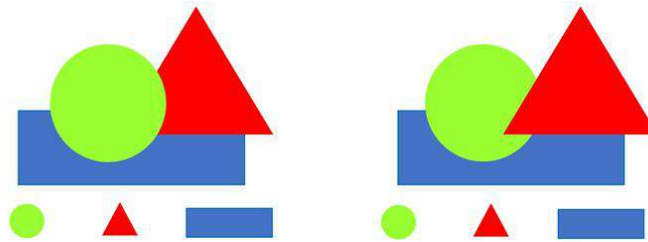
Жауабы: 3 - суретте адасқан әріптерден табылған математикалық кілттік сөздер.

Ш	Е	Ң	Б	Е	Р	У	Ш	Е	Ң	Б	Е	Р	У
С	Н	А	Ш	Т	Ү	З	С	Н	А	Ш	Т	Ү	З
Ы	Ү	Р	К	Е	С	І	Ы	Ү	Р	К	Е	С	І
Н	К	Ш	Ы	Ш	Ы	Н	Н	К	Ш	Ы	Ш	Ы	Н
Ы	Т	Е	Б	Ұ	Р	Д	Ы	Т	Е	Б	Ұ	Р	Д
Қ	С	Ы	З	Ы	Қ	І	Қ	С	Ы	З	Ы	Қ	І

Сурет 3. «Адасқан әріптер» әдісі

*Тапсырма № 4.*

Берілген фигуралардың орналасуын (астында,үстінде, арасында ортасында, ішінде) анықтаңыз (сурет 4).



Сурет 4. Геометриялық фигуралар

Зерде бұзылысы бар оқушылардың логикасы мен қатар функционалдық сауаттылығын дамытуға арналған мұндай тапсырмалар олардың сыни ойлау дағдысы мен пәнге қызығушылығын да арттырады. Алынған білімдер оқушылардың практикалық (тәжірибелік) білімдері мен іскерліктерінің қалыптасуымен үйлеседі, белсенді сөздік қоры кеңейеді, математикалық тілі қалыптасады.

Зерде бұзылысы бар оқушылардың математикалық сауаттылығын арттыруда ауызша қосу және азайту амалдарының да маңызы зор. Ауызша қосу мен азайту амалдарын үйрету үшін, оқушымен бірнеше әдістерді қолдану тиімді болады екен.

«Координаталық сәуле» әдісі. Координаталық сәуле әдісі оқушының ары қарай ауызша қосу мен азайту амалдарын дамытуына мүмкіндік беретін болғандықтан алдынды. Бұл әдісте оқушыларға координаталық сәуленің көмегімен қосу мен азайту амалдарын орындайды. Осы әдісті қолдана отырып, оқушы координаталық сәулені көз алдына елестету дағдысын қалыптастырып, ауызша есептеуге дағдыланады.

8.2.1 заттық - тәжірибелік әрекет ізімен «+» (плюс), «-» (минус), «=» (тең) белгілерін пайдалана отырып, 80 саны көлемінде қосу мен азайтуға есеп құрастыру [16] оқу мақсатына сәйкес келесідей тапсырма берілді.

*Тапсырма №5.*

Қосу және азайту амалдарын ауызша есептеңіз (сурет 5).

21	+14	→	□	+31	→	□	-15	→	□	+42	→	□	-27	→	□	+19	→	□
75	-23	→	□	+13	→	□	-45	→	□	+60	→	□	-52	→	□	+37	→	□
56	-43	→	□	+67	→	□	-44	→	□	+36	→	□	-62	→	□	+55	→	□
48	+11	→	□	+21	→	□	-78	→	□	+65	→	□	-47	→	□	+15	→	□
75	-58	→	□	+62	→	□	-56	→	□	+19	→	□	+37	→	□	-31	→	□
80	-15	→	□	-21	→	□	+32	→	□	-18	→	□	-27	→	□	+25	→	□

Сурет 5. Ауызша есептеуге арналған жаттығу

Мақсаты: оқушылардың ауызша есептеу қабілеттерін дамыту арқылы математикалық сауаттылығын қалыптастыру.

Ауызша есептеудегі жаттығулар әр сабақты өту барысында қысқа мерзімді сабақ жоспарына енуі керек. Оларды үй тапсырмасын тексерумен, зерттелген материалды бекітумен біріктіріп, сауалнама барысында ұсынуға болады. Осымен қатар мен, өз тәжірибиемде, сабақта ауызша санау үшін арнайы 5-7 минут бөлеміз. Тапсырмалардың тұжырымы, егер мүмкін болса, олар құлаққа оңай қабылданатындай етіп жасалуы керек. Бұл үшін олар нақты және қысқа болуы керек [16].

8.3.10 бүгін затты тең 2, 4, 8 бөлікке бөлу [16] оқу мақсатына жету үшін, оқушыға сабақты түсіндіру мақсатында көрнекі құрал (сурет 6) қолданылды.

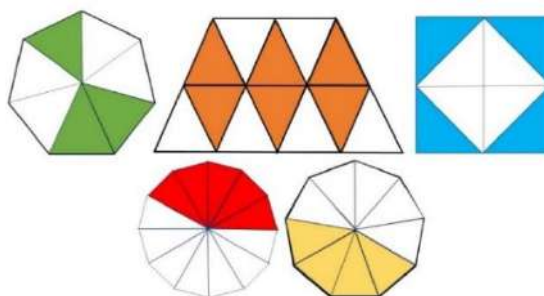


Сурет 6. Көрнекі құрал

Көрнекі құрал арқылы оқушының визуалды қабылдауын арттыра аламыз. Осы оқу мақсатына жету үшін келесідей тапсырма берілді.

*Тапсырма №6.*

Берілген фигуралардың теңдей неше бөлікке бөлінгендігін анықтаңыз және боялған бөлігінің санын жазыңыз (сурет 7).



Сурет 7. Геометриялық фигуралардың боялған бөлігін анықтау

### **Зерттеу нәтижелері және талқылау**

Зерттеу нәтижелері зерде бұзылысы бар оқушылардың сыни ойлау дағдыларын дамыту мен математикалық сауаттылығын арттыру арасындағы оң корреляцияны көрсетті. «Координаталық сәуле» әдісін 80-ге дейінгі сандарды қосу және азайтуды визуализациялау және ауызша көрсету үшін қолдану математикалық түсінуді жеңілдету үшін баламалы, көрнекі бағдарланған тәсілдерді қолданудың тиімділігі артты. Кеңістіктік бағдарлаудың сәтті қалыптасуы ерекше назар аудартады, өйткені ол математикалық тапсырмаларды орындауға көмектесіп қана қоймайды, сонымен қатар оқушылардың қоршаған ортадағы объектілерді қабылдау және реттеу қабілетіне кеңірек әсер етті.

Зерде бұзылысы бар оқушының геометриялық фигуралардың түрлерін анықтау және олардың қасиеттерін талдаудағы шеберлігі сыни тұрғыдан ойлау дағдыларының күрделі математикалық ұғымдарға ауысуын көрсетті. Бұл зерттеуде қолданылатын стратегиялар негізгі арифметиканы қарастырып қана қоймай, геометрияны тереңірек түсінуге ықпал ететінін көрсетеді. Мұндай нәтижелер жаттаудан тыс жан-жақты математикалық сауаттылықты қалыптастыру үшін өте маңызды.



Бұл тұжырымдар интеллектуалдық бұзылыстары бар оқушыларға математиканы оқытуда көрнекі және кеңістіктік элементтерді енгізудің маңыздылығын атап көрсете отырып, оқыту тәжірибесіне әсер етеді. Сонымен қатар, математикалық ұғымдарды ауызша айтудағы табыс математикалық сауаттылықпен қатар коммуникациялық дағдыларды дамытудың әлеуетті мүмкіндігін көрсетіп, әрі қарай оқушының жалпы когнитивті дамуына ықпал етті.

Дегенмен, бұл нәтижелерді кеңірек популяцияға жалпылау және уақыт өте келе осы жетістіктердің тұрақтылығын зерттеу үшін қосымша зерттеулер қажет екенін атап өту маңызды. Эксперимент барысындағы осы оқыту әдістерінің тиімділігінің неғұрлым сенімді дәлелдерін бере алды. Сонымен қатар, зерде бұзылысы бар оқушылардың дараланған сипатын ескере отырып, оқыту стратегияларын нақты когнитивтік профильдерге бейімдеу математикалық сауаттылық пен сыни ойлау дағдыларына жалпы оң нәтижесін берді (сурет 8).



Сурет 8. Оқушының сыни тұрғыда ойлауын дамытуға арналған жаттығулар

«Санау» пәні бойынша сабақтар арнайы таңдалған әдіс-тәсілдер бойынша өткізілді. Ең алдымен, зерде бұзылысы бар оқушылардың оқу процесінде алған білім деңгейін "теңестіруге" тура келді. Сондай-ақ, сабақтың мақсаты оқушыларды өзіндік іс-әрекетке дайындауға бағытталған оқушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыру болды.

Оқушылар өз тәжірибелерімен білімдегі олқылық (кем дегенде бір тақырып бойынша) «Санау» пәнін одан әрі оқуға әсер ететінін түсінді. Сондықтан оқушылардың өзіндік жұмысына теориялық сипаттағы да, практикалық мазмұндағы да қосымша тапсырмалар жүйелі түрде берілді (1 кестені қараңыз).

Жүргізілген тәжірибелік жұмыс нәтижесінде оқушылардың оқуға деген қызығушылығы артты, ол келесі кестеде келтірілген.

Кесте 1. Зерде бұзылысы бар оқушылардың оқу үлгерімінің өзгеру динамикасы

Деңгейлер	Өте жақсы	Жақсы	Қалыпты	Орташа	Төмен
1 - бақылау					
Ақыл-ой қабілетінің белсенділігі				+	
Оқуға бейімділігі			+		
Зейін деңгейі					+
Қабылдауы					+
Есте сақтауы			+		
Оқу іскерлігі				+	

2 - бақылау					
Ақыл-ой қабілетінің белсенділігі		+			
Оқуға бейімділігі	+				
Зейін деңгейі			+		
Қабылдауы			+		
Есте сақтауы		+			
Оқу іскерлігі		+			

1-кестеде келтірілген мәліметтерге сәйкес, зерде бұзылысы бар оқушылардың оқу үлгерімінің деңгейі едәуір артты. Таңдалған әдіс – тәсілдердің тиімді және «Санау» пәні бойынша білімді толық меңгеруге ықпал ететінін көрсетті.

### Қорытынды

Бұл зерттеу зерде бұзылысы бар оқушылардың математикалық сауаттылығын арттыруға үлкен үміт беретін педагогикалық әдіс-тәсілдердің тиімділігі тексерілді. Математикалық білім берудің орталық құрамдас бөлігі ретінде сыни тұрғыдан ойлау дағдыларына баса назар аударатырып, біз бұл оқушының оқу нәтижелерінің айтарлықтай жақсарғанын байқадық.

Қорытындылай келе, бұл зерттеу интеллектуалды бұзылыстары бар оқушылардың математикалық сауаттылығын арттыруда маңызды перспективаларды көрсететін педагогикалық әдістерді зерттеді. Бұл әдіс – тәсілдерді ұсынудағы негізгі мақсат математикалық білім беру аясында сыни тұрғыдан ойлау дағдыларын дамытуға бағытталған және оқушылардың оқу нәтижелерінде елеулі жетістіктерге жетуге мүмкіндік береді.

Бұл нәтижелер интеллектуалдық бұзылыстары бар оқушылардың нақты оқу қажеттіліктерін танудың және шешудің маңыздылығын көрсетеді. Сыни тұрғыдан ойлауға ықпал ететін педагогикалық ортаны қалыптастыра отырып, педагогтар бұл оқушыларға математикалық қиындықтарды сенімділік пен құзыреттілікпен басқаруға мүмкіндік бере алады. Осы жұмыс формалары мен әдістерін сабақта қолдану барысында зерде бұзылысы бар оқушыларда маңызды құрамдас бөліктер болып табылатын ойлау және рефлексия дағдылары қалыптасады.

Зерде бұзылысы бар оқушыларға белгілі бір тақырыпты, жаңа материалды меңгерту өте баяу, көптеген қиындықтарды жеңу және күш жігерін жұмсау арқылы ғана үйренеді. Сондықтан әр сыныпта тақырыптар қайталанып оқушының есте сақтауына қолайлы болуы үшін шамалы түрде беріліп отырады. Оқушыларды өмірге дайындау, оларға түсінікті дағдыларды меңгерту, еңбекке баулу – түзете оқытудың негізгі міндеттерінің бірі. Сондықтан оқушылардың практикалық біліктіліктері мен дағдыларын қалыптастыру мақсатында сабақтарда берілген тапсырмаларды орындау олардың сыни ойлауы мен математикалық сауаттылығын арттырады. Зерде бұзылысы бар оқушылардың математикалық сауаттылығын дамытудың іргелі элементі ретінде сыни тұрғыдан ойлауға басымдық беретін инклюзивті білім беру тәжірибесін үздіксіз зерттеу мен енгізуді ынталандыра отырып, осы нәтижелердің кеңірек салдарын қарастыра алдық.

Сыни тұрғыдан ойлау арқылы математикалық сауаттылықты қалыптастыру зерде бұзылысы бар оқушыларды оқытудағы трансформациялық парадигманы білдіреді. Олардың ерекше қажеттіліктерін танып, сыни тұрғыдан ойлау қабілетін пайдалана отырып, біз бұл оқушылардың математикалық дағдыларды меңгеріп қана қоймай, сонымен қатар өз қабілеттеріне сенім артқанының куәсі болдық. Бұл тәсіл олардың академиялық тәжірибесін байытып қана қоймайды, сонымен қатар оларды сыныптан тыс өмір үшін құнды мәселелерді шешу дағдыларымен жабдықтайды. Біз алға жылжып келе жатқанда, бұл тұжырымдар барлық оқушылар үшін инклюзивті және тиімді білім беру тәжірибесін хабардар етіп, шабыттандырады деп үміттенеміз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Абдуллаева, Н. Инклюзивтік білім берудің принциптері негізінде тапсырмалар құрастырудың тиімділігі – 2022.- №6.- 43-44 б.
- 2 Ағыбаева, С. Инклюзивті білім беру жағдайында ерекше білім беруді қажет ететін білім алушыларының оқу жетістіктерін бағалаудың қазіргі жағдайы [Мәтін] / Ағыбаева, Оразаева// Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің хабаршысы. – 2019.-№1.-244-249 б.
- 3 Айдарбекова А.А., Ермекбаева Л.К., Дербисалова Г.С., Самигулина З.Р. Формирование социальной компетентности детей с ограниченными возможностями, обучающихся в инклюзивной (интегрированной) среде <http://special-edu.kz/>
- 4 Аскарлова, С. Оқушылардың сыни ойлау қабілетін инновациялық технологиялар арқылы дамыту [Мәтін] / Аскарлова, Д. Курманбекова, // Хабаршы ҚазМемҚызПУ. – 2018.- №2.- 53-57 б.
- 5 Ennis, R.H. (1989). A Taxonomy of critical thinking. Dispositions and abilities. In J. B. Baron, and R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching for Thinking*, ( pp. 9-26 ). New York: Freeman.
- 6 Wijaya A. Students' Information Literacy: A Perspective from Mathematical Literacy *IndoMS Journal Mathematics Education*. 7 pp 73-83, 2016
- 7 Бакирова, Э. Математика сабағында оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту [Мәтін] / Бакирова, Аиубаева// Вестник академии педагогических наук Казахстана. – 2021.- №1.- 73-78 б.
- 8 Әбілқасымова А.Е. Математиканы оқытудың теориясы мен әдістемесі: дидактикалық-әдістемелік негіздері. Оқу құралы. – Алматы: Мектеп, 2014. - 224 бет.
- 9 Poyner, Adam "Mathematical Literacy and the Secondary Student" (2018). *Senior Honors Theses*. 122. [https://scholarworks.uno.edu/honors\\_theses/122](https://scholarworks.uno.edu/honors_theses/122)
- 10 Su, H.F., Ricci, F.A., & Mnatsakanian, M. (2016). *Mathematical teaching strategies: Pathways to critical thinking and metacognition*. *Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2 (1), 190-200. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1105157.pdf>
- 11 Aksu, G., & Güzeller, C. O. (2016). *Classification of PISA 2012 mathematical literacy scores using Decision-Tree Method: Turkey sampling*. *Egitim ve Bilim*, 41(185), 101–122.
- 12 Bolstad, O. H. (2019). *Teaching for mathematical literacy: School leaders' and teachers' rationales*. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 93–108.
- 13 Материалы по математической грамотности // Центр оценки качества образования: [сайт]. URL: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_ml.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_ml.html)
- 14 Firdaus, Ismail Kailani, Md. Nor Bin Bakar, Bakry. (2015). *Developing Critical Thinking Skills of Students in Mathematics Learning*. *Journal of Education and Learning*. Vol. 9(3) pp. 226-236.
- 15 Алексеева Е. Е. Методические особенности формирования математической грамотности учащихся как составляющей функциональной грамотности // *Мир науки, культуры, образования*. 2020. № 4 (83). С. 214-218.
- 16 Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 20 қыркүйектегі № 469 бұйрығына 95 - қосымша

References:

- 1 Abdullaeva, N. (2022) *Inkluzivтік bilim berudің principтері negizinde tapsyrmalar құrastyrudың tiimdiligi [Effectiveness of creating tasks based on the principles of inclusive education]*. №6. 43-44. (In Kazakh)
- 2 Agybaeva, S. (2019) *Inkluzivti bilim беру zhaғdayında erekshe bilim berudi қazhet etetin bilim alushylaryның оқu zhetistikтерin бағалаудың қазirgi zhaғdayы [The current state of assessment of educational achievements of students with special education needs in the context of inclusive education] [Мәтін] / Agybaeva, Orazayeva. Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университетінің habarshysy. №1. 244-249. (In Kazakh)*
- 3 Ajdarbekova A.A., Ermekbaeva L.K., Derbisalova G.S., Samigulina Z.R. *Formirovanie social'noj kompetentnosti detej s ogranichennymi vozmozhnostjami, obuchajushhihsja v inkluzivnoj (integrirovannoj) srede [Formation of social competence of children with disabilities studying in an inclusive (integrated) environment] <http://special-edu.kz/>. (In Russian)*

- 4 Askarova, S. (2018) *Okushylardyn syni ojlaw kabiletin innovacijalyk tehnologijalar arkyly damytu* [Development of critical thinking skills of students through innovative technologies] [Matin] / Askarova, D. Kurmanbekova, *Habarshy KazMemKyzPU. №2.* 53-57. (In Kazakh)
- 5 Ennis, R.H. (1989). *A Taxonomy of critical thinking. Dispositions and abilities.* In J. B. Baron, and R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching for Thinking*, ( pp. 9-26 ). New York: Freeman.
- 6 Wijaya A. *Students' Information Literacy: A Perspective from Mathematical Literacy IndoMS Journal Mathematics Education.* 7 pp 73-83, 2016
- 7 Bakirova, Je. (2021) *Matematika sabagynda okushylardyn funkcionaldyk sauattylygyn damytu* [Development of students' functional literacy in mathematics lessons] [Matin]. Bakirova, Ashubaeva// *Vestnik akademii pedagogicheskikh nauk Kazahstana. №1.* 73-78. (In Kazakh)
- 8 Abilkasymova A.E. (2014) *Matematikany okytudyn teorijasy men adistemesi: didaktikalyk-adistemelik negizderi* [Theory and methodology of teaching mathematics: didactic and methodological foundations]. *Oku kuraly.* – Almaty: Mektep, 2014. 224. (In Kazakh)
- 9 Poyner, Adam, "Mathematical Literacy and the Secondary Student" (2018). *Senior Honors Theses.* 122. [https://scholarworks.uno.edu/honors\\_theses/122](https://scholarworks.uno.edu/honors_theses/122)
- 10 Su, H.F., Ricci, F.A., & Mnatsakanian, M. (2016). *Mathematical teaching strategies: Pathways to critical thinking and metacognition.* *Journal of Research in Education and Science (IJRES),* 2 (1), 190-200. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1105157.pdf>
- 11 Aksu, G., & Güzeller, C. O. (2016). *Classification of PISA 2012 mathematical literacy scores using Decision-Tree Method: Turkey sampling.* *Egitim ve Bilim,* 41(185), 101–122.
- 12 Bolstad, O. H. (2019). *Teaching for mathematical literacy: School leaders' and teachers' rationales.* *European Journal of Science and Mathematics Education,* 7(3), 93–108.
- 13 *Materialy po matematicheskoy gramotnosti // Centr ocenki kachestva obrazovaniya* [Materials on mathematical literacy, Center for Educational Quality Assessment]: [sajt]. URL: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_ml.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_ml.html). (In Russian)
- 14 Firdaus, Ismail Kailani, Md. Nor Bin Bakar, Bakry. (2015). *Developing Critical Thinking Skills of Students in Mathematics Learning.* *Journal of Education and Learning.* Vol. 9(3). 226-236.
- 15 Alekseeva E.E. (2020) *Metodicheskie osobennosti formirovaniya matematicheskoy gramotnosti uchashhihsya kak sostavljajushhej funkcionaloj gramotnosti* [Methodological features of developing students' mathematical literacy as a component of functional literacy]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. № 4 (83).* 214-218. (In Russian)
- 16 *Kazakhstan Respublikasy Bilim zhane zhylym ministriniñ 2018 zhylzı 20 qyrkújektegi № 469 byjryzyna 95 – qosymsha.* [Appendix 95 to the Order of the Minister of Education and Science of the Republic of Kazakhstan dated September 20, 2018 No. 469] (In Kazakh)

## ИНФОРМАТИКА COMPUTER SCIENCE

ГТАХР 20.15.05

10.51889/2959-5894.2023.84.4.015

В.А. Лахно<sup>1</sup>, М.Б. Береке<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ұлттық биоресурстар және табиғатты пайдалану университеті, Киев қ., Украина

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

\*e-mail: mdbereke@gmail.com

### УНИВЕРСИТЕТТІҢ БҰЛТТЫҚ ҚОСЫМШАЛАРЫН МАСШТАБТАУҒА АРНАЛҒАН ШЕШІМДЕРДІ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІ

*Аңдатпа*

Университеттің бұлтқа негізделген оқу ортасының (БОО) бұлтты қосымшаларды (БұлҚ) масштабтауға арналған модель және шешім қабылдау алгоритмдері ұсынылған. Модель БОО-ның жүйесінде желілік сұраныстың орындалу уақытын табуға мүмкіндік береді. Модель есептеу ядросында жүзеге асырылды – БОО-ның БұлҚ-ы немесе университеттің цифрлық бұлтқа бағытталған білім беру ортасын (ЦББО) масштабтау қажеттілігі туралы шешімді қолдау жүйесі. Адаптивті шешімдерді қабылдауды қолдау жүйесінің (ШҚҚЖ) есептеу ядросы университеттің БОО-ның ЦББО-ны масштабтау нұсқаларын талдау үшін бағалау функциясын пайдаланады. Бұл БОО-ның инфрақұрылымын ұстау құнына негізделген БұлҚ-дың тиімділігінің экономикалық бағасын алуға мүмкіндік береді. ЦББО-ның (БОО) жағдайы туралы ақпарат және мақалада ұсынылған ШҚҚЖ-нің алгоритмдері негізінде университеттің ЦББО-ның тиімділігін бағалау және реактивті масштабтау ережелері қалыптасады. Бейімделетін ШҚҚЖ үшін ұсынылған алгоритмдер университеттің ЦББО-ның бұлттық қолданбасын масштабтау бойынша икемді шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Бейімделетін ШҚҚЖ Қазақстан мен Украинаның бірқатар университеттерінде сыналды. Тестілеу нәтижелері бойынша ұсынылған шешімдердің тиімділігі туралы қорытынды жасалды.

**Түйін сөздер:** университеттің цифрлық білім беру ортасы, бұлтты технологиялар, алгоритмдер, өнімділікті бағалау, шешім қабылдау.

В.А. Лахно<sup>1</sup>, М.Б. Береке<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования, г. Киев, Украина

<sup>2</sup>Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

### СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО МАСШТАБИРОВАНИЮ ОБЛАЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ УНИВЕРСИТЕТА

*Аннотация*

Представлена модель и алгоритмы принятия решений по масштабированию облачных приложений (ОбПр) облако-ориентированной учебной среды университета (ОУС). Модель позволяет находить время выполнения сетевого запроса в ОУС. Модель были реализованы в вычислительном ядре – системы поддержки принятия решения о необходимости масштабирования ОбПр ОУС или цифровой облачной среды (ЦОС) университета. В вычислительном ядре адаптивной системы поддержки принятия решений (СППР) используется оценочная функция для анализа вариантов масштабирования ОбПр ЦОС университета. Это позволяет получить экономическую оценку эффективности ОбПр, которая основана на стоимости содержания инфраструктуры ОбПр. На основе информации о состоянии ЦОС (ОУС) и предложенных в статье алгоритмов для СППР формируются наборы правил реактивного масштабирования и оценки эффективности ЦОС университета. Предложенные алгоритмы для адаптивной СППР позволяют гибко осуществлять принятие решений о проведении

масштабирования облачного приложения ЦОС университета. Адаптивная СППР апробирована в ряде университетов Казахстана и Украины. По результатам тестирования сделан вывод о работоспособности, предложенных решений.

**Ключевые слова:** цифровая образовательная среда университета, облачные технологии, алгоритмы, оценка эффективности, принятие решений.

V.A. Lakhno<sup>1</sup>, M.B. Bereke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

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

## DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SCALING UNIVERSITY CLOUD APPLICATIONS

### Abstract

The model and algorithms of decision-making on scaling cloud applications (CIAp) of the cloud-oriented educational environment of the university (CEE) are presented. The model allows you to find the execution time of a network request in the CEE. The model was implemented in the computing core – a decision support system for the need to scale the CEE of the CEE or the digital cloud environment (DCE) of the university. The computational core of the Adaptive Decision Support System (DSS) uses an evaluation function to analyze the scaling options of the DSS of the University's DCE. This makes it possible to obtain an economic assessment of the effectiveness of the CIAp, which is based on the cost of maintaining the infrastructure of the CIAp. Based on the information about the state of the DCE and the algorithms proposed in the article for the DSS, sets of rules for reactive scaling and evaluating the effectiveness of the university's DCE are formed. The proposed algorithms for adaptive DSS allow flexible decision-making on the scaling of the university's DCE cloud application. Adaptive DSS has been tested in a number of universities in Kazakhstan and Ukraine. Based on the test results, a conclusion was made about the operability of the proposed solutions.

**Keywords:** digital educational environment of the university, cloud technologies, algorithms, performance evaluation, decision making.

### Кіріспе

Бұлтты технологиялар мен есептеулерді қолдану жетекші университеттердің күнделікті тәжірибесіне айналды [1, 2]. Бұл серверлік инфрақұрылымды қолдауды айтарлықтай жеңілдетуге, қолданбаларды ашылу және орналасу жылдамдығын арттыруға, сондай-ақ бұлтты қосымшаларды (БҚ) ауыстырылатын шындыры бар олардың жүктеу режимдеріне бейімдеуге мүмкіндік берді. Бұлтты қосымшаны (қолданбаларды) пайдаланудың біркелкі емес қарқындылығы университеттің немесе басқа оқу орнының бұлтты инфрақұрылымының жұмысын қолдау үшін бөлінген есептеу ресурстарын оңтайландыру міндеттерінің өзектілігін анықтайды. Бұл мәселе бұлттық қолданбаларды масштабтау арқылы шешіледі. Бұл процедура университеттің цифрлық білім беру ортасының (ЦББО) бұлтының жай-күйін бағалау негізінде жүзеге асырылады, ол бөлінген есептеу ресурстарының көлемін және қызметтердің жүктемесін, мысалы, үлкен университеттің, икемді түрде бейімдеуге мүмкіндік береді.

Бұл БҚ-ды масштабтау жүйелері негізінен реактивті масштабтауды пайдаланады [3, 4]. Яғни, қолда бар есептеу ресурстарын пайдаланудың белгілі бір шегіне жеткенде есептеу қуатының ұлғаюы немесе төмендеуі жоспарланбайды. Бұл тәсіл жалпы тиімді, бірақ қысқа және жиі жүктеме шындыры жағдайында, мысалы, студенттердің көп санын тестілеу кезінде немесе бұлтта орналасқан қашықтықтан білім беру жүйелеріндегі ең жоғары жүктеме кезеңінде масштабтау процесінің басталуы мен есептеу ресурстарын бөлу арасындағы уақыт аралығындағы БҚ жұмысында (мысалы, Moodle, Classroom және т.б.) проблемалар туындайды. Мұндай кемшілікті болдырмау үшін БҚ-ның жүктеме қарқындылығының болжамына негізделген болжамды масштабтау қолданылады. Мұндай болжамды уақыттық қатарларды болжау әдістерін қолдану арқылы құруға болады, оларды БҚ-ға келетін желілік сұраулардың уақыттық қатарына қолдану. Бұл ретте БҚ-ның жүктемесінің ықтимал шындыры туралы ақпарат болжамының дәлдігін БҚ орналасқан күйге байланысты тиісті әдістермен жақсарту үшін пайдаланылуы мүмкін. Көптеген заманауи жүйелер реактивті ережелерге негізделген тек көлденең масштабтауды қолданады. Көлденең және тік масштабтауды

реактивті ережелерді де, БҚ-дың күйін болжауды да пайдалана отырып біріктіру серверлік инфрақұрылымның ықтимал күйлерінің санын және университеттің бұлтты инфрақұрылымын немесе оның қашықтықтан оқыту жүйесін масштабтау тиімділігін арттырады.

Осылайша, жұмыс жүктемесінің өзгеруіне жауап беру уақытын қысқарту және университеттің ЦББО-ның БҚ-ы жұмыс істеу тиімділігін арттыру мақсатында БҚ-ның жағдайын болжау үлгілерін пайдалана отырып, БҚ-ны масштабтау үшін жаңа үлгілер мен ақпараттық технологияларды әзірлеу міндеті өзекті болып табылады.

Осы мәселе бойынша зерттеулерді талдау көрсеткендей [4-11], БҚ-ға автоматтандырылған масштабтаудың ең кең тараған тәсілдері реактивті масштабтауға және жоспарланған масштабтауға негізделген әдістер, модельдер және технологиялар [1] болып табылады. Алайда, бұл әдістердің кемшілігі университеттің ЦББО-да БҚ қайта іске қосылғанға дейін масштабтаудың мүмкін еместігі және кестенің мүмкін дәлсіздіктері болып табылады. Осылайша, бұл тәсілдер университеттің ЦББО-на арналған БҚ-ның жұмыс істеуі үшін кейбір жағдайларда тиімсіз.

### **Зерттеудің мақсаты мен міндеттері**

Жұмыстың мақсаты – университеттің цифрлық білім беру ортасының бұлтты қосымшаларын масштабтау үшін шешім қабылдауды қолдау жүйесінің есептеуіш ядросының моделі мен алгоритмдерін әзірлеу.

### **Мақаланың негізгі материалы**

Мәселенің тұжырымы. Университеттің ЦББО-да БҚ инфрақұрылымының ағымдағы жағдайы  $\langle S, N, P \rangle$  – болсын, онда  $S$  – виртуалды машинаның (ВМ) өлшемі,  $N$  – бөлінген виртуалды машиналар саны,  $P$  – 1 минуттағы ВМ құрамы. Сонымен қатар,  $X$  – келесі  $h$  минуттардағы желілік сұраулар санының болжамдарының векторы;  $\tau_{sc}$  – соңғы БҚ-ны масштабтаудан бергі уақыт;  $G$  – университеттің ЦББО-ның БҚ-дағы инфрақұрылымдық күй графигі;  $t_r$  – жаңа масштабтау орындалмайтын БҚ-ның масштабтаудан кейінгі уақыт кезеңі;  $C$  – университеттегі ЦББО-дағы БҚ-ның әртүрлі күйлері үшін орташа желілік сұранысты орындау уақыты туралы ақпарат.

$e = \langle S', \Delta N \rangle$  университеттің ЦББО-дағы БҚ-ның жағдайы туралы деректерге сүйене отырып, масштабтау туралы шешімді қайтаратын алгоритмді құру қажет, онда  $S'$  – масштабтаудан кейінгі өлшемі;  $\Delta N$  – масштабтаудың басталуымен университеттің ЦББО-дағы БҚ-ның инфрақұрылымының жағдайына қатысты ВМ санының артуы.

Реактивті немесе проактивті масштабтау әдістерін қолдану негізінде университеттің ЦББО-дағы БҚ-сың масштабтау үшін шешім қабылдау алгоритмін енгізейік. Реактивті масштабтау – бұл масштабтаудың шұғыл қажеттілігі туындаған кезде орындалатын ережелер жиынтығы. Проактивті масштабтау университеттің ЦББО-дағы БҚ-ның жұмысының болжамы негізінде жүзеге асырылады. Дегенмен, болжам дәл болмауы мүмкін, сондықтан соңғы шешімді таңдаған кезде реактивті масштабтау әдісінің нәтижелеріне басымдық беріледі.

Алгоритмнің нәтижесі масштабтау қажеттілігі туралы шешім болып табылады. Бұл жағдайда масштабтау тік ( $N$  мәні өзгереді) немесе көлденең ( $S$  мәні өзгереді) болуы мүмкін.

Университеттің ЦББО-дағы БҚ-ды масштабтау нәтижелерін –  $e = \langle S', \Delta N \rangle$  жұбымен белгілейік. Оң мәндер жоғары масштабтауға сәйкес келеді, теріс мәндер төмен масштабтауға сәйкес келеді. Алгоритмнің нәтижесі  $\langle S, 0 \rangle$  жұп болуы мүмкін, бұл масштабтау қажеттілігінің болмауына сәйкес келеді. Біз мұндай нәтиже бос масштабтау операциясына тең деп есептейміз, яғни  $\langle S, 0 \rangle = null$ .

Университетінің ЦББО-дағы БҚ-ды масштабтауы бойынша шешім қабылдаудың адаптивті алгоритмінің жұмысы реактивті және проактивті (белсенді) масштабтау әдістерін білдіретін екі алгоритмді пайдалануға негізделген. Бұл алгоритмдердің кіріс деректері негізгі

алгоритмнің кіріс деректерінің ішкі жиындары болып табылады және олардың жұмысының нәтижесі  $\langle S^{\wedge}, \Delta N \rangle$  масштабтауды орындау шешімі болып табылады.

Алгоритм келесі қадамдардан тұрады:

1-қадам. Жұмыстың басы.

2-қадам. Университеттің ЦББО-дағы БҚ-ның жағдайы туралы ақпаратты енгізу.

3-қадам. Ағымдағы масштабтау  $e$  шешіміне реактивті масштабтау алгоритмінің нәтижесін тағайындау.

4-қадам. Егер  $e$  бос болса, 5-қадамға өту, әйтпесе 6-қадамға өту.

5-қадам. Ағымдағы масштабтау  $e$  шешіміне проактивті масштабтау алгоритмінің нәтижесін тағайындау.

6-қадам. Ағымдағы емасштабтау шешімінің мәнін шығару.

7-қадам. Аяқтау.

Алгоритмнің схемасы 1-суретте көрсетілген.

Университеттегі ЦББО-дағы БҚ-ны масштабтау туралы шешім қабылдаудың классикалық тәсілі реактивті масштабтау әдісін қолдану болып табылады. Бұл әдіс масштабтау орын алатын жады мен процессорды пайдалану шегін анықтауды қамтиды [3]. Бұл масштабтау әдісін статикалық шекті әдіс деп те атайды [4]. Реактивті масштабтау әдісінің ядросы  $r \in R$  ережелерінің жиынтығы болып табылады:

$$\text{if } X_r | t > t_b, \text{ кейін} \\ \text{масштабтауды орындау } \langle f_r(S), \Delta N \rangle, t_{br} \leftarrow t + \Delta t,$$

мұндағы  $t$  – уақыттың ағымдағы сәті,  $t_{br} = \tau_{sc} + \Delta t$  – соңғы масштабтау операциясынан кейін тұрақтандыру кезеңі аяқталатын уақыт сәті,  $\Delta t$  – масштабтаудан кейінгі демалыс кезеңі, бұл уақытта университеттің ЦББО-дағы БҚ-да жаңа масштабтау операцияларын орындамайды. Бұл уақыт кезеңі университеттің бұлттық инфрақұрылымының конфигурациясын өзгерткеннен кейін БҚ жүктеме көрсеткіштерін сақтауды бастау үшін қажет,  $f_r$  – функция ағымдағы ВМ өлшеміне негізделген. Бұл функция қажетті ВМ өлшемін қайтарады. Масштабтау шарты  $(S', X_r)$  – келесідей болуы мүмкін (Сурет 1).

Масштабты жоғарылату және азайту үшін көп жағдайда [3, 4] ережелер жұпта құрылады. Ережелерді құру кезінде бұлтты қосымшаны орналастырудың (хостинг) шектеулерін ескеру қажет: ВМ саны мен өлшемі рұқсат етілген шектерде екеніне көз жеткізу, университеттің ЦББО-дағы БҚ инфрақұрылымының күй графигінде жоқ өтулерді пайдаланбау және т.б. Мұның бәрі  $X_r$  ережелерінің шарттарының күрделенуіне әкеледі.

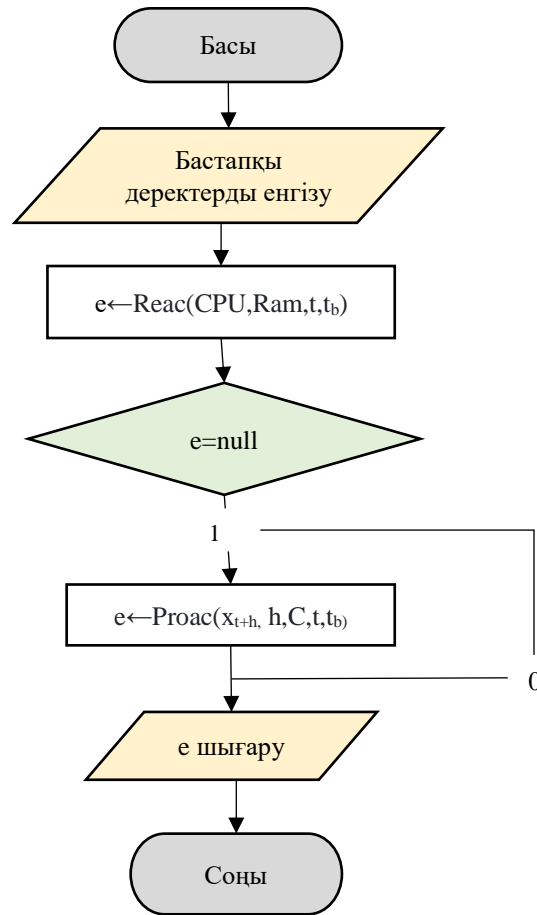
Реактивті масштабтауды орындау кезінде ВМ санының тербеліс мүмкіндігін ескеру қажет. Бұл жағымсыз әсерді болдырмау үшін масштабтау ережелерінің шекті көрсеткіштерді мұқият таңдау керек. Әдіс бір реттік жүктеме шындарына жауап ретінде масштабтау командасын бермеу үшін  $X_r$  ережелер жағдайында соңғы бірнеше уақыт қадамдары үшін орташа көрсеткіштер қолданылады. Дәл осы мақсат үшін әдістің кейбір сорттары  $X_r$  шарт бірнеше қадаммен дәйекті түрде орындалса ғана масштабтау командасы береді.

Жүйе ресурстарын пайдалану деңгейіне байланысты емес белгілі бір уақытта орындалатын Ережелер жинағына шарттары бар ережелерді қосуға болады. Мұндай ережелер оқиғалар қарсаңында университеттің ЦББО-дағы БҚ жүктемесін арттыратын масштабтауды орындауға мүмкіндік береді. Бұл, мысалы, бағалау кезеңдері және сессия. Шығындарды азайту үшін хостингтің баға саясатын ескере отырып, ережелерге өзгертулер енгізуге болады. Мысалы, уақытқа негізделген есепшотпен университеттің ЦББО-да БҚ масштабын кеңейту операциясынан кейін бір сағат ішінде кішірейту мағынасы жоқ.

Периодты жүктеме шындары бар ЖОО-ның ЦББО-дағы БҚ-ге қатысты реактивті масштабтау әдісін қолданудың негізгі артықшылықтары - әдісті енгізудің қарапайымдылығы,



оның жоғары жылдамдығы және инфрақұрылым туралы қосымша ақпарат жинамай-ақ жұмысты бастау мүмкіндігі болып табылады.



Сурет 1. ЦББО БҚ масштабтау бойынша шешімдер қабылдау алгоритмі

Әдістің шектеулері оның атауында көрсетілген реактивті табиғатты қамтиды. Масштабтау командасы ресурстардың жетіспеушілігі анықталған кезде ғана беруге болады, ал жаңа ресурстар бөлінген кезде бұлтты қолданбаның жұмысы қалыпты емес режимде орын алуы мүмкін. Сондай-ақ, күрделі процедура - бұл  $(r)$  ережелерде шекті мәндерді орнату, сондай-ақ  $\langle S', \Delta N \rangle$  масштабтау әрекетін таңдау. Комбинациялардың көп болуына байланысты оңтайлы шешімді таңдау тривиальды емес тапсырма екенін ескеру керек.

Белгілі бір инфрақұрылымда университеттің ЦББО-дағы БҚ жұмысы туралы қосымша білімсіз әдісті қолдану мүмкіндігі сипатталған әдісті неғұрлым күрделі масштабтау әдістерінің резерві ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Жеке ресурстарды пайдалана отырып, масштабтау туралы шешім қабылдау мүмкін болмаса, реактивті масштабтау әдісінің нәтижелерін пайдалануға болады.

Университеттің ЦББО-дағы бұлтты қолданбасының инфрақұрылымының күй графигінен  $\langle S_i, N_i, P_i \rangle$  күйі болған жағдайда,  $d(i)$  масштабтау опциялары бар, мұндағы  $d$  – функция граф шыңының дәрежесін қайтарады. Бқтималь масштабтау опцияларының жиынын  $E_i$  деп белгілейміз. Оңтайлы масштабтау опциясын таңдау үшін  $G(e), e \in E_i$  бағалау функциясының мәнін келесідей есептейміз:

$$G(e) = Pl_{inf} \quad (1)$$

$P_{inf}$  келесі  $t_r$  минуттарда университеттің ЦББО БҚ инфрақұрылымын ұстау құны,  $P_l$  – бір пайдаланушыны жоғалту құны,  $k$  – келесі  $t_r$  кезеңдерде бұлтты қолданбаның шамадан тыс жүктелуіне байланысты жоғалған пайдаланушылар саны,  $e$  – университеттің ЦББО-дағы БҚ инфрақұрылымының күй графының доғасы -  $(\langle S_i, N_i, P_i \rangle, \langle S_j, N_j, P_j \rangle, t_{ij})$ .

ЖОО-ның ЦББО-дағы БҚ инфрақұрылымын ұстау құны - масштабтау аяқталғанға дейін және оның аяқталғаннан кейінгі қызмет көрсету құнының сомасы ретінде айқындалады. Шарттардың әрқайсысы  $t_r - t_{ij}$  және  $t_{ij}$  минуттар саны үшін  $P$  бір минутқа тарифтің мәні ретінде есептеледі:

$$Pj_{ij}(t_r - t_{ij})_{inf} \quad (2)$$

Университеттің ЦББО-дағы БҚ жүктемесінің шамадан тыс жүктелуіне байланысты жоғалған пайдаланушылар саны келесідей есептеледі:

$$k = \sum_{t=1}^{t_r} v_t \cdot q_l(t), \quad (3)$$

мұндағы  $v_t - (t; t + 1)$  уақыт кезеңіндегі университеттің ЦББО-дағы БҚ пайдаланушыларының саны,  $q_l(t)$  – пайдаланушының ЦББО-дағы БҚ пайдалануын тоқтату ықтималдығы. (2) және (3) өрнектерді (1) орнына қойып, бағалау функциясын есептеу үшін егжей-тегжейлі өрнек аламыз.

$$G(e) = P_j \cdot t_{ij} + P_j \cdot (t_r - t_{ij}) + P_l \cdot \sum_{t=1}^{t_r} v \cdot q_l(t). \quad (4)$$

Пайдаланушыны жоғалту ықтималдығын анықтау үшін  $q_l$  пайдаланушыны жоғалту ықтималдығының  $F(\tau)$  желілік сұранысты орындауға кететін уақытқа тәуелділігін білдіретін ықтималдықты бөлу функциясын қолданамыз. Университеттің ЦББО -дағы БҚ жауабын күту кезінде пайдаланушыны жоғалту ықтималдығы уақыт өткен сайын артады. Зерттеулер [4–6] пайдаланушылар саны  $\tau > 2$  sec төмендей бастайтынын көрсетеді.

ЦББО-дағы БҚ бір желілік сұранысының орындалу уақытына сәйкес келетін кездейсоқ шаманы  $R$  деп белгілейік.  $R$  статистикалық сипаттамалар белгілі бір уақыттағы БҚ-ның жұмыс жүктемесіне және БҚ инфрақұрылымының күйіне байланысты болады.  $M(R)$  желі сұранысының орындалу уақытының математикалық күтуі арқылы пайдаланушыны жоғалту ықтималдығын анықтайық.

$$q_l(t) = F(M(R_{j,\tau})). \quad (5)$$

Бұл жағдайда  $t_{ij} \leq h$  және (5) ескере отырып, (3) өрнек келесі түрде ұсынылуы мүмкін:

$$k = \sum_{t=1}^{t_{ij}} v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + \sum_{t=t_{ij}+1}^h v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + \sum_{t=h+1}^{t_r} v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})). \quad (6)$$

Желілік сұраулар санының болжамы  $h$  қадам алға жасалғанын ескере отырып,  $[h; t_r)$  уақыт аралығы үшін  $v_t$  және  $R$  мәндерін анықтау қажет. Біз осы уақыт аралығы үшін  $h$  уақыт моменті үшін болжамды қолданамыз, содан кейін (6) тармағының соңғы мүшесінің туындысы ұсынылуы мүмкін:

$$k = \sum_{t=1}^{t_{ij}} v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + \sum_{t=t_{ij}+1}^h v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + (t_r - h) \cdot v_h \cdot F(M(R_{j,\tau})) \quad (7)$$

Осылайша, (4) өрнекті (7) қатынас арқылы егжей-тегжейлі көрсетуге болады:

$$G(e)|_{t_{ij} \leq h} = P_j \cdot t_{ij} + P_j \cdot (t_r - t_{ij}) + P_l \cdot \left( \sum_{t=1}^{t_{ij}} v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + \sum_{t=t_{ij}+1}^h v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + (t_r - h) \cdot v_h \cdot F(M(R_{j,\tau})) \right) \quad (8)$$

$t_{ij} > h$  ұқсас түрлендірулер келесі нәтижелерге әкелетін жағдайда:

$$k = \sum_{t=1}^h v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + (t_{ij} - h) \cdot v_h \cdot F(M(R_{j,\tau})) + (t_r - t_{ij}) \cdot v_h \cdot F(M(R_{j,\tau})) \quad (9)$$

$$G(e)|_{t_{ij} > h} = P_j \cdot t_{ij} + P_j \cdot (t_r - t_{ij}) + P_l \cdot \left( \sum_{t=1}^h v_t \cdot F(M(R_{j,\tau})) + (t_{ij} - h) \cdot v_h \cdot F(M(R_{j,h})) + (t_r - t_{ij}) \cdot v_h \cdot F(M(R_{j,h})) \right) \quad (10)$$

Осылайша, университеттің ЦББО-дағы БҚ-ны пайдаланушылар санының болжамы және орташа желілік сұраныстың орындалу уақыты негізінде,  $t$  уақытында  $e \in E_i$  БҚ-ны масштабтаудың барлық мүмкін тәсілдері үшін бағалау функциясының мәнін есептеуге болады. Таңдалған масштабтау опциясы ретінде бағалаушының ең кіші мәні бар масштабтау әдісі пайдаланылады.

Шешім қабылдау жүйелеріндегі масштабтау ережесінің жазбасы келесідей болады:

$$\begin{aligned} & \text{if } t > t_b \text{ кейін} \\ & \text{масштабтауды орындау } e | G(e_{min}) \min G(e) |_{min} \\ & \text{if } e' i b_{min_{min}} \end{aligned} \quad (11)$$

мұндағы  $t$  – ағымдағы уақыт нүктесі,  $t_b$  – соңғы масштабтау операциясынан кейін тұрақтандыру кезеңі аяқталатын уақыт нүктесі,  $\Delta t$  – университеттің ЦББО-дағы БҚ-ны масштабтаудан кейінгі демалыс уақыты, оның барысында жаңа масштабтау операциялары орындалмайды.

Университеттің ЦББО-дағы БҚ масштабтау тиімділігін бағалау функциясының мәнін анықтау үшін минутына БҚ-ны пайдаланушылар саны және желілік сұранысты орындаудың орташа уақыты туралы ақпарат болуы қажет. ШҚҚЖ есептеуіш ядросының көмегімен біз желілік сұраныстар санының болжамы және ЦББО-дағы БҚ университеттің жұмысы туралы статистикалық ақпарат негізінде осы мәндердің болжамын құрастырамыз [11, 12].

Желілік сұраулар санының пайдаланушылар саны көп бірегей пайдаланушылар санына қатынасы белгілі бір БҚ үшін тұрақты мән болып табылады [7,8]. Сондықтан  $v_t$  пайдаланушылар санының болжамын келесідей есептеуге болады [13]:

$$v_t = x_t \cdot \psi_u, \quad (12)$$

мұндағы  $x_t$  – белгілі бір  $t$  уақыт аралығындағы желілік сұраулар санының болжамы,  $\psi_u$  – белгілі бір БҚ үшін уақыт бірлігіне бір пайдаланушының сұрауларының жиілігін көрсететін коэффициент.  $\psi_u$  коэффициентінің мәні университеттің ЦББО-дағы БҚ жұмысы кезінде бірегей пайдаланушылар саны мен желілік сұраныстардың саны туралы статистикалық мәліметтерді мерзімді түрде жинау арқылы анықталады. Уақыт бірлігіне желілік сұраныстардың санына негізделген желілік сұраныстың орындалу уақытын болжау үшін

бөлінген есептеу қуаты туралы ақпарат болуы қажет. Мұндай ақпарат  $\langle S, N, P \rangle$  университетінің ЦББО-дағы БҚ инфрақұрылымының сипаттамасында, атап айтқанда ВМ-ның өлшемдері  $S$  және олардың саны  $N$  қамтылған.  $x, S$  және  $N$  айнымалы мәндерінің мүмкін комбинацияларын бұлтты қолданбаның күй гиперкубын қолданып көрсетейік [9, 10, 14]. Мұндай гиперкубтың өлшемдерінің саны үш, ұяшықтар жиымды сақтайды және оның әрбір элементі жеке желілік сұраудың орындалу уақытын көрсетеді. Ұяшықта сонымен қатар массив элементтерінің орташа мәні сақталады. Бұл ұсыну есептеулерді жылдамдатады. Гиперкуб ұяшықтарының санын азайту және болжауды жеңілдету үшін [9,11,13,14], оның мәндерінің диапазонын 3-10 сегментке бөліп, хайнымалыны дискреттеу қажет.

Желі сұрауының орташа уақытында деректерді сақтау үшін гиперкубты пайдаланудың артықшылығы - бұл БҚ-ның күйін сипаттайтын ұяшықта ақпарат болмаған жағдайда көрші ұяшықтардан ақпаратты пайдалануға мүмкіндік беретін мәліметтерді ретке келтіру мүмкіндігі.

Гиперкуб өлшемдерінің бірінің бойымен жылжу кезінде желілік сұранысты орындау уақытының өсуі сызықты түрде өзгереді жағдайда, ШҚҚЖ-ге желілік сұраныстың орындалу уақытын анықтау алгоритмін енгізуге болады. Бұл алгоритм сызықтық интерполяция көмегімен гиперкубтың бос ұяшықтары туралы ақпаратты толықтыруға мүмкіндік береді.

1-қадам. Жұмысты бастау.

2-қадам. БҚ  $(k_S, k_N, k_x)$  күйлерінің гиперкубының өлшемі, оның ұяшықтарының мәндерінің жиыны  $(C)$  және мақсатты күй  $(iS, iN, ix)$ , сондай-ақ  $z$  іздеу тереңдігі туралы ақпаратты енгізу.

3-қадам. Егер  $(C_{iS, iN, ix})$  мәні болса, 4-қадамға өту, әйтпесе 5-қадамға өту.

4-қадам.  $(C_{iS, iN, ix})$  шығару, 13-қадамға өту.

5-қадам. 1-ден  $z$  аралығындағы  $j$  үшін 6 - 11-қадамдарды орындау.

6-қадам. Егер  $(C_{iS-j, iN, ix})$  бар болса және мәні болса және  $(C_{iS+j, iN, ix})$  бар және мәні болса, 7-қадамға өту, әйтпесе 8-қадамға өту.

7-қадам.  $[(C_{iS-j, iN, ix} + C_{iS+j, iN, ix})/2]$  шығару, 13-қадамға өту.

8-қадам. Егер  $(C_{iS, iN-j, ix})$  бар болса және мәні болса және  $(C_{iS, iN+j, ix})$  бар және мәні болса, 9-қадамға өту, әйтпесе 10-қадамға өту.

9-қадам.  $[(C_{iS, iN-j, ix} + C_{iS, iN+j, ix})/2]$  шығару, 13-қадамға өту.

10-қадам. Егер  $(C_{iS, iN, ix-j})$  бар болса және мәні болса және  $(C_{iS, iN, ix+j})$  бар және мәні болса, 11-қадамға өту, әйтпесе 5-қадамға өту.

11-қадам.  $[(C_{iS, iN, ix-j} + C_{iS, iN, ix+j})/2]$  шығару, 13-қадамға өту.

12-қадам. Анықталмаған нәтижені көрсету.

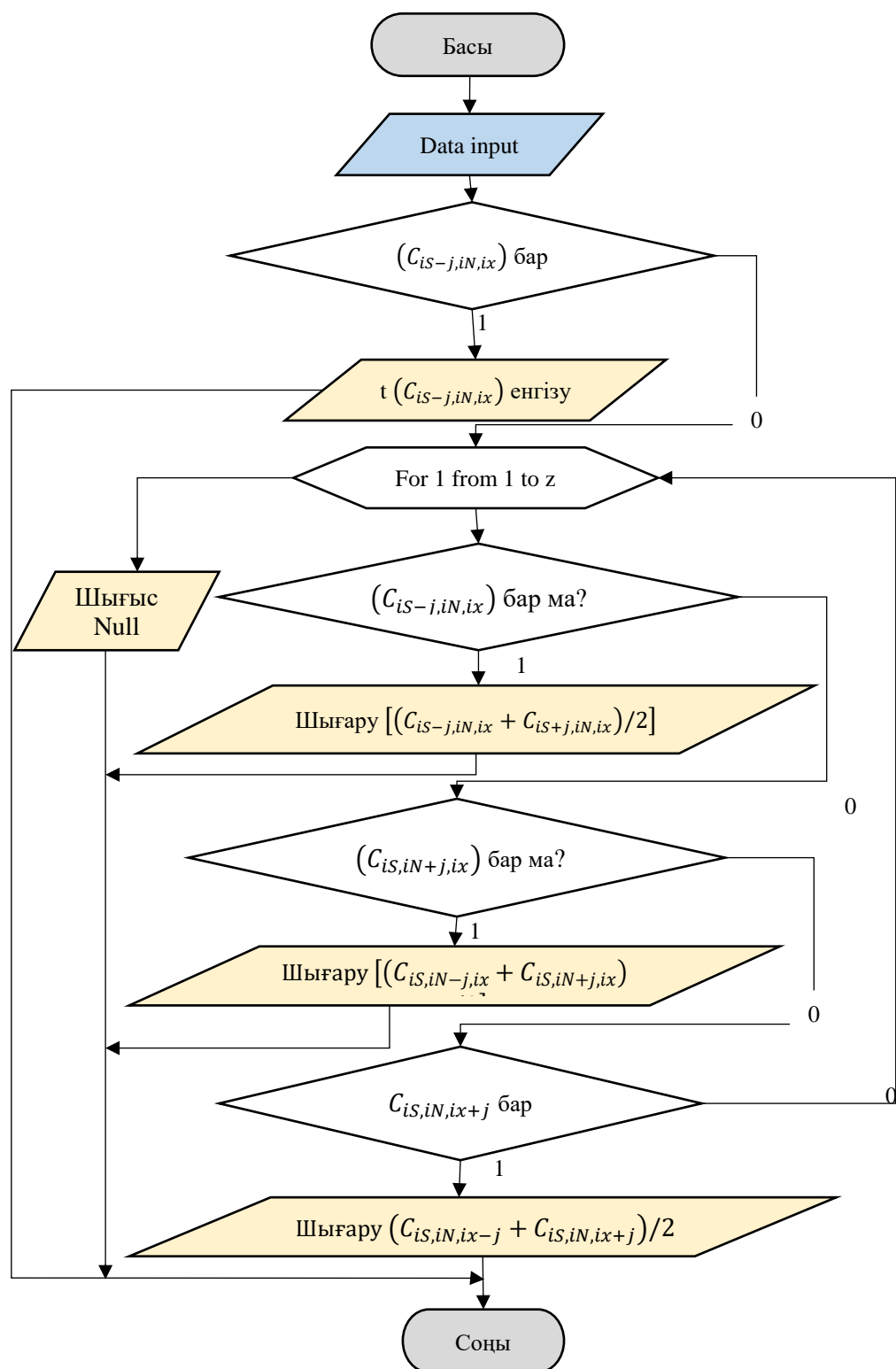
13-қадам. Аяқтау.

Желілік сұраныстың орындалу уақытын анықтау алгоритмінің схемасы 2-суретте көрсетілген.  $z$  айнымалысын енгізу арқылы алгоритм мәндері белгісіз гиперкуб ұяшықтарына негізделген болжам жасауға мүмкіндік береді.

Университеттің ЦББО-дағы БҚ-ды масштабтауды мақалада сипатталған модель және шешім қабылдау алгоритмдері, сондай-ақ университеттегі ЦББО-дағы БҚ-ны масштабтау қажеттілігі туралы шешімдерді қолдау жүйесі - желілік сұраныстың орындалу уақытын анықтау бағдарламалық өнімде жүзеге асырылды.

Бейімделетін ШҚҚЖ есептеуіш ядросында университеттің ЦББО-дағы БҚ-ны масштабтау нұсқаларын талдау үшін бағалау функциясы пайдаланылады. Бұл БҚ инфрақұрылымын ұстауға жұмсалатын шығындарға негізделген БҚ тиімділігінің экономикалық бағасын алуға мүмкіндік береді. Бейімделетін ШҚҚЖ Қазақстанның (Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті (ҚазҰПУ), Есенов университеті) және Украинаның (Украинаның Ұлттық биоресурстар және табиғатты пайдалану университеті) бірқатар университеттерінде сынақтан өтті. ШҚҚЖ тестілеу көрсеткендей, оны пайдалану университеттің цифрлық білім

беру ортасының бұлтты қосымшаларын масштабтау қажеттілігі туралы болжамдардың дәлдігін 12-15% арттыруға мүмкіндік береді.



Сурет 2. ЖОО-ның ЦББО-дағы БҚ-де желілік сұраныстың орындалу уақытын анықтау алгоритмі

## Қорытынды

Осылайша, университеттің цифрлық білім беру ортасының (ЦББО) бұлтты қолданбасының жай-күйі туралы ақпарат негізінде реактивті масштабтау ережелері мен өнімділікті бағалау жиынтығына негізделген алгоритм жасалды. Ұсынылған алгоритм университеттің университеттің цифрлық білім беру ортасының бұлтты қосымшасын масштабтау бойынша шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Тиімділіктің экономикалық бағасын алуға мүмкіндік беретін масштабтау нұсқаларын талдау үшін бағалау функциясының моделі әзірленді. Бұл бағалау бұлтты қолданбаның инфрақұрылымын ұстау құнына, сондай-ақ оның кептелуіне байланысты бұлтты қолданбаны пайдалануға мәжбүр болған пайдаланушылар санын бағалауға негізделген. Әзірленген алгоритм тек университеттер үшін ғана емес, сонымен қатар басқа ақпараттандыру объектілері үшін де бұлтты қосымшаларды масштабтау үшін шешімдер қабылдауды қолдаудың адаптивті жүйесі үшін интегралды ақпараттық технология ретінде пайдаланылуы мүмкін.

*Зерттеу ИРН АР19678846 «Цифрлық трансформация жағдайында жоғары оқу орындарының инфрақұрылымын дамыту негізінде оқу процесін ұйымдастырудың гибриді және қашықтықтан нысандарының тиімділігін арттыру» жобасы бойынша гранттық қаржыландыру шеңберінде жүзеге асырылды.*

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Yang, S., Huang, Y. (2017) *Teaching Application of Computer Multimedia Cloud Sharing Technology in Hand-painted Performance Course in Colleges and Universities. In International Conference on Education Innovation and Social Science (ICEISS). Atlantis Press.*
- 2 Liu, S., Zeng, W., Li, Y. (2016) *Study on the Preliminary Construction of the Cloud of Mental Health Education in Chinese Colleges and Universities. In 2016 International Conference on Public Management. Atlantis Press.*
- 3 Lorido-Botran, T. *Auto-scaling techniques for elastic applications in cloud. Department of Computer Architecture and Technology, University of Basque Country, Tech. Rep. – EHU-KAT-IK-09, № 12.*
- 4 *RightScale Cloud Management. <http://www.rightscale.com/>.*
- 5 *How a Slow Website Impacts Your Visitors and Sales. <http://www.peer1.com/knowledgebase/how-slow-website-impacts-your-visitors-and-sales>.*
- 6 Nah, F.F.H. (2004) *A study on tolerable waiting time: how long are Web users willing to wait? Behaviour & Information Technology, 23(3), pp. 153-163.*
- 7 *How Loading Time Affects Your Bottom Line , <https://blog.kissmetrics.com/loading-time/>.*
- 8 Menasce, D. (2002) *Load testing of web sites. Internet Computing, 6(4), pp. 70-74.*
- 9 Tamimi, A. A., Dawood, R., Sadaqa, L. (2019) *Disaster Recovery Techniques in Cloud Computing. In 2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT), pp. 845-850.*
- 10 Duncan, B., Happe, A., Bratterud, A., Sen, J. (2017) *Cloud Cyber Security: Finding an Effective Approach with Unikernels. Security in Computing and Communications; IntechOpen: London, UK, 31.*
- 11 Akinsanya, O. O., Papadaki, M., Sun, L. (2019) *Current Cybersecurity Maturity Models: How Effective in Healthcare Cloud. In CERC, pp. 211–222.*
- 12 Srinivasan, S., Raja, K. (2018) *An Advanced Dynamic Authentic Security Method for Cloud Computing. In Cyber Security, Springer, Singapore, pp. 143–152.*
- 13 MacLennan, J., Tang H., Crivat B. (2008) *Data Mining with Microsoft SQL Server, 672 pages. – ISBN: 978-0-470-27774-4.*
- 14 Савчук Т. О., Козачук А. В. (2014) *Визначення достаточності використання багатовимірного підходу до прогнозування стану тэногенно. Вимирювална та обчислювална тэника в тэнологичних процесях, Хмельницький, 2(47), pp 179-182), pp 179-182.*

Reference:

- 1 Yang, S., Huang, Y. (2017) *Teaching Application of Computer Multimedia Cloud Sharing Technology in Hand-painted Performance Course in Colleges and Universities. In International Conference on Education Innovation and Social Science (ICEISS). Atlantis Press.*
- 2 Liu, S., Zeng, W., Li, Y. (2016) *Study on the Preliminary Construction of the Cloud of Mental Health Education in Chinese Colleges and Universities. In 2016 International Conference on Public Management. Atlantis Press.*
- 3 Lorido-Botran, T. *Auto-scaling techniques for elastic applications in cloud. Department of Computer Architecture and Technology, University of Basque Country, Tech. Rep. – EHU-KAT-IK-09, № 12.*
- 4 RightScale Cloud Management. <http://www.rightscale.com/>.
- 5 *How a Slow Website Impacts Your Visitors and Sales.* <http://www.peer1.com/knowledgebase/how-slow-website-impacts-your-visitors-and-sales>.
- 6 Nah, F.F.H. (2004) *A study on tolerable waiting time: how long are Web users willing to wait? Behaviour & Information Technology*, 23(3), pp. 153-163.
- 7 *How Loading Time Affects Your Bottom Line*, <https://blog.kissmetrics.com/loading-time/>.
- 8 Menasce, D. (2002) *Load testing of web sites. Internet Computing*, 6(4), pp. 70-74.
- 9 Tamimi, A. A., Dawood, R., Sadaqa, L. (2019) *Disaster Recovery Techniques in Cloud Computing. In 2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT)*, pp. 845-850.
- 10 Duncan, B., Happe, A., Bratterud, A., Sen, J. (2017) *Cloud Cyber Security: Finding an Effective Approach with Unikernels. Security in Computing and Communications; IntechOpen: London, UK*, 31.
- 11 Akinsanya, O. O., Papadaki, M., Sun, L. (2019) *Current Cybersecurity Maturity Models: How Effective in Healthcare Cloud. In CERC*, pp. 211–222.
- 12 Srinivasan, S., Raja, K. (2018) *An Advanced Dynamic Authentic Security Method for Cloud Computing. In Cyber Security*, Springer, Singapore, pp. 143–152.
- 13 MacLennan, J., Tang H., Crivat B. (2008) *Data Mining with Microsoft SQL Server*, 672 pages. – ISBN: 978-0-470-27774-4.
- 14 Savchuk T. O., Kozachuk A. V. (2014) *Viznachennya dotsilnosti vikoristannya bagatovimirnogo pidhodu do prognovannya stanu tehnogenno. Vimiryuvalna ta obchislyuvalna tehnika v tehnologichnih protsesah, Hmelniyskiy*, 2(47), pp 179-182. (in Ukrainian)

*С.Т. Мамбетов<sup>1\*</sup>, Е.Е. Бегимбаева<sup>1,2</sup>, А.К. Хикметов<sup>3</sup>,  
С.К. Джолдасбаев<sup>3</sup>, Г.Н. Казбекова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>2</sup>*Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,  
Алматы қ., Қазақстан*

<sup>3</sup>*Халықаралық Ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>4</sup>*Қожа Ахмет Яссауи атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті,  
Түркістан қ., Қазақстан*

*\*e-mail: mambetov.saken@gmail.com*

## ХАКЕРЛІК ИНТЕРНЕТ-ФОРУМДАРДЫ СЕНТИМЕНТ-ТАЛДАУ

### *Аңдатпа*

Бұл мақала хакерлік интернет форумдар контекстінде сентимент талдау әдістеріне шолу мен зерттеуді ұсынады. Хакерлік форумдар компьютерлік қауіпсіздік туралы ақпарат пен тәжірибе алмасуға арналған алаң болып табылады және мұндай форумдардағы хабарламалардың эмоционалды бояуын талдау хакерлік қауымдастықтар мен олардың қызметін зерттеу үшін пайдалы түсініктер бере алады. Мақалада әртүрлі әдістер мен тәсілдер қарастырылады. Қарастырылған әдістерге сентимент сөздігі арқылы, машиналық оқыту, эмоцияларды талдау, сондай-ақ осы тәсілдерді біріктіретін гибриді модельдер жатады. Әр әдістің принциптері мен әдістемелері, сондай-ақ олардың артықшылықтары мен шектеулері егжей-тегжейлі сипатталған. Мақалада хакерлік форумдарға сентимент талдауын қолдану кезінде алынған нәтижелер мен қорытындылар талқыланады. Зерттеу нәтижелері хакерлер қауымдастығындағы эмоционалды компонентті жақсырақ түсінуге, трендтер мен көңіл-күйлерді анықтауға және ықтимал қауіпті әрекеттерді немесе тенденцияларды анықтауға мүмкіндік береді. Мақаланың қорытындысында жалпы қорытындылар шығарылып, хакерлік интернет форумдарды талдау саласындағы одан әрі зерттеулердің ықтимал бағыттары көрсетіледі. Сондай-ақ қауіпсіздікті арттыру және киберқылмысқа қарсы іс-қимыл мақсатында талдау нәтижелерін пайдалану бойынша ұсыныстар беріледі.

**Түйін сөздер:** сентимент талдау, интернет форумдар, киберқауіпсіздік, даркнет.

*С.Т. Мамбетов<sup>1</sup>, Е.Е. Бегимбаева<sup>1,2</sup>, А.К. Хикметов<sup>3</sup>, С.К. Джолдасбаев<sup>3</sup>, Г.Н. Казбекова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,  
г. Алматы, Казахстан*

<sup>3</sup>*Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Казахстан*

<sup>4</sup>*Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави,  
г. Туркестан, Казахстан*

## СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗ ХАКЕРСКИХ ИНТЕРНЕТ-ФОРУМОВ

### *Аннотация*

В статье представлен обзор и исследование методов анализа настроений в контексте взлома интернет-форумов. Хакерские форумы – это форум для обмена информацией и опытом в области компьютерной безопасности, и анализ эмоциональной окраски сообщений на таких форумах может дать полезную информацию об изучении хакерских сообществ и их деятельности. В статье рассматриваются различные методы и подходы. Рассматриваемые методы включают словарь настроений, машинное обучение, анализ настроений, а также гибридные модели, объединяющие эти подходы. Подробно описаны принципы и методологии каждого метода, а также их преимущества и ограничения. Кроме того, в статье обсуждаются результаты и выводы, полученные при применении анализа настроений к хакерским форумам. Результаты исследования позволяют лучше понять эмоциональную составляющую в хакерском сообществе, выявить тенденции и настроения, выявить



потенциально опасные действия или тенденции. В конце статьи делаются общие выводы и указываются возможные направления дальнейших исследований в области анализа хакерских интернет-форумов. Также даны рекомендации по использованию результатов анализа для повышения безопасности и борьбы с киберпреступностью.

**Ключевые слова:** сентимент анализ, интернет форумы, кибербезопасность, даркнет.

*S.T. Mambetov<sup>1</sup>, Ye.Ye. Begimbayeva<sup>1,2</sup>, A.K. Khikmetov<sup>3</sup>, S.K. Joldasbayev<sup>3</sup>, G.N. Kazbekova<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>3</sup>*International University of Information Technologies, Almaty, Kazakhstan*

<sup>4</sup>*Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan*

## SENTIMENT ANALYSIS OF HACKER INTERNET FORUMS

### Abstract

This article presents an overview and study of sentiment analysis techniques in the context of hacking internet forums. Hacker forums are a forum for exchanging information and experiences about computer security, and analyzing the emotional color of messages in such forums can provide useful insights into the study of hacker communities and their activities. Various methods and approaches are considered in the article. Methods considered include sentiment dictionary, machine learning, sentiment analysis, as well as hybrid models that combine these approaches. The principles and methodologies of each method, as well as their advantages and limitations, are described in detail. In addition, the article discusses the results and conclusions obtained when applying sentiment analysis to hacking forums. The results of the research allow us to better understand the emotional component in the hacker community, identify trends and moods, and identify potentially dangerous activities or trends. At the end of the article, general conclusions are drawn and possible directions of further research in the field of analysis of hacker Internet forums are indicated. Recommendations for using the analysis results to increase security and combat cybercrime are also provided.

**Keywords:** sentimental analysis, internet forums, cybersecurity, darknet.

### Кіріспе

Қазіргі уақытта хакерлік ақпараттық қауіпсіздік саласындағы ең өзекті және маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Хакерлер жүйелерге еніп, оларды бұзу арқылы бизнес пен жеке адамдарға зиянын тигізуде. Бұл мәселемен тиімді күресу үшін хакерлердің не ойлайтынын, не сезінетінін және олар қандай стратегияларды қолданатынын түсіну қажет. Хакерлер бір-бірімен тәжірибе алмасып, әр түрлі жүйелердің осалдықтарын және сол жүйелерге қалай қауіп төндіруге болатынын талқылайтын хакерлік интернет форумдардағы пікірлерді сентимент талдау қажет болады.

Хакерлік интернет-форумдарда жазылған мәтіндердің эмоционалды бояуын талдаудың күшті құралы сентимент талдау болып табылады. Бұл әдіс хакерлік туралы оң (positive), теріс (negative) және бейтарап (neutral) пікірлерді анықтауға, сондай-ақ хакерлікке қатысты әртүрлі тақырыптардың кілті мен көзқарасын сипаттауға мүмкіндік береді.

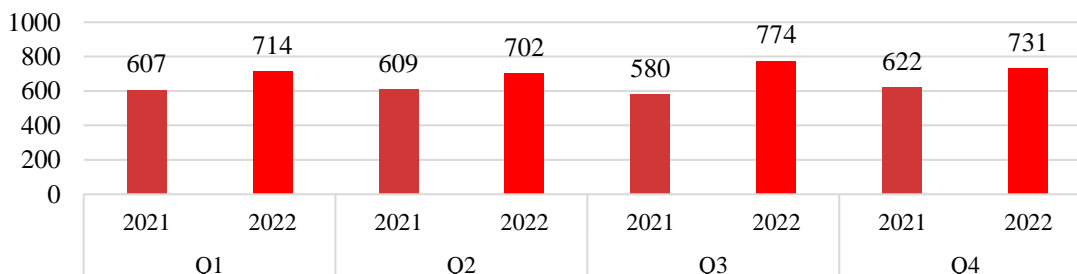
Соңғы жылдары кез-келген ақпараттық жүйелерге, жеке тұлғаларға хакерлік шабуылдар көбею үстінде. Postive Technologies интернет сайтының 2022 жылғы қорытынды мәліметіне сүйене отырып, жалпы шабуыл оқиғаларының саны 1 суретте келтірілген [1].

Бұл жұмыста хакерлік интернет-форумдардың сентимент талдауы және оны хакерлікке байланысты мәтіндердің эмоционалды бояуын талдау үшін қолдану жолдары қарастырылады. Негізгі мақсатқа жету үшін қолдануға болатын Машиналық оқыту мен табиғи тілді өңдеудің әртүрлі әдістері, сөздікке негізделген әдісі қарастырыла отырып, ақпараттық қауіпсіздік және кибершабуылдардың алдын алу саласында сентимент талдаудың нәтижелерін қолдану мүмкіндіктері де талқыланады.

Хакерлік интернет-форумдарды сентимент талдау қиын болуы мүмкін, өйткені бұл форумдар көбінесе слэнгтер мен жаргондарды пайдаланумен қатар балағат сөздерді де қамтиды. Алайда, егер біз осындай форумдардағы талқылаудың негізгі тақырыптарын ескере отырып, қатысушылардың көңіл-күйін анықтауға болады.

Мысалы, хакерлік форумдарда ақпарат қауіпсіздігі, хакерлік, осалдық тақырыптары жиі талқыланады, сонымен қатар бағдарламалауға, желілерге және т. б. қатысты техникалық мәселелер талқыланады. Осы форумдардағы хабарламаларды талдайтын болсақ, хакерлер қауымдастығындағы қауіпсіздік қатерлері қаншалықты маңызды деп саналатыны және қазіргі уақытта қандай мәселелер ең өзекті болып табылатыны туралы қорытынды жасауға болады.

2021 және 2022 жылдардағы оқиғалар саны (тоқсан бойынша)



Сурет 1. 2021 және 2022 жылдардағы оқиғалар (шабуылдар) саны

Хакерлік форумдарда интернет цензурасына, сөз бостандығына, құпиялылық құқықтарына және т.б. қатысты саяси және әлеуметтік мәселелер талқылануы да мүмкін. Алайда, хакерлік форумдарда арандату, әзіл-қалжың немесе қоғамдастықтың реакциясын тексеру мақсатында хабарламалар жиі кездесетінін де атап өткен жөн. Сондықтан мұндай форумдардың ерекшеліктерін ескере отырып, контекстті ескеру және хабарламаларды бағалау маңызды.

### Әдебиеттерге шолу

Сентимент талдау табиғи тілді өңдеудегі маңызды мәселелердің бірі болып табылады және қазіргі уақытта оны шешудің көптеген әдістері мен тәсілдері бар. Хакерлік интернет-форумдар контекстінде бұл тапсырманың өзіндік ерекшеліктері бар, өйткені мұндай форумдардағы мәтіндер жоғары дәрежеде ерекшелік пен күрделілікке ие болуы мүмкін. Осы мәселелермен айналысқан авторлардың жұмыстарына қысқаша тоқтала кетсек. Көптеген авторлар киберқауіпсіздікке қатысты мәтіндерді сентимент талдау үшін қолданылатын машиналық оқытудың әртүрлі әдістерін зерттеді. Талдау барысында авторлар әртүрлі дерек көздерінен, соның ішінде әлеуметтік желілер мен форумдардан алынған деректерді пайдаланды және Naive Bayes, Support Vector Machines (SVM) және Random Forest сияқты әртүрлі алгоритмдер арқылы қарастырды. Нәтижесінде, SVM мен Random Forest мәтіндерді оң, теріс және бейтарап деп жіктеу үшін ең жақсы дәлдікті көрсеткенін көрсетті [2].

Келесі жұмыста да авторлар хакерлік форумдарда көңіл-күйді талдауды машиналық оқытуға негізделген әдісті ұсына отырып, форумдардағы негізгі талқылау тақырыптарын бөліп көрсетеді және хабарламалардың кілтін анықтау үшін Naive Bayes сияқты жіктеу алгоритмдерін пайдаланған. Зерттеуде хакерлік форумдардағы жазбалардың көпшілігі қауіпсіздік пен хакерлік тақырыптармен байланысты теріс түске ие болып табылады [3].

Келесі мақалада авторлар хакерлік форумдарды сентимент талдауға машиналық оқыту әдістері және мұғаліммен оқытуды қолданатын аралас тәсіл ұсынады. Авторлар ұсынған әдіс хабарламалардың кілтін дәл анықтауға және талқылаудың мәнін, мәтінін ескеруге мүмкіндік береді деп көрсетеді [4].

Авторлар хакерлер тілінің лексикалық ерекшеліктерін талдап, оларды көңіл-күй мен эмоционалды бояумен байланыстыратын жұмысты атап өтуі маңызды. Зерттеу көрсеткендей, хакерлер өз хабарламаларында жаргон сөздерді, қысқартылған сөздерді және жағымсыз лексиканы жиі қолданатыны көрсетілген. Бұл наразылық пен қанағаттанбауды көрсетуі мүмкін [5].

Мақалада авторлар хакерлік форумдардағы хабарламаларды талдау үшін қолданылатын сентимент талдаудың негізгі әдістерін қарастырады. Олар сондай-ақ хакерлік форумдарды сентимент талдауға бағытталған әртүрлі зерттеулерге шолу жасайды және олардың әдістемесі мен нәтижелерін сипаттайды [6].

Тағы бір авторлар хакерлік форумдарды сентимент талдау үшін тереңдетіп оқытуды қолдануды ұсынады. Олар форумдардағы хабарламалардың кілтін талдау үшін пайдаланылуы мүмкін әртүрлі нейрондық желі архитектураларын сипаттап көрсетеді [7].

Келесі авторлар сентимент талдауды ғана емес, сонымен қатар хакерлік форумдардағы жазбаларды талдау үшін пайдаланылуы мүмкін деректерді талдаудың басқа әдістерін де қарастыра отырып, форумдарда талқыланатын әртүрлі тақырыптарды жан-жақты талдай отырып, қауіпсіздік осалдықтарын анықтау үшін деректерді талдауды қалай пайдалануға болатынын сипаттайды [8].

Кейбір авторлар киберқауіпсіздік контекстінде хакерлік форумдардағы хабарламаларды талдау үшін сентимент талдаудың әртүрлі талдау әдістерін, соның ішінде кибершабуылдар мен басқа да қауіпсіздік қауіптерін анықтау үшін деректерді талдауды қалай пайдалануға болатынын талқылайды [9].

Хакерлік форум хабарламаларын сентимент талдау үшін авторлар табиғи тілді өңдеудің әртүрлі әдістерін қолданды, соның ішінде көңіл-күйді талдау, тақырыпты модельдеу және желілік талдауға назар аударады. Зерттеу нәтижелері хакерлік форумдардағы киберқылмыс әрекеттері туралы құнды ақпарат беретіндігіне және киберқылмыспен күресу стратегияларын әзірлеу үшін пайдалы болуы мүмкіндігіне көз жеткізеді [10].

Twitter хабарламаларынан хакерлік пен киберқауіпсіздікке қатысты хабарламаларды сентимент талдау үшін зерттеуші табиғи тілді өңдеу әдістерін қолдануды ұсынады. Олар сөздікке негізделген кілттерді талдау әдістерін және SVM және Multinomial Naive Bayes сияқты Машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, нәтижесінде Support Vector Machines басқа әдістерге қарағанда жақсы нәтиже көрсеткенін атап көрсетті [11].

Киберқауіпсіздікке қатысты мәтіндерді сентимент талдауда машиналық оқыту әдістерін қолдануды зерттей отырып, деректерді әлеуметтік желілер мен форумдардан ала отырып, сөздіктерге негізделген мәтіндердің кілтіне талдау жасады. Зерттеу нәтижесінде сөздікке негізделген әдіске қарағанда, машиналық оқытуға негізделген әдістер жоғары дәлдік көрсеткен [12].

Онлайн форумдардағы мәтіндердің кілтін талдауға бағыттап, авторлар мәтіндердің эмоционалды бояуын анықтау үшін әртүрлі талдау әдістерін, атап айтқанда сөздердің жиілігін талдау арқылы және сөздікке негізделген кілттерді талдауды қолданған. Бұл зерттеулер нәтижесінде сөздікке негізделген сентимент талдау жоғары нәтиже көрсеткен [13].

Тағы бір зерттеу пікірлерді талдау саласында қолданылатын әртүрлі сентимент талдау әдістеріне шолу жасап, авторлар сөздікке негізделген кілтті талдау сынды классикалық әдістерге қоса, тереңдетіп оқыту және нейрондық желілерді қамтитын заманауи әдістерді қарастырған [14]. Келесі жұмыста авторлар жаңалықтар мақалаларынан алынған мәліметтер бойынша киберқауіпсіздік саласындағы мәтіндерді сентимент зерттеу жүргізген. Жиналған мәліметтерді талдауда сөздік негізге сүйеніп те, машиналық оқыту әдістерін де қолданған [15].

Келесі жұмыста авторлар ағылшын және орыс тілдеріндегі пікірлерді машиналық талдау үшін қолжетімді әр түрлі сөздіктерді қарастыратын аналитикалық талдау жасай келе, ағылшын тіліне арналған SentiWordNet, MPQ, LWC және орыс тіліне арналған AFINN, RuSentiLex, SentiRuEval-2015 сияқты танымал сөздіктерге шолу жасайды. Авторлар осы сезім сөздіктерінің өнімділігін сентимент талдау тапсырмалары үшін дәлдік, қамту және пайдалану мүмкіндігі тұрғысынан бағалап, осы сөздіктерді пайдаланудағы қиындықтарды көрсете отырып, оларды шешу жолдарын да ұсынады. Зерттеу ағылшын және орыс тілдерінде сезімдерді талдауға және пікірлерді машиналық талдауға қызығушылық танытатын зерттеушілер мен тәжірибешілер үшін пайдалы ресурс болып табылады. Ол әртүрлі сезім сөздіктерінің күшті және әлсіз жақтарын түсінеді және сентимент талдауының өнімділігін

жақсарту бойынша ұсыныстар береді [16]. Аталған авторлардың зерттеу нәтижесіне қарай отырып, сөздікке негізделген әдіске қарағанда, машиналық оқыту әдістері, табиғи тілді өңдеу әдістері жоғары нәтиже беретініне көз жеткізуге болады.

### Материалдар мен әдістер

Хакерлік интернет-форумдарды сентимент талдау әртүрлі әдістер мен тәсілдерді қолдана отырып жүргізілуі мүмкін. Ең кең таралған тәсілдердің бірі-нейрондық желілер, SVM (Support Vector Machine) және Naive Bayes сияқты машиналық оқыту әдістерін қолдану. Бұл әдістер мәтіндерді олардың тоналдылығына (оң, теріс немесе бейтарап) қарай жіктеуге, сондай-ақ мәтіннің эмоционалды түсін анықтауға мүмкіндік береді. Тағы бір тәсіл - сөздіктерге негізделген кілтті талдау әдістерін қолдану болып табылады. Бұл әдістер мәтіннің тоналдылығын анықтау үшін белгілі кілтті бар (оң, теріс немесе бейтарап) сөздік қорын пайдаланады. Ең көп таралған сөздіктердің бірі - ағылшын тіліндегі SentiWordNet сөздігі, ал орыс тілінде RuSentiLex сөздігі болып табылады.

Сонымен қатар, хакерлік интернет-форумдарға сентимент талдауын жүргізу үшін сөз жиілігін талдау және тақырыптық модельдеу сияқты статистикалық талдау әдістерін қолдануға болады. Жиілікті талдау мәтіндерде жиі кездесетін сөздерді және олардың жиілігін анықтауға мүмкіндік береді, ал тақырыптық модельдеу форумда талқыланатын ең маңызды тақырыптарды бөліп көрсетуге мүмкіндік береді.

Хакерлік интернет-форумдарға сентимент талдауын жүргізу үшін форум пайдаланушылары жазған мәтіндерден тұратын жеткілікті үлкен деректер жиынтығын жинау қажет. Ол үшін әртүрлі әдістерді қолдануға болады, мысалы, веб-скрапинг немесе форумдардың API (Application Programming Interface).

Хакерлік интернет-форумдарды талдау әдістері мен әдістемелері нақты тапсырмаға және қол жетімді деректерге байланысты. Алайда, Машиналық оқыту әдістерін қолдану және сөздікке негізделген кілттерді талдау хакерлік интернет-форумдардағы мәтіндерді сентимент талдаудың ең кең таралған және тиімді тәсілдері болып табылады. Кез-келген деректерді сентимент талдаудың ең бірінші қадамы деректер жиынтығы болып табылады. Интернет форумдардан python тілінің BS4 + Requests кітапханалары көмегімен парсинг арқылы жиналған орыс тілді деректер базасы 2-суретте көрсетілген. Ал 3-суретте ағылшын тілді хакерлік интернет форумдардан жиналған дерек көрсетілген [17].

```
86,38, " Самоуничтожение на Delphi - ХаКеРоК", "forum.hackerok.net/showthread.php?p=35086&nojs=1", "...Kill|.Code...", " 24.04.2009", " 24.04.2009, 19:30"

",2,"Более элгантнй способ...( :mosking: Вот я и начинаю умничать на этом форуме).. Не нужна работа с реестром--Кто не хочет увеличения размера рекомендую . Вообще бросайте Button на форму .. А в обработчик нахатия должен иметь такой вид: Код:", "

Более элгантнй способ...( :mosking: Вот я и начинаю умничать на этом форуме)..<br />
Не нужна работа с реестром--Кто не хочет увеличения размера рекомендую . Вообще бросайте Button на форму .. А в обработчик нахатия должен иметь такой вид:<br />
<div style=""margin:20px; margin-top:5px"">
  <div class=""smallfont"" style=""margin-bottom:2px"">Код:"
87,85, " Вычисления модуля.. - ХаКеРоК", "forum.hackerok.net/showthread.php?p=115", "...Kill|.Code...", " 24.04.2009", " 24.04.2009, 19:42"

",1,"Однажды в экзаменационном задании мне попалоcь: ""вычислить модуль числа, не используя спец функций, самым оптимальным образом"". В голову пришла следующая штука..:mosking: Бросаем Button и Edit на форму. Обработчик Button Click: Код:", "

Однажды в экзаменационном задании мне попалоcь:<br />
&quot;вычислить модуль числа, не используя спец функций, самым оптимальным образом&quot;.<br />
```

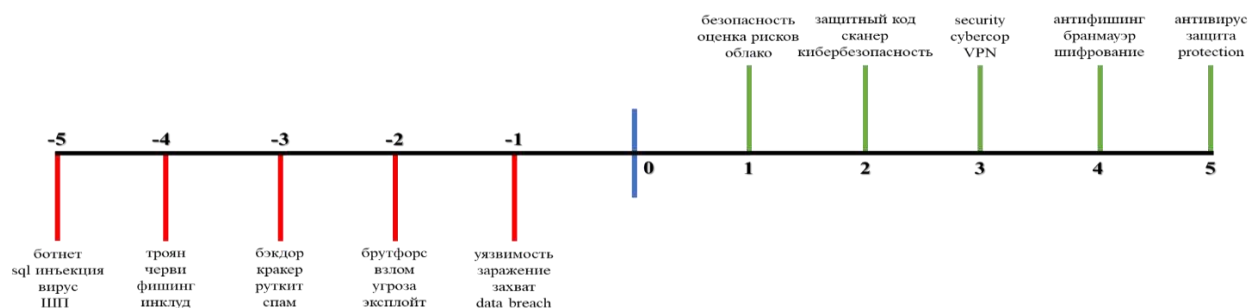
Сурет 2. Орыс тілді хакерлік форумнан алынған деректер кескіні

Алынған деректер қатарына автордың ID, Username, MemberType, JoinDate, NumberOfPosts, PostDate, ThreadTitle, PostContent, PostNumber сынды семантикалық белгілер бойынша іріктелді.

ID	Username	MemberType	JoinDate	NumberOfPosts	PostDate	ThreadTitle	PostContent	PostNumber
1	Joxiii	Discord hater!	2-Feb-16	267	9-Jun-16	"0,01 USD VPS 1GB RAM 1 Month!", Hey Guys from R4P3.NET i wanna share this to you! Leave a like if it work for you! Go to https:		
2	iAndrewGG	Member	9-Mar-16	34	10-Jun-16	"0,01 USD VPS 1GB RAM 1 Month!", bit.ly links? Aren't those forbidden on the forum ? Remove them to avoid getting warned.,2,		
3	Joxiii	Discord hater!	2-Feb-16	267	10-Jun-16	"0,01 USD VPS 1GB RAM 1 Month!". (Please Remove that Post.),3,		
4	Qraktzyl	\N	2-Nov-15	977	12-Jun-16	"0,01 USD VPS 1GB RAM 1 Month!",That's not recurring RIGHT!,5,		
5	Joxiii	Discord hater!	2-Feb-16	267	12-Jun-16	"0,01 USD VPS 1GB RAM 1 Month!", Qraktzyl said: That's not recurring RIGHT! Click to expand... Yes but you can use it for tes		
6	Private-Hosting	Member	2-Jun-17	30	5-Oct-19	15% LIFETIME DISCOUNT ON PRIVATE-HOSTING.EU,"Hello dear r4p3 users, we have added one coupon that give 15% discount		
7	http.luder	Member	26-Jun-15	5	26-Jun-15	2 DDOS Scripts - Linux,Hi my friends I have 2 DDOS Scripts for your Server. You can install the Script on your Server. You start the se		
8	Ninja_Villain	Member	11-May-15	24	28-Jun-15	2 DDOS Scripts - Linux,"Difference Between DoS and DDoS Attack It is important to differentiate between Denial of Service (Do		
10	dedmen	\N	28-Mar-16	531	30-Jul-16	[3.0.13 BF@ta2] Cracked without emulator for Linux x64,Your title is wrong. This crack needs the Emulator.. And btw you are also not prc		
11	X-Ecutiioner	\N	16-Sep-15	0	30-Jul-16	[3.0.13 BF@ta2] Cracked without emulator for Linux x64, dedmen said: Your title is wrong. This crack needs the Emulator.. And btw yc		
12	adonacion	Member	13-Jul-16	27	30-Jul-16	[3.0.13 BF@ta2] Cracked without emulator for Linux x64,I checked this files it is working. when I checked exploits don't work! I che		
13	dedmen	\N	28-Mar-16	531	30-Jul-16	[3.0.13 BF@ta2] Cracked without emulator for Linux x64,Already know its Clean. Its just using the Emulator cracks Patcher nothing else.,		
14	X-Ecutiioner	\N	16-Sep-15	0	31-Jul-16	[3.0.13 BF@ta2] Cracked without emulator for Linux x64," dedmen said: Already know its Clean. Its just using the Emulator cracks Pat		
15	X-Ecutiioner	\N	16-Sep-15	0	31-Jul-16	[3.0.13 BF@ta2] Cracked without emulator for Linux x64,Updated the 31.07.2016. Changelog: - Fixed the first link. - Add a new link mirrc		
16	X-Ecutiioner	\N	16-Sep-15	0	31-Jul-16	[3.0.13 BF@ta2] Cracked without emulator for Linux x64," Alligatoras said: As you don't need the emulator, i removed from the first p		
17	shockli	\N	29-Jan-16	243	2-Dec-16	3000+ Leaked Vulnerable IP Addresses Part of Mirai Botnet,"I came across these while being attacked from someone who operates the Mi		
18	cjmwid	Member	31-Jan-16	60	3-Dec-16	3000+ Leaked Vulnerable IP Addresses Part of Mirai Botnet,It's sad how many people don't change the default password... RIP somec		
19	shockli	\N	29-Jan-16	243	4-Dec-16	3000+ Leaked Vulnerable IP Addresses Part of Mirai Botnet," cjmwid said: It's sad how many people don't change the default password.		
20	rofl cake	Well-Known Member	25-May-15	204	16-Dec-16	6x TunnelBear VPN Account,"Website The only thing it collects is the payment information for fraud prevention,		
21	CanadiansEh	\N	26-Jun-16	80	22-Dec-16	6x TunnelBear VPN Account,"2 Bottom ones don't work, rest of the accounts are free except one of them where the dude seems to n		
23	pwn3r	Member	1-Jan-18	138	Thursday at 3:39 PM	A script that can down most known websites," Asphyxia said: For me to really see what is going on with the attack, we a		
24	pwn3r	Member	1-Jan-18	138	Today at 4:32 PM	A script that can down most known websites," Asphyxia said: Also I REALLY NEED TO KNOW WHAT TYPE OF SITE ARE YOU		
26	WajihHalawani	Member	6-Jun-17	8	8-Dec-19	About BetterDiscord,"Hello, So when i first visit this section about Discord, i noticed threads about BetterDiscord. And i tought		
27	Fennec	\N	24-Jul-16	16	24-Dec-19	About BetterDiscord,I have interacted with many people from discord staff none of them that I have been in contact with have ever stresse		
28	WajihHalawani	Member	6-Jun-17	8	25-Dec-19	About BetterDiscord, Fennec said: I have interacted with many people from discord staff none of them that I have been in cc		
29	Fennec	\N	24-Jul-16	16	25-Dec-19	About BetterDiscord,"It is modifying the Discord client, so I am not going to say you will not get a ban, but from my experience, Discord sta		
31	timodohmen	Member	16-Oct-15	125	11-Jul-16	Account Cracker,Hay everyone ! I saw that some programmes are be used to crack accounts from websites like netflix spotif		
32	MadKill	Active Member	1-Sep-15	190	11-Jul-16	Account Cracker,you want net flix accounts ?,2,		

Сурет 3. Форумдардан жиналған ағылшын тілді деректер үлгісі

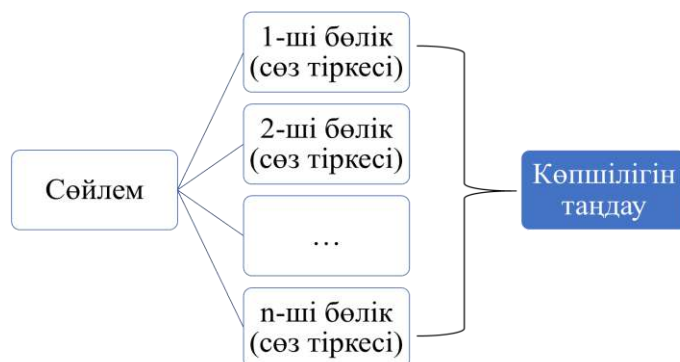
Жұмыс барысында 5 түрлі ағылшын және орыс тілді хакерлік интернет форумдардан деректер жиналды. Сол деректер негізінде сентимент талдау үшін хакерлік терминологияға қатысты сөздер базасы жасалынды. Осы база бойынша -5 – тен +5 – ке дейін қауіптілік деңгейі бойынша пікірлер бөлініп қарастырылды. Сөздікте теріс мәнге шабуылдар тізімі, осалдықтар, қауіп көздері, құпия сөзді іріктеу, алаяқтыққа қатысты сөздерден тұрады, ал оң мәнге жоғарыда келтірілген қауіптерге қарсы қорғанысқа қатысты терминологиядан тұрады. Екеуіне де қатысы жоқ сөздер бейтарап сөздер тізіміне енгізіледі. Оларға 0-мәні беріледі. 4 суретте ақпараттық және киберқауіпсіздікке қатысты терминологияның оң, теріс және бейтарап түрге бөлінуі кескіні келтірілген. Мәндері қауіп түрлері мен олардан қорғану деңгейі бойынша алынған. Суретте барлық терминдер көрсетілмеген. Осындай сөздер жиынтығы орыс және ағылшын тілінде жасалынған.



Сурет 4. Сөздердің жіктелу формасы

Жоғарыда көрсетілген жіктелу формасы бойынша әр пікірді талдау арқылы, жалпы пікірдің дұрыстығына немесе бұрыстығына көз жеткізуге болады. Яғни әрбір сөзге сандық мән беріліп, сол мәндер бойынша арифметикалық амалдар көмегімен пікірді талдайтын боламыз.

Біз ұсынып отырған сентимент сөздікті талдау сөз тіркестерін қарастырып талдауға мүмкіндік береді. Белгілі бір сөйлемді бірнеше бөлікке бөліп, әрбір бөлікті жекелей қарастырып, аталмыш бөлікте айтылып отырған ойдың оң, теріс немесе бейтараптығына көз жеткізу арқылы, толық сөйлемнің эмоционалды бояуын анықтаймыз. Оның логикасы 5 суретте кескінделген.



Сурет 5. Сөйлемді бөліктер арқылы жіктеу формасы

Келтірілген сөздік талдау арқылы жиналған деректер негізінде форум пайдаланушыларының ой-пікірлерін талдап қарайық.

### Нәтижелер мен талқылау

Хакерлік форумдардағы сентимент талдаудың нақты нәтижелері көптеген факторларға, соның ішінде таңдалған әдістерге, деректердің көлемі мен сапасына, сондай-ақ форумның өзіне де байланысты болып табылады. Осы ұсынған сөздік әдіске бірнеше мысал келтірейік (мысалдар xss.is және Prodiv.one хакерлік форумдарынан алынған):

1. "There are plenty of WordPress eCommerce plugins in the market. But not all of them have the right set of features for your use-case. For example, some eCommerce plugins are made for selling digital goods like eBooks, photos, music, etc. Others are better suited for selling physical products that need shipping"

- *"There are plenty of WordPress eCommerce plugins in the market"* - WordPress-те көптеген электрондық коммерция плагиндері туралы айтылады. Таңдаудың әртүрлілігімен байланысты бейтарап немесе позитивті тоналдылықты болжауға болады.

- *"not all of them have the right set of features for your use-case"* - барлық плагиндерде белгілі бір пайдалану жағдайына сәйкес функциялар жиынтығы жоқ деген мәлімдеме айтылған. Кейбір плагиндердің шектеулеріне байланысты теріс немесе бейтарап тоналдылықты болжауға болады.

- *"some eCommerce plugins are made for selling digital goods"* - сандық тауарларды сатуға арналған плагиндер туралы айтылған. Функционалдылықтың әртүрлілігіне байланысты бейтарап немесе позитивті тоналдылықты болжауға болады.

- *"Others are better suited for selling physical products"* - физикалық тауарларды сатуға қолайлы плагиндер туралы айтылған. Плагиндердің нақты қажеттіліктерге бейімделуіне байланысты бейтарап немесе позитивті тоналдылықты болжауға болады.

Тұтастай алғанда, мәтінде WordPress-тегі электрондық коммерция плагиндерінің әртүрлілігімен және олардың кейбіреулерінің нақты талаптарға бейімделуіне байланысты бейтарап және оң бояуы бар деп есептеуге болады.

2. "DDOS Scripts - Linux, Hi my friends I have 2 DDOS Scripts for your Server. You can install the Script on your Server. You start the server with: perl kill.pl [IP] [Port] [65500] [Time] or: perl ssh.pl [IP] [Port] [65500] [Time] http://www.filedropper.com/kill http://www.filedropper.com/ssh Have FUN,1,"

- *"DDOS Scripts - Linux"* - бұл бөлік теріс және заңсыз әрекеттермен байланысты DDoS шабуылының сценарийлерін сипаттайды, сондықтан теріс кілтті болжауға болады.

- *"Hi my friends I have 2 DDOS Scripts for your Server"* - бұл бөлікте де серверге DDoS шабуылдарын жүргізуге арналған екі сценарийдің болуы туралы ақпарат айтылады. Мұндай мәлімдемелер теріс контексте де қарастырылуы мүмкін, өйткені олар зиянды және заңсыз әрекеттермен байланысты.

- "You can install the Script on your Server" - бұл мәлімдеме сценарийлерді серверге орнатуды ұсынады, оны DDoS шабуылдарымен байланысы болғандықтан теріс тұрғыдан да қарастыруға болады.

- "Have FUN" - бұл сөз тіркесі сарказм немесе ирония ретінде қабылдануы мүмкін, өйткені ол зиянды әрекеттерді жасауға шақырады.

Жоғарыда аталған факторларды ескере отырып, бұл мәтіннің теріс немесе тіпті дұшпандық кілті бар деп болжауға болады, өйткені онда DDoS сценарийлері туралы ақпарат бар және оларды қолдануға шақырады.

3. "I shall find your IP, then find you!" – осы пікірге сөздік жіктеу бойынша сентимент талдау жасайық:

<i>I</i>	<i>бейтарап</i>	<i>0</i>
<i>shall</i>	<i>бейтарап</i>	<i>0</i>
<i>find</i>	<i>теріс</i>	<i>-1</i>
<i>your</i>	<i>алдыңғы сөзге сүйене отырып теріс қатарға жатқызуға болады</i>	<i>-1</i>
<i>IP</i>	<i>теріс</i>	<i>-3</i>
<i>then</i>	<i>бейтарап</i>	<i>0</i>
<i>you</i>	<i>бейтарап</i>	<i>0</i>
$0 + 0 + (-1) + (-1) + (-3) + 0 + 0 = -5$		

Хабарламадағы әрбір сөзге оң, теріс немесе бейтарап екенін анықтап, шыққан өрнекті арифметикалық амалмен есептегенде, жалпы хабарлама теріс пікірге жататынына көз жеткіздік.

Дәл осы пікірді бөліктерге бөліп қарастырайық:

- "I shall find your IP" - әңгімелесушінің IP мекенжайын табу туралы қауіп болып табылады. Жеке құпиялықты бұзумен және ықтимал теріс ниеттермен байланысты теріс тоналдылық деп болжауға болады.

- "then find you" - әңгімелесушіні табу және қайда екенін анықтау қауіпі. Теріс ниеттермен және ықтимал зиянды әрекеттермен байланысты теріс тоналдылыққа ие деп болжауға болады.

Жалпы мәтінде әңгімелесушіге қатысты жағымсыз элементтер мен қауіп көздері бар, яғни бұл осы хабарламаның теріс тоналдылығын көрсетеді.

Жоғарыда келтірілген мысалдар негізінде сөздік арқылы сентимент талдаудың қаншалықты дұрыстығына көз жеткіздік. Хакерлік форумдарды сентимент талдау - форумдардағы пікірталастар мен пікірлердің эмоционалды түсін зерттеудің маңызды құралы болып табылады. Оны пайдаланушы хабарламаларының кілтін талдау үшін, сондай-ақ форум қатысушыларының қызығушылығын тудыратын тақырыптар мен мәселелерді анықтау үшін пайдалануға болады. Дегенмен, хакерлік форумдарда сентимент талдау жүргізу бірқатар қиындықтарға тап болуы мүмкін. Біріншіден, хакерлік форумдарда нақты терминдер мен жаргондар қолданылуы мүмкін, бұл мәтіннің кілтін жіктеуді қиындатады. Екіншіден, көптеген хакерлік форум пайдаланушылары бүркеншік аттар (псевдонимы) қолдана алады, бұл бір пайдаланушыдан екіншісіне хабарлама кілтінің өзгеруін бақылауды қиындатуы мүмкін. Сонымен қатар, форумдарда сентимент талдауды қиындататын хакерлік форумдарда заңсыз әрекеттер талқылануы мүмкін екенін ескеру маңызды. Кейбір қатысушылар өздерінің нақты тондарын жасыруға тырысуы мүмкін немесе анықтамау үшін көп мағыналы сөз тіркестерін қолдануы да мүмкін. Хакерлік форумдар пікірлерін талдау арқылы киберқауіпсіздіктің, кез-келген ақпараттық жүйенің осал тұстарын және DDoS немесе т.б. шабуылдардың алдын алуға дейінгі мүмкіндік береді.

Жалпы, хакерлік форумдарға сентимент талдау жүргізу құнды нәтижелер әкелетін күрделі және қызықты зерттеу болып табылады. Алайда, осы форумдардың ерекшеліктерін ескеру және нақты нәтижелерге қол жеткізу үшін тиісті әдістер мен тәсілдерді қолдану маңызды.

## Қорытынды

Хакерлік форумдарды сентимент талдау технологияға, киберқауіпсіздікке және IT индустриясына, сонымен қатар басқа да тақырыптарға қатысты әртүрлі мәселелерді қарастыратын қауымдастық мүшелерінің пікірлері мен көңіл-күйлерін түсінудің маңызды құралы болып табылады. Алайда, талдау нақты терминологияны, стандартты емес байланыс ережелерін және аралас хабарламалардың болуы сияқты хакерлік форумдардың ерекшеліктерін ескеруді талап етеді.

Хакерлер қауымдастығының ерекшеліктерін ескеретін талдау жүргізу үшін қолайлы әдіс пен әдіснаманы таңдау маңызды. Мысалы, Машиналық оқыту мен терең оқыту әдістерін қолдану нәтижелердің дәлдігін жақсартуға көмектеседі, сонымен қатар модельді оқыту үшін көптеген деректерді қажет етеді. Сонымен қатар зерттеу жұмыста біз ұсынып отырған сөздік арқылы талдауда, әрбір хакерлік форумдарда жазылған пікірлердің оң-терістігіне, не бейтараптығына көз жеткізуге көмектеседі.

Сондай-ақ, сентимент талдауының нәтижелері қауымдастық мүшелерінің көңіл-күйі мен пікірлерін толық көрсете алмайтынын атап өткен жөн, өйткені барлық хабарламалар айқын тоналды түске ие бола алмайды немесе екіұшты болуы мүмкін. Алайда, талдау жүргізу жалпы тенденцияларды анықтауға және қатысушылардың негізгі тақырыптарға қатысты көңіл-күйін түсінуге көмектеседі. Осы жағдайда ой-пікірлерді талдауға сөздік әдісін қолданған дұрыс. Өйткені форумдарда әртүрлі жаргондар, слэнгтер пайданылады. Ал сіз оны алдын-ала өз сөздігіңізде белгілі бір топқа жатқызып аласыз.

Қорыта келгенде зерттеу жұмысымызда әртүрлі сентимент талдау әдістеріне тоқталып, сөздік арқылы талдауды хакерлік форумдардың хабарламаларында айтылған ой-пікірлердің талдауын ұсындық және сөздік арқылы талдауға мысалдар келтірілді.

Жалпы, хакерлік форумдарды сентимент талдау хакерлер қауымдастығындағы пікірлер мен көңіл-күйлерді талдаудың пайдалы құралы бола алады және IT индустриясы мен киберқауіпсіздікке қатысты тенденциялар мен мәселелерді анықтауға көмектеседі. Алдағы жұмыстарда ақпараттық қауіпсіздік саласының осалдықтары мен қауіптерін жоғарыда көрсетілген сентимент әдістерді пайдаланып, хакерлік форумдардың ой-пікірлерінен қарастыратын боламыз.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Электронды ресурс (Дата обращения: 21/05/2023). URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2022/>
- 2 Said, A. M., Almohri, H. A., & Alnuaimi, O. A. 2020. «Sentiment analysis of cybersecurity related text using machine learning techniques». In 2020 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI) (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCI49829.2020.9159315>
- 3 Sánchez-González, J. D., Sánchez-Yáñez, J. M., Martínez-Rojas, A., & Martínez-Trinidad, J. F. 2016. «Analyzing sentiment in hacker forums». International Journal of Software Science and Computational Intelligence, 8(3). <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2016.077315>
- 4 Chen, H., Zhu, J., Chen, H., Wang, L., & Xie, J. 2015. «Mining Hacker Forums: Sentiment Analysis and Semi-Supervised Learning». IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 10(6), 1254-1264. <https://doi.org/10.1109/TIFS.2015.2403904>
- 5 Moyer, D. D., Lee, R. K., Kim, K. H., & Miner, J. M. 2006. «Hacker's language: A sentiment analysis of the discourse of the computer underground». Computers in Human Behavior, 22(2), 200-213. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.07.009>
- 6 Garcia-Salicetti, M. A., Montesi, A., Spolaor, R., & Conti, M. 2020. «Sentiment Analysis in Hacker Forums: A Comprehensive Review». IEEE Communications Surveys and Tutorials, 22(4), 2404-2434. <https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2980856>
- 7 Hussain, S., Aslam, S., Malik, M. H., & Qureshi, M. A. 2020. «Sentiment Analysis of Hacker Forum Data using Deep Learning Techniques». In 2020 4th International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS) (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCAIS49205.2020.9149354>



- 8 Alshammari, T., Lu, W., Rigby, J. M., & Jaatun, M. G. 2016. «Analyzing hacker forums: A systematic literature review». *Computers & Security*, 59, 185-201. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2016.02.002>
- 9 Sharma, N., Chauhan, N., Bansal, A., & Kumar, S. 2021. «A Review on Sentiment Analysis in Cybersecurity». *International Journal of Advanced Science and Technology*, 30(1), 1-11. <https://doi.org/10.22146/ijast.6187>
- 10 Al-Azawei, M. N., Al-Enezi, R. A., Tawfiq, W. A., & Alfaraj, A. H. 2020. «Mining Hacker Forums: A Study of Cybercriminal Environments». *IEEE Access*, 8, 89926-89937. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2980453>
- 11 Rahman, M. T., Islam, M. R., Hoque, M. R., & Islam, M. R. 2020. «Sentiment Analysis of Hacking and Cybersecurity-Related Tweets». In *2020 2nd International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCE)* (pp. 255-260). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCE49051.2020.9200770>
- 12 Liang, H., Yang, C., & Wang, H. 2020. «Cybersecurity sentiment analysis using machine learning». *IEEE Access*, 8, 54484-54494. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981284>
- 13 Khoo, C. S., & Gillam, L. 2011. «Sentiment analysis in online forums». *The Journal of Systems and Software*, 84 (12), 2099-2108. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.06.043>
- 14 Thakur, R., Singh, V. K., & Gupta, P. 2018. «A Review on Sentiment Analysis and Opinion Mining». In *2018 3rd International Conference and Workshops on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRAIE.2018.8594166>
- 15 Olteanu, A.-M., Stoian, M., & Vrabie, C. 2020. «Sentiment analysis of cybersecurity news». In *2020 IEEE 16th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP)* (pp. 207-212). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCP51668.2020.9217864>
- 16 Karpov, A., Kotelnikov, E., Nikolenko, S., & Koltsova, O. 2018. «Modern sentiment lexicons for opinion mining in English and Russian (analytical survey)». *Computational Linguistics and Intellectual Technologies*, 17(26), 91-111. <https://doi.org/10.28995/2079-8136-2018-26-91-111>
- 17 Мамбетов С.Т., Бегимбаева Е.Е., Хикметов А.К., & Джолдасбаев О.К. Тақырыптық интернет ресурстардан деректерді алу алгоритмін әзірлеу. *Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан*. 2023. № 2 (88) <https://doi.org/10.47533/2023.1606-146X.6>

#### References:

- 1 *Elektrondy resurs (Data obrashcheniya: 21/05/2023)*. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2022/> (in Russian)
- 2 Said, A. M., Almohri, H. A., & Alnuaimi, O. A. 2020. «Sentiment analysis of cybersecurity related text using machine learning techniques». In *2020 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCI49829.2020.9159315>
- 3 Sánchez-González, J. D., Sánchez-Yáñez, J. M., Martínez-Rojas, A., & Martínez-Trinidad, J. F. 2016. «Analyzing sentiment in hacker forums». *International Journal of Software Science and Computational Intelligence*, 8(3). <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2016.077315>
- 4 Chen, H., Zhu, J., Chen, H., Wang, L., & Xie, J. 2015. «Mining Hacker Forums: Sentiment Analysis and Semi-Supervised Learning». *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 10(6), 1254-1264. <https://doi.org/10.1109/TIFS.2015.2403904>
- 5 Moyer, D. D., Lee, R. K., Kim, K. H., & Miner, J. M. 2006. «Hacker's language: A sentiment analysis of the discourse of the computer underground». *Computers in Human Behavior*, 22(2), 200-213. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.07.009>
- 6 Garcia-Salicetti, M. A., Montesi, A., Spolaor, R., & Conti, M. 2020. «Sentiment Analysis in Hacker Forums: A Comprehensive Review». *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 22(4), 2404-2434. <https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2980856>
- 7 Hussain, S., Aslam, S., Malik, M. H., & Qureshi, M. A. 2020. «Sentiment Analysis of Hacker Forum Data using Deep Learning Techniques». In *2020 4th International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCAIS49205.2020.9149354>
- 8 Alshammari, T., Lu, W., Rigby, J. M., & Jaatun, M. G. 2016. «Analyzing hacker forums: A systematic literature review». *Computers & Security*, 59, 185-201. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2016.02.002>
- 9 Sharma, N., Chauhan, N., Bansal, A., & Kumar, S. 2021. «A Review on Sentiment Analysis in Cybersecurity». *International Journal of Advanced Science and Technology*, 30(1), 1-11. <https://doi.org/10.22146/ijast.6187>

- 10 Al-Azawei, M. N., Al-Enezi, R. A., Tawfiq, W. A., & Alfaraj, A. H. 2020. «Mining Hacker Forums: A Study of Cybercriminal Environments». *IEEE Access*, 8, 89926-89937. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2980453>
- 11 Rahman, M. T., Islam, M. R., Hoque, M. R., & Islam, M. R. 2020. «Sentiment Analysis of Hacking and Cybersecurity-Related Tweets». In *2020 2nd International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCE)* (pp. 255-260). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCE49051.2020.9200770>
- 12 Liang, H., Yang, C., & Wang, H. 2020. «Cybersecurity sentiment analysis using machine learning». *IEEE Access*, 8, 54484-54494. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981284>
- 13 Khoo, C. S., & Gillam, L. 2011. «Sentiment analysis in online forums». *The Journal of Systems and Software*, 84 (12), 2099-2108. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.06.043>
- 14 Thakur, R., Singh, V. K., & Gupta, P. 2018. «A Review on Sentiment Analysis and Opinion Mining». In *2018 3rd International Conference and Workshops on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRAIE.2018.8594166>.
- 15 Olteanu, A.-M., Stoian, M., & Vrabie, C. 2020. «Sentiment analysis of cybersecurity news». In *2020 IEEE 16th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP)* (pp. 207-212). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCP51668.2020.9217864>
- 16 Karpov, A., Kotelnikov, E., Nikolenko, S., & Koltsova, O. 2018. «Modern sentiment lexicons for opinion mining in English and Russian (analytical survey)». *Computational Linguistics and Intellectual Technologies*, 17(26), 91-111. <https://doi.org/10.28995/2079-8136-2018-26-91-111>
- 17 Mambetov S.T., Begimbayeva Ye.Ye., Khikmetov A.K., Joldasbayev S.K. (2023) Takyryptyk internet resurstandan derekterdi alu algoritmin azirleu. [Development of an algorithm for obtaining data from thematic internet resources]. *KR UEA habarshysy*, №2(88) <https://doi.org/10.47533/2023.1606-146X.6> (in Kazakh)

Б.С. Омаров<sup>1</sup>, А.Б. Тоқтарова<sup>2,4\*</sup>, Ж.Ж. Ажибекова<sup>3</sup>,  
Г.С. Рахимбаева<sup>3</sup>, Г.И. Бейсенова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық Қазақ -Түрік Университеті,  
Түркістан қ., Қазақстан

<sup>3</sup>С. Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университет,  
Алматы қ., Қазақстан

<sup>4</sup>М. Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

\*e-mail: [toktar.ajerim@list.ru](mailto:toktar.ajerim@list.ru)

## ГАЙБАТ ПІКІРЛЕРДІ АНЫҚТАУДА ЕКІ БАҒЫТТЫ ҰЗАҚ-ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ ЖАД ЖЕЛІСІН ҚОЛДАНУ

### Аңдатпа

Онлайн контенттегі ғадауат тілді сөздерді анықтау бүгінгі цифрлық дәуірде мазмұнды модерациялаудың тиімді жүйелерін дамытуға мүмкіндік беретін маңызды міндет болып табылады. Дегенмен, дайын бейәдеп тілден құралған мәліметтер қоры аз тілдерде оларды анықтау біршама қиындықтар тудыратынын байқауға болады. Бұл зерттеу жұмысында ғадауат тілді сөздерді анықтау бойынша мәліметтер ресурсы төмен тіл ретінде қазақ тілді контекстерді шешуге бағытталады. Ұсынылған тапсырманы шешу үшін біз табиғи тілді өңдеу алгоритмдерінде жоғары нәтиже көрсеткен екі бағытты ұзақ - қысқа мерзімді жады (BiLSTM) желілеріне негізделген жаңа тәсілді ұсынамыз. BiLSTM архитектурасының екі жақты сипатын пайдалана отырып, біз бейәдеп тілдің дәлірек сәйкестендірілуін қамтамасыз ететін кіріс мәтініндегі контекстік және ұзақ мерзімді тәуелділіктерді аламыз. Біз ұсынып отырған әдісте сонымен қатар трансферлі оқыту әдістерін ресустары аз тілдердің деректердің жетіспеушілігін азайту үшін де қолдануға болады. Қазақ тілінің ғадауат тілді сөздер деректер жинағымен бірқатар эксперимент жүргізу арқылы біз ресурсы төмен қазақ тіліндегі ғадауат тілді сөздерді анықтауда соңғы нәтижелерге қол жеткізе отырып, ұсынылған әдісіміздің тиімділігін көрсетеміз. Сонымен қатар, біз әртүрлі үлгі конфигурацияларының және оқыту стратегияларының біздің әдісте жұмыс істеу тиімділігін талдаймыз. Біздің зерттеуіміздің нәтижелері ресурсы аз тілдердегі ғадауат тілді сөздерді анықтау әдістері туралы мәліметтер ұсына алады және нақты тілдік контексттерге бейімделген мазмұнды модерациялау жүйелеріне жол ашады.

**Түйін сөздер:** бейәдеп тілді сөздер, аз ресурсы тіл, BiLSTM, машиналық оқыту алгоритмдері.

Б.С. Омаров<sup>1</sup>, А.Б. Тоқтарова<sup>2,4</sup>, Ж.Ж. Ажибекова<sup>3</sup>, Г.С. Рахимбаева<sup>3</sup>, Г.И. Бейсенова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Международный казахско - турецкий университет им. Ходжа Ахмет Ясауи,  
г. Туркестан, Казахстан

<sup>3</sup>Казахский Национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова,  
г. Алматы, Казахстан

<sup>4</sup>Южно Казахстанский Университет имени М.Ауезова, г. Шымкент, Казахстан

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕЦЕНЗУРНЫХ КОМЕНТАРИЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУНАПРАВЛЕННОЙ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ

### Аннотация

Выявление ненормативной лексики является важнейшей задачей в нынешнюю цифровую эпоху, что позволяет создавать эффективные системы модерации контента. Тем не менее, это создает проблемы в языках с ограниченными ресурсами, где доступны небольшие количества аннотированных данных. Эта исследовательская работа пытается решить проблему определения оскорбительного языка на малоресурсном, казахском языке. Мы предлагаем новый подход, основанный на сетях двунаправленной долговременной кратковременной памяти (BiLSTM), который продемонстрировал

высокую эффективность в задачах обработки естественного языка, где этот подход решает эту проблему. Мы можем более точно идентифицировать оскорбительный язык во входном тексте, фиксируя как долгосрочные, так и контекстные зависимости, используя двунаправленный характер архитектуры BiLSTM. Чтобы уменьшить нехватку аннотированных данных при ограниченных ресурсах, наш метод также использует методы трансферного обучения. После проведения обширных экспериментов с набором данных оскорбительных языков в казахском языке мы демонстрируем эффективность предложенного нами метода. Эти эксперименты показывают самые современные результаты в определении оскорбительных языков в низкоресурсном казахском языке. Кроме того, мы рассматриваем, как различные конфигурации модели и методы обучения влияют на эффективность нашего метода. Наше исследование дает полезную информацию о способах обнаружения оскорбительного языка в языках с низким уровнем ресурсов. Кроме того, они прокладывают путь к более надежным системам модерации контента, которые подходят для определенных языковых контекстов.

**Ключевые слова:** нецензурная речь, малоресурсный язык, BiLSTM, алгоритмы машинного обучения.

*B. Omarov<sup>1</sup>, A. Toktarova<sup>2,4</sup>, Zh. Azhibekova<sup>3</sup>, G. Rakhimbayeva<sup>3</sup>, G. Beissenova<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>AL-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

*<sup>2</sup>Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh - Turkish University, Turkistan, Kazakhstan*

*<sup>3</sup>Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan*

*<sup>4</sup>South Kazakhstan University named after M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan*

#### **IDENTIFICATION OFFENSIVE COMMENTS BY USING BIDIRECTIONAL LONG-SHORT-TERM MEMORY**

##### *Abstract*

The detection of profanity is a critical task in the current digital age, which allows you to create effective content moderation systems. However, this creates problems in resource-constrained languages where small amounts of annotated data are available. This research work attempts to solve the problem of defining offensive language in a low-resource language, Kazakh. We propose a new approach based on Bidirectional Long Short Term Memory (BiLSTM) networks, high performance in natural language processing tasks, this approach solves this problem. We can more accurately identify the offending language in the input text by capturing both long term and context dependencies using the bidirectional nature of the BiLSTM architecture. To reduce the shortage of annotated data with limited resources, our method also uses transfer learning methods. After conducting extensive experiments with a data set of offensive languages in the Kazakh language, we demonstrate the effectiveness of our proposed method. These experiments show the most up-to-date results in identifying offensive languages in low-resource Kazakh. In addition, we consider how different model configurations and training methods affect the performance of our method. Our research provides useful information on how offensive language detected in low-resource languages. In addition, they pave the way for more robust content moderation systems that are appropriate for certain language contexts.

**Keywords:** obscene language, low-resource language, BiLSTM, machine learning algorithms.

##### **Кіріспе**

Соңғы жылдары әлеуметтік медиа платформалары мен онлайн байланыс арналарының көбеюі жаһандық ауқымда ақпарат пен идеялардың жылдам алмасуына ықпал етті. Кескінді өңдеу, автоматтандыру, мәтінді өңдеу және т.б. үшін машиналық оқытуды қолданатын көптеген қолданбалы бағдарламалар бар [1-3]. Бұл байланыс көптеген артықшылықтар әкелгенімен, ол сондай-ақ күрделі проблеманы тудырды: желідегі бейәдеп тілді сөздер мен ғадауат тілді сөздердің таралуы. Кемсіту немесе қорлау көртесу белгілері бар сөздер жеке адамдар мен қауымдастықтарға зиянын тигізіп қана қоймайды, сонымен қатар онлайн платформаларды қолдануда желі пайдаланушысына зиян келтіруі мүмкін [3]. Сондықтан ғадауат тілді және сөздер мазмұнын ажыратуды анықтаудың сенімді және тиімді жүйелерін әзірлеу қажеттілікке ие болып отыр. Ғадауат тілді анықтау бойынша зерттеулер негізінен ағылшын, испан және француз тілдері сияқты ресурсы жеткілікті мөлшердегі тілдерге бағытталған. Бұл тілдер ғадауат тілді сөздерді анықтауда жоғары дәлдікті қамтамасыз ететін

күрделі машиналық оқыту үлгілерін қолдануға мүмкіндік беретін таңбаланған деректердің үлкен көлемі зерттеу жұмысында жақсы нәтиже беріп отыр [3]. Дегенмен, бейәдеп сөздерден құралған деректердің жоқтығы үлкен кемшілік болып табылатын ресурсы аз тілдер үшін де дәл солай болжамдау қиындық туғызып отыр. Ресурсы аз тілдер әдетте жағымсыз сөздер деректер жиынын, тіл үлгілерін және алдын ала дайындалған ендірулерді жүзеге асыруда шектеулі тілдік ресурстармен сипатталады [4]. Бұл тапшылық осы тілдердің лингвистикалық сипаттамалары мен мәдени мазмұнды сөздерге бейімделген тілдің анықтау жүйелерін дамытуға кедергі келтіреді.

Бұл зерттеу жұмысымызда қазақ тіліне ерекше назар аудара отырып, ресурсы төмен тілдердегі ғадауат сөздерді анықтау мәселесін арнайы қарастырдық. Қазақ тілі негізінен Қазақстанда және көршілес аймақтарда сөйлейтін түркі тілі болып табылады және тегтелген деректер мен тілдік ресурстардың шектеулі болуына байланысты ресурсы төмен тіл санатына жатады [5]. Біздің мақсатымыз – қазақ тілінің бірегей сипаттамаларын тиімді өңдей алатын сенімді және дәл ғадауат тілді анықтау үлгісін жасау. Осы мақсатқа жету үшін біз табиғи тілді өңдеудің әртүрлі есептеулерінде жақсы нәтиже көрсеткен екі бағытты ұзақ қысқа мерзімді жады (BiLSTM) желілеріне негізделген жаңа тәсілді ұсынамыз [6]. BiLSTM архитектурасы негізгі семантиканы толық түсінуді қамтамасыз ете отырып, кіріс мәтініндегі тікелей және кері контекстік тәуелділіктерді анықтайды [7]. Осы екі жақты модельдеуді пайдалана отырып, біздің әдістемеміз ресурсы төмен қазақ тілінде ғадауат тілді анықтау жұмысын жақсартуға бағытталған.

Дегенмен, ресурсы төмен тілдерде ерікті түрдегі аннотаторлар көмегімен жинақталған деректердің тапшылығы модельді оқыту үшін айтарлықтай қиындық тудырады. Бұл мәселені жеңілдету үшін біз жоғары ресурс тілдеріндегі ауқымды деректер жиынында оқытылатын алдын ала дайындалған тіл үлгілерін пайдалана отырып, оқытудың трансферттік әдістерін қолданамыз [8]. Бұл модельдерді шектеулі қазақ тіліндегі ғадауат тілді деректер жинағында дәл анықтау арқылы біз ресурсы төмен қазақ тіліндегі бейәдеп тілді анықтау моделінің өнімділігін жақсарту үшін жоғары ресурсты тілдерден үйренген білімді беруді мақсат етеміз. Бұл зерттеу жұмысында, біз қазақ тілінің бейәдеп сөзді тілдер деректер жиынтығына қатысты біздің ұсынылған тәсілдің жан-жақты жұмыс істеу принциптерін ұсынамыз. Біз әртүрлі үлгі конфигурацияларының, оқыту стратегияларының және трансферттік оқыту тәсілдерінің ғадауат тілді анықтау өнімділігіне әсерін бағалау үшін біршама эксперименттер жүргіземіз. Сонымен қатар, қолданыстағы әдістермен салыстырып, оның жоғары нәтижеге жету өнімділігін көрсетеміз, ресурсы төмен қазақ тіліне ғадауат тілді анықтау тапсырмасында заманауи нәтижелерге қол жеткіземіз.

Бұл зерттеу жұмысының зерттеуге қосқан үлесін төмендегідей қорытындылауға болады: (1) Біз қазақ тіліне назар аудара отырып, ресурсы төмен тілдердегі бейәдеп тілді анықтау үшін BiLSTM желілеріне негізделген жаңа тәсілді ұсынамыз. (2) Біз ресурсы жоғары тілдерді пайдалана отырып, алдын ала дайындалған үлгілерді пайдалану және ресурсы төмен параметрлерде ғадауат тілді сөздерді анықтау жұмысын жақсарту үшін трансферттік оқыту әдістерін қолданамыз. Біз ұсынылған әдістің тиімділігін қазақ тіліндегі ғадауат тілді сөздер деректер жинағындағы заманауи нәтижеге жету арқылы көрсетеміз.

Ұсынылып отырған ғылыми зерттеу жұмысы келесідей ұйымдастырылған: II бөлімде ғадауат тілді анықтаудағы тиісті жұмыстарға шолу жасалады және ресурсы төмен тілдерге тән мәселелерді атап өтеді. III бөлімде ұсынылған BiLSTM негізіндегі тәсілді және қолданылатын оқыту әдістерін трансферттік әдістерді сипаттай отырып, әдістеме ұсынылады. IV бөлімде бағалау көрсеткіштері талқыланады. V бөлімде эксперимент нәтижелері берілген. VI бөлімде біздің зерттеуіміздің нәтижелері талқыланады, ресурсы аз тілдердегі ғадауат тілді анықтау туралы түсінік беріледі және осы саладағы болашақ зерттеу бағыттары талқыланады. Соңында VI бөлім қорытындылап, ғылыми зерттеу мақаласын аяқтайды.

### Әдебиеттік шолу

Желідегі өшпенділік сөзіне және оның жеке адамдар мен қауымдастықтарға ықтимал теріс әсері туралы мәселелердің артуына байланысты соңғы жылдары ғадауат тілді сөздерді анықтауға үлкен көңіл бөлінуде [8]. Бірнеше зерттеулер ең алдымен ағылшын, испан және француз сияқты жақсы ресурсы бар тілдерде тиімді ғадауат тілді анықтау үлгілерін жасауға бағытталған [9].

Дегенмен, ресурсы аз тілдерде қорлау тілін анықтаумен байланысты мәселелер салыстырмалы түрде зерттелмеген. Бұл әдебиетті шолуда біз ғадауат тілді сөздерді анықтау үшін қолданылған бар зерттеулер мен әдістемелерді талқылаймыз, ресурсы төмен тілдерге назар аударамыз. Бұған қоса, біз екі бағытты ұзақ - қысқа мерзімді жад (BiLSTM) желісінің маңыздылығын және оның мұндай тілдердегі бейәдеп тілдерді анықтау мәселесін шешудегі маңыздылығын атап өтеміз. Көптеген зерттеулер ғадауат тілді анықтау үшін машиналық оқыту әдістерін пайдаланды. Wulczyn және басқалар (2017) ағылшынша Wikipedia түсініктемелеріндегі жеке адамдарға сөз арқылы келетін шабуылдарды анықтауға бағытталған Wikipedia Detox жобасын ұсынды [10]. Олар логистикалық регрессия, градиентті күшейту және терең нейрондық желілерді қоса алғанда, перспективалық нәтижелер беретін әртүрлі бақыланатын оқыту алгоритмдерін пайдаланды. Сол сияқты, Djuric және т.б. (2015) әлеуметтік медиа мәтіндеріндегі ғадауат тілді сөздерді анықтау үшін n-grams және синтаксистік үлгілерді қолданатын мүмкіндіктерге негізделген тәсілді зерттеді [11].

Төмен ресурсты тілдерге келетін болсақ, ерікті түрде аннотатор көмегімен жинақталған ғадауат тілді деректер қорының болмауы басты мәселе болып табылады. Бұл ретте бейәдеп тілдер идентификациясын арнайы қарастырған зерттеулер аз. Дегенмен, оқытудың трансферттік әдістері деректер тапшылығы мәселесін жеңілдетуге болатындығы көрсетілген. Мысалы, Fortuna және Nunes (2018) ресурсы төмен Галисия тіліндегі бейәдеп мазмұнды сөздерді анықтау үшін жоғары ресурс тілінен, португал тілінен алдын ала дайындалған кірістірулерді пайдалана отырып, трансферттік оқытуды пайдаланды [10]. Олардың тәсілі дәстүрлі әдістерге қарағанда жақсартылған нәтиже өнімділігін көрсеткен. Ғадауат тілді сөздерді анықтау саласында күрделі тілдік үлгілер мен контекстік тәуелділіктерді түсіру қабілетіне байланысты терең оқыту үлгілері айтарлықтай назар аударды. Бұл салада конволюционды нейрондық желілер (CNN) кеңінен қолданылады. Park және басқалар (2017) CNN-ді ағылшын тіліндегі твиттердегі бейәдеп сөздерін анықтау үшін қолданып, бәсекеге қабілетті нәтижелерге қол жеткізді [12]. Олардың моделі лингвистикалық ақпараттың әртүрлі деңгейлерін түсіру үшін әртүрлі өлшемдегі бірнеше конволюционды сүзгілерді пайдаланды.

Төменде көрсетілген кестеде ғылыми зерттеу жұмыстарына талдау жүргізілген, яғни зерттеу жұмысының тілі, зерттеуге қолданған машиналық әдістер сонымен қатар олардан алынған нәтижелерді бағалау көрсеткіштері мен алынған деректер қорының ашық дерек көздері көрсетілген (Кесте 1).

Бағалау өлшемдері тұрғысынан жиі қолданылатын өлшемдерге accuracy (дәлдік), precision (дәлме - дәлдік), recall (еске түсіру) және F1-score (F1 көрсеткіші) кіреді. Accuracy (дәлдік) модель болжамдарының жалпы дұрыстығын білдіреді, precision (дәлме - дәлдік) ғадауат тілді мазмұнның барлық болжанған сөздерінің арасында дұрыс анықталған бейәдеп сөздердің үлесін өлшейді. Recall (еске түсіру) сезімталдық ретінде белгілі, барлық нақты ғадауат тілді сөздердің ішіндегі дұрыс анықталған бейәдеп тілді сөздердің пайызын білдіреді. F1-score (F1 көрсеткіші) үлгі өнімділігі үшін теңдестірілген балл беру үшін precision пен recall – ді біріктіреді.

Кесте 1. Ғылыми зерттеу жұмыстарына талдау

Ғылыми зерттеу жұмысы	Тілі	Қолданылған әдістер	Мәліметтер қоры	Бағалау
Wulczyn (2017) және басқалар	Ағылшын	логистикалық регрессия, градиентті күшейту, Терең нейрондық желілер	викпедиядан алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Djuric және басқалары (2015)	Ағылшын	Feature-based approach (n грамм, синтаксистік үлгілер)	Әлеуметтік желілерден алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Fortuna және Nunes (2018)	Галисия тілі	Transfer Learning, Pre trained Embeddings	Әлеуметтік желілерден алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Chen және басқалары (2018)	Қытай	BiLSTM	Әлеуметтік желілерден алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Nobata және басқалары (2016)	Ағылшын	Attention based BiLSTM Networks	Интернет-қауымдастық	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Hassan және басқалары (2019)	Араб тілі	Терең оқыту алгоритмдері	Әлеуметтік желілерден алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Imran және басқалары (2018)	Урду тілі	Ерекшеліктерге негізделген тәсіл, SVM	Твиттерден алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Choubey және басқалары (2019)	Хинди	Терең оқыту алгоритмдері	Әлеуметтік желілерден алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score
Jha және басқалары (2018)	Бенгал тілі	LSTM, Embeddings сөздер	Әлеуметтік желілерден алынған пікірлер	Accuracy, Precision, Recall, F1- Score

**Зерттеу әдіснамасы**

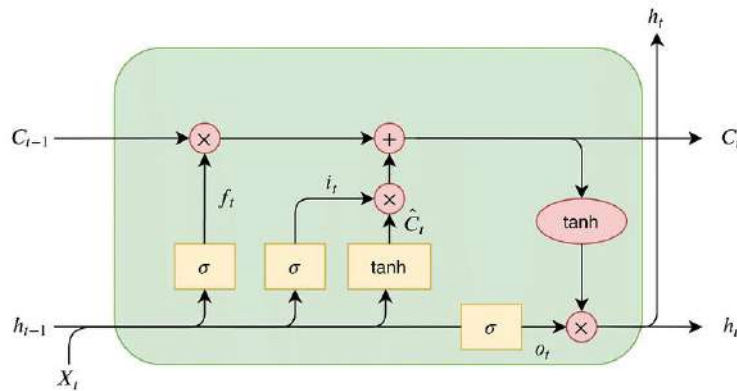
Бұл зерттеу жұмысы мәтіндік деректерде бейәдеп тілді анықтау үшін екі бағытты ұзақ - қысқа мерзімді жад желілерін (BiLSTM) қолдануды зерттейді. Ол онлайн платформалардағы кемсіту мақсатында қолданылған тілдің кең таралған мәселесін қарастырады және терең оқытудың күшін пайдаланатын автоматтандырылған шешімді ұсынады[12]. BiLSTM үлгісі, дәстүрлі LSTM құрылымының кеңейтімі, оның алға және кері бағыттағы уақытша тәуелділіктерді түсіру қабілеті үшін таңдалған, бұл тілдер контекстін түсінуде тиімді болып келеді. Екі бағытты LSTM деп аталатын ретгі өңдеу әдісі екі LSTM-ден тұрады, олардың біреуі тікелей бағытта, екіншісі кері бағытта енгізуді қабылдайды. Жалпы, е-BiLSTM ұзақ тәуелді енгізу тізбегі туралы ақпараттан басқа, енгізу мүмкіндіктері мен мақсат арасындағы жасырын қатынасты шығару үшін қолданылады [13]. Ұзақ мерзімді тарихи деректерді сақтау үшін жад ұяшықтарын пайдалану және оны есік механизмімен басқару мұнда қарастырылатын ең маңызды екі аспект болып табылады. Есік құрылымы ешқандай ақпаратты тасымалдамайды, керісінше, ол қол жеткізуге болатын деректер көлемін шектейтін тосқауыл ретінде әрекет етеді. Шын мәнінде, қақпаны басқару механизмін жүзеге асыру көп деңгейлі мүмкіндіктерді таңдау әдісі болып табылады. LSTM – уақыттық қатарлар деректерін талдау және болжау кезінде бірнеше артықшылықтар беретін пайдалы құрал. RNN және LSTM екеуі де өздерінің архитектураларында тізбекті желі модуліне ие. RNN-де модуль бір нейроннан құрастырылған, ал LSTM-де ол әрқайсысында үш қақпасы бар ұяшықтардан құрастырылған. Шығару қақпасы,

кіріс қақпасы және ұмыту қақпасы функцияны таңдау процесінде ұяшық пайдаланатын сурет 1-де көрсетілгендей үш қақпа болып табылады [14].

Сурет 1-де негізінен шығу, кіру және ұмыту қақпаларынан тұратын ұяшықтың құрылымын көрсетеді. Төменде осы үш түрлі қақпа түрлерімен пайдалануға болатын есептеу әдістерінің кейбір мысалдары берілген:

$$input(t) = \sigma(W_i x(t) + V_i h(t-1) + b_i) \quad (1)$$

Теңдеу (2) ұяшықты ұмыту қақпасы пайдаланатын есептеу механизмінің сипаттамасын береді. Теңдеудегі  $W_f$  және  $V_f$  қақпаның ұмытылған салмақтары болып табылады және бұл қақпа ұяшықтағы қандай деректерді жою керектігін анықтайды. Басқаша айтқанда,  $W_f$  және  $V_f$  - ұмытылған қақпа салмақтары.



Сурет 1. BiLSTM желісі

$$forget(t) = \sigma(W_f x(t) + V_f h(t-1) + b_f) \quad (2)$$

Ұяшықтағы кіріс элементін есептеу процедурасы (1) теңдеумен сипатталады, мұнда  $h(t-1)$  - алдыңғы ұяшықтың шығысы,  $x(t)$  - ағымдағы ұяшықтың кірісі,  $\sigma$  - сигма тәрізді функцияны білдіреді. Ал,  $W_i$  және  $V_i$  - кіріс қақпасының салмақтары.

$$\tilde{C}(t) = \tanh(W_c x(t) + V_c h(t-1) + b_c) \quad (3)$$

$$C(t) = forget(t) * C(t-1) + input(t) * \tilde{C}(t) \quad (4)$$

Жаңарту процедуралары (3) және (4) теңдеулер арқылы сипатталған, мұнда (3) баламалы жаңарту деректерін жасайтын үміткер жад блогын білдіреді және (4) ұяшық күйін жаңарту процесін білдіреді. Жаңарту деректері жаңа күйді жасау үшін ұмыту қақпасындағы ақпаратпен біріктіріледі, мұнда  $W_c$  және  $V_c$  балама жаңа күйдің салмақтарын білдіреді (және \* Hadamard өнімін білдіреді).

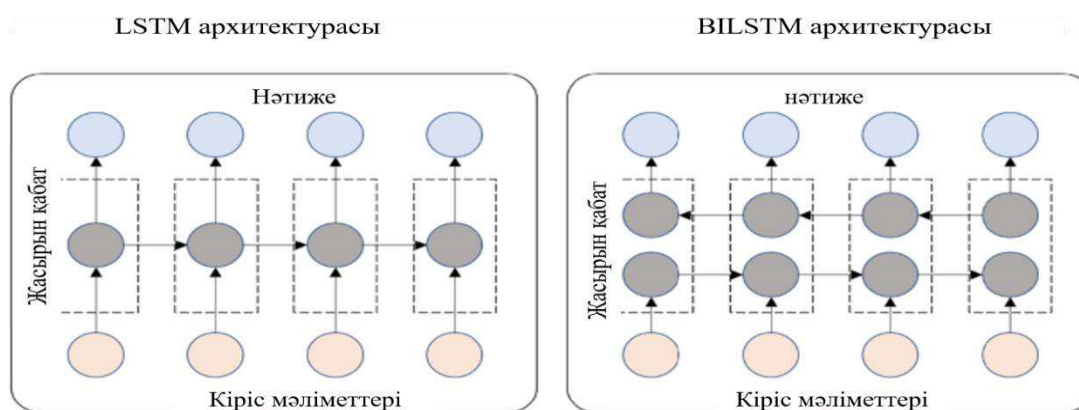
$$output(t) = \sigma(W_o x(t) + V_o h(t-1) + b_o) \quad (5)$$

$$h(t) = output(t) * \tanh(C(t)) \quad (6)$$

Шығару қақпасын есептеу тәртібі сәйкесінше (5) және (6) теңдеулерімен сипатталған. Бірінші қадамда ұяшықтың шығыс күйінде екенін анықтау үшін сигма тәрізді қабат қолданылады. Екінші қадам жаңартылған ұяшық күйіне  $\tanh$  функциясын қолдануды қамтиды. Үшінші және соңғы қадам  $h(t)$  алу үшін ұяшықтың ағымдағы күйін шығыс нәтижеге (t) көбейтуді қамтиды.  $V_o$  шығыс қақпасының салмағын білдіреді. Жоғарыда көрсетілген ұяшық LSTM нейрондық желісінің орталығы ретінде қызмет етеді. Бұл топология екі бағытты



LSTM желісін құру үшін негіз ретінде пайдаланылады, содан кейін деректер қасиеттерін шығару үшін пайдаланылады. Дәстүрлі LSTM екі бағытты LSTM-ден өзі шығара алатын контекстік деректердің көлемі жағынан жоғары. Алға және кері уақыт қатарлары желіге уақыт қатарларын дәлірек болжауға мүмкіндік беретін өткен және болашақ уақыт белгілері туралы ақпарат беру үшін пайдаланылады. Алдыңғы және артқы қабаттар арасында тікелей байланыс болмағандықтан, құрылымды ациклді деп сипаттауға болады. Енгізу деңгейінде деректер болған жағдайда, кері және тікелей қабаттардың нәтижелері шығыс деректерін қалыптастыру үшін шығыс деңгейінде біріктіріледі. Әрбір мүмкіндік екі бағытты LSTM арқылы өңделіп, толық қосылған қабат арқылы өткеннен кейін, біріктірілген қабат арқылы барлық мүмкіндіктер біріктіріледі. Сурет 2- де екі бағытты LSTM (BiLSTM) және LSTM нейрондық желісінің негізгі архитектурасын бейнелейді.



Сурет 2. LSTM және BiLSTM архитектурасы

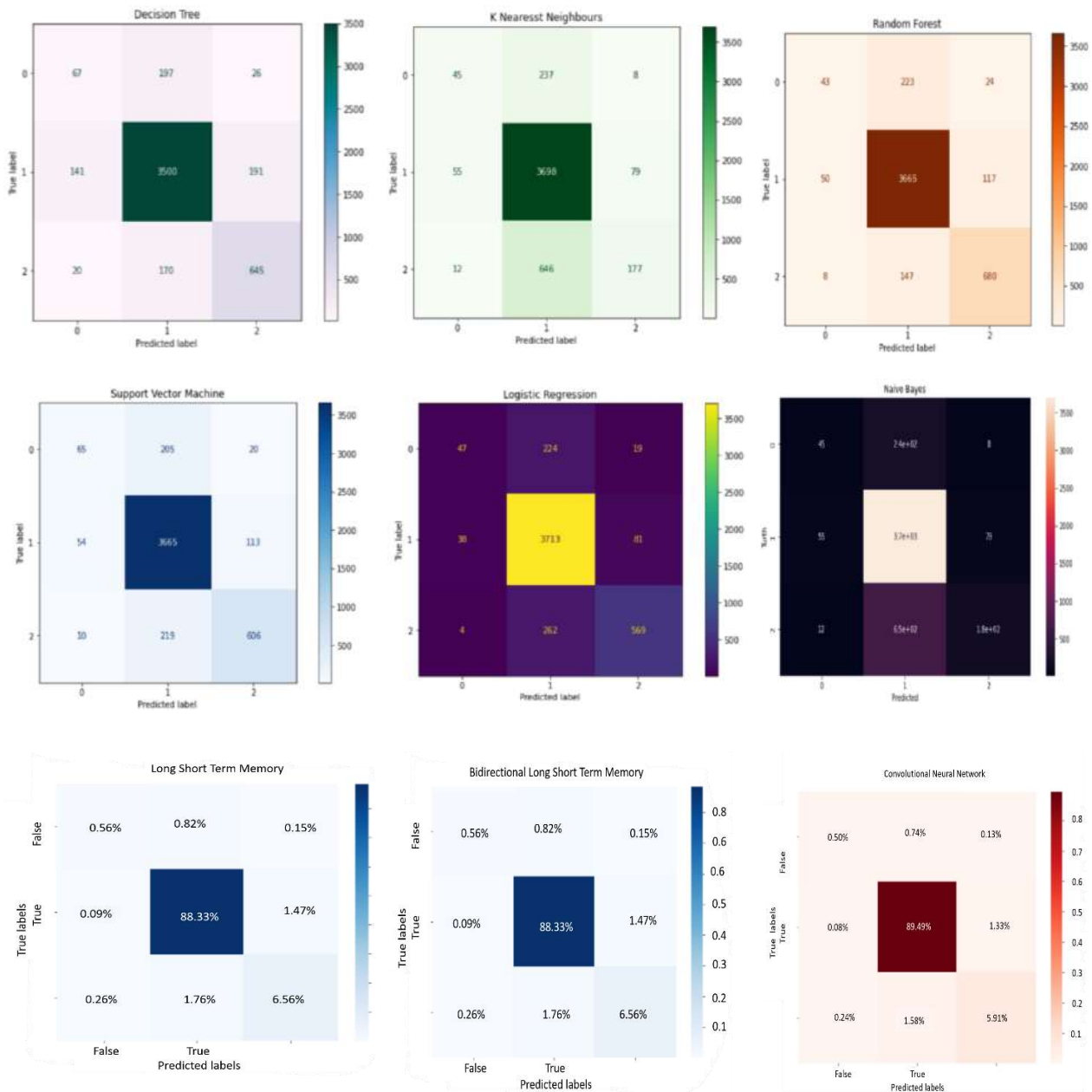
Сурет 2 -де BiLSTM алгоритмі LSTM-тің өзге қабаттарын қалай қосатыны көрсетілген, ол өз кезегінде ақпарат ағынының бағытын өзгертеді. Бұл қарапайым тілмен айтқанда, енгізу тізбегі қосымша LSTM қабатында кері тәртіпте орындалады дегенді білдіреді. Одан кейін екі LSTM қабатының нәтижелері қосу, орташалау, біріктіру және нәтижелерді көбейту сияқты бірнеше түрлі операциялардың көмегімен біріктіріледі. Осыған байланысты желі қол жеткізе алатын ақпарат көлемі артады және алгоритм беретін контекст дәлірек болады [14]. Әдеттегі LSTM-ден айырмашылығы, кірістер екі бағытта да жүре алады және ол кез келген бағыттағы ақпаратты пайдалана алады.

### Зерттеу нәтижелері мен талқылаулар

BiLSTM-ді ғадауат тілді сөздерді анықтауға қолдану көптеген салаларда, әсіресе әлеуметтік медиа модерациясында және цифрлық қауымдастықты басқаруда кең ауқымды әсер етеді. Бұл платформалардың алдында тұрған маңызды қиындықтардың бірі кемсітушілік белгілері бар сөздер, ғайбат сөздерді қамтитын желі пайдаланушы пайдаланатын пікірлердің үлкен көлемін басқару болып табылады. Мұндай пікірлер тізбегін қолмен жіктеп бөлу уақытты қажет етеді, BiLSTM негізіндегі модельді енгізу осы модерация процестерінің тиімділігін айтарлықтай арттыра алады, өйткені ол мәтіндерді ғадауат тілді сөздерді автоматты түрде және үздіксіз тексере алады. Бұл мұндай пікірлерді ерте анықтауға және жоюға көмектеседі, осылайша қауіпсіз және инклюзивті онлайн ортаны жасауға мүмкіндік туады. Сонымен қатар, бұл модель пайдаланушы шолулары мен пікірлері жиі тексерілмей қалатын жаңалықтар порталдары және электрондық коммерция веб-сайттары сияқты басқа сандық платформалар үшін де пайдалы болуы мүмкін.

Сурет 3-де дөрекі тіл, позитивті тіл және бейтарап тіл ретінде дөрекі тілді анықтаудың үш класында, яғни ғадауат тілді пікірлер, кемсіту белгілері бар сөз тіркестер және бейтарап пікірлер бойынша машиналық оқытудың әртүрлі әдістерін қолдану арқылы алынған анықтау матрицаларының нәтижелері көрсетілген.

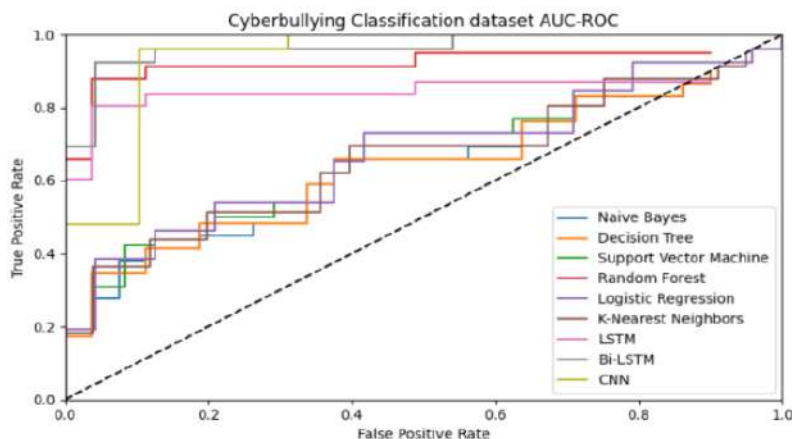
Сурет 4-де әртүрлі машиналық оқыту алгоритмдерінің AUC-ROC қисықтары салыстырылады, оның ішінде екі жақты ұзақ қысқа мерзімді жад желісін қорлайтын тілдің екілік классификациясында. Нәтижелер зерттелген BiLSTM желісі алғашқы оқу дәуірінен жоғары нәтиже беретінін көрсетеді.



Сурет 3. Басқа үлгілерді қолданатын шатастыру матрицасы

BiLSTM моделі ғадауат тілді анықтау мәселесінде бірнеше артықшылықтарды ұсынады. Оның негізгі күші деректердегі күрделі үлгілер мен тәуелділіктерді шығаруға мүмкіндік беретін деректер тізбегін алға және кері өңдеу мүмкіндігіне ие.

Бұл екі бағытты тәсіл модельге тілді қолданудың кең контекстін түсіруге мүмкіндік береді, ол тіл қолдану контекстіне және нәзіктіктеріне өте тәуелді болуы мүмкін қорлайтын тілді дәл анықтау үшін өте маңызды.



Сурет 4. Файбат сөзді тілді анықтаудағы AUC-ROC қисығы

Қолмен жасалған мүмкіндіктерге сүйенетін дәстүрлі машиналық оқыту үлгілерінен айырмашылығы, BiLSTM деректерден сәйкес мүмкіндіктерді автоматты түрде игере алады (Кесте 2), бұл үлкен көлемді деректерді жобалау қажеттілігін азайтады.

Кесте 2. Алынған нәтижелерді салыстыру

Мәліметтер қоры	Қолданылған тәсілдер	Моделдер	Нақтылық	Дәлдік	Қайта шақыру	F-score	ROC
Бейәдеп тілді сөздерден құралған пікірлер	Машиналық оқыту моделдері	SVM	0.873	0.852	0.862	0.851	0.78
		KNN	0.856	0.839	0.831	0.837	0.92
		NB	0.874	0.832	0.863	0.851	0.80
		DT	0.602	0.524	0.585	0.642	0.65
		RF	0.851	0.854	0.822	0.856	0.77
	LR	0.862	0.853	0.837	0.858	0.78	
	Терең оқыту моделдері	CNN	0.892	0.895	0.898	0.896	0.93
		LSTM	0.901	0.896	0.91	0.898	0.93
		BiLSTM	0.902	0.916	0.904	0.899	0.94

Ұсынылған BiLSTM моделінің ғадауат тілді сөздерді анықтауға арналған көптеген артықшылықтарына қарамастан, ескеретін біршама шектеулері бар екенін де ескерген дұрыс. Біріншіден, екі бағытты модель ескі және жаңа контексттерді қамтығанымен, модельдің күрделілігі мен есептеулер жеткілікті мөлшерде уақытты бөлуді талап етеді. Бұл жылдамдық маңызды рөл атқаратын қолданбаларда пайдаланғанда қиындықтар тудыруы мүмкін. Екіншіден, модельдің өнімділігі көбінесе оқыту деректерінің сапасына байланысты, яғни, жаттығу деректері ғадауат тілді сөздің әртүрлілігін жеткілікті түрде көрсетпесе, үлгі көрінбейтін деректерді жалпы бір ортаға келтіре алмауы мүмкін. Сонымен қатар, модель шығысы гиперпараметрлерге жіті көңіл аударуды талап етеді, жоғары өнімділікті нәтижеге жету үшін ауқымды түрде реттеуді қажет етеді. Соңында, BiLSTM моделі ұзақ тізбекті мәтіндерді өңдей алатынына қарамастан, ол өзінің бекітілген өлшемді жасырын күйіне байланысты өте ұзақ мәтіндермен жасырын түрде жұмыс жүргізіліп жатуы мүмкін.

### Қорытынды

Қорытындылай келе, қиындықтар мен одан әрі жетілдіру мүмкіндіктері сақталғанымен, ұсынылған BiLSTM моделі сандық платформалардағы кең таралған ғадауат тілді сөздерден құралған пікірлер мәселесін шешуде айтарлықтай жетістіктер мен нәтижелер көрсетті. Ол дәстүрлі әдістермен тиімді шешуге болмайтын мәселелерге автоматтандырылған шешімдерді

ұсыну арқылы адам тілінің күрделілігін түсінуде терең оқыту әдістерінің тиімділігін көрсетті. Бұл ғылыми зерттеу жұмысы қауіпсіз және инклюзивті цифрлық коммуникация платформаларын жасау үшін жасанды интеллект күшін пайдалану жолындағы маңызды қадамды білдіреді. Бұл саладағы болашақ жетістіктер тек сенімді және тиімді үлгілерді жасап қана қоймайды, сонымен қатар цифрлық медиада тілді түсіну және модельдеу туралы жаңа түсініктер береді деп күтілуде.

*Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

- 1 Omarov B., Suliman A., Tsoy A. *Parallel backpropagation neural network training for face recognition* // *Far East Journal of Electronics and Communications*. – 2016. – Т. 16. – №. 4. – С. 801-808.
- 2 Toktarova A. et al. *Hate Speech Detection in Social Networks using Machine Learning and Deep Learning Methods* // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. – 2023. – Т. 14. – №. 5.
- 3 Govers J. et al. *Down the Rabbit Hole: Detecting Online Extremism, Radicalisation, and Politicised Hate Speech* // *ACM Computing Surveys*. – 2023.
- 4 Govers J. et al. *Down the Rabbit Hole: Detecting Online Extremism, Radicalisation, and Politicised Hate Speech* // *ACM Computing Surveys*. – 2023.
- 5 Ali M. et al. *Social media content classification and community detection using deep learning and graph analytics* // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2023. – Т. 188. – С. 122252.
- 6 Husain F., Uzuner O. *A survey of offensive language detection for the Arabic language* // *ACM Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing (TALLIP)*. – 2021. – Т. 20. – №. 1. – С. 1-44.
- 7 Babu N. V., Kanaga E. G. M. *Sentiment analysis in social media data for depression detection using artificial intelligence: a review* // *SN Computer Science*. – 2022. – Т. 3. – С. 1-20.
- 8 Asghar M. Z. et al. *Exploring deep neural networks for rumor detection* // *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. – 2021. – Т. 12. – С. 4315-4333.
- 9 Ullah F. et al. *IDS-INT: Intrusion detection system using transformer-based transfer learning for imbalanced network traffic* // *Digital Communications and Networks*. – 2023.
- 10 Azzi S. A., Zribi C. B. O. *From machine learning to deep learning for detecting abusive messages in arabic social media: survey and challenges* // *International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*. – Cham : Springer International Publishing, 2020. – С. 411-424.
- 11 Ghosal S., Jain A. *HateCircle and Unsupervised Hate Speech Detection Incorporating Emotion and Contextual Semantics* // *ACM Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing*. – 2023. – Т. 22. – №. 4. – С. 1-28.
- 12 Yadav D. et al. *Age group prediction on textual data using sentiment analysis* // *Proceedings of the 9th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*. – 2020. – С. 61-65.
- 13 Machová K., Mach M., Porezaný M. *Deep Learning in the Detection of Disinformation about COVID-19 in Online Space* // *Sensors*. – 2022. – Т. 22. – №. 23. – С. 9319.
- 14 Singh J. P. et al. *Attention-based LSTM network for rumor veracity estimation of tweets* // *Information Systems Frontiers*. – 2020. – С. 1-16.

Н.А. Тойганбаева<sup>1\*</sup>, А.Н. Алимова<sup>2</sup>, М.Ж. Сақыпбекова<sup>1</sup>,  
Ф.Р. Гусманова<sup>1</sup>, Ф.С. Әбдіманан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>ҚазМұнайГаз Инжиниринг Жауапкершілігі шектеулі серіктестік, Астана қ., Қазақстан

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

## НЕЙРОНДЫ ЖЕЛІЛЕР НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ-ОРЫС ТІЛДЕРІНДЕГІ ҚОЛЖАЗБА МӘТІНДЕРДІ ТАҢУ

*Аңдатпа*

Мақалада кириллица графикасына негізделген қазақ және орыс тіліндегі қолжазбаны тануға рекурентті нейронды желілерді қолдану қарастырылды. Қолжазба мәтіндерін тану мәтін жазылған қағазды сканерлеуден, алынған ақпаратты мәтіндерге және бейнелерге бөлуден, қолжазбаларды интеллектуалды тану үшін әдістерді қолданудан және нәтижелерді өңдеуден тұратын күрделі құрылымды үдеріс. Бұл ғылыми жұмыста А. Abdallah ұсынған толық жабық конволюциялық нейрондық желілер негізінде құрылған жаңа моделді пайдаланылып, қазақ және орыс қолжазба мәтінін тану мәселесі шешіліп, нәтижелерге талдау жасалды. Жұмыста Gated-CNN-BGRU(CCN, convolutional neural networks, bidirectional gated recurrent unit, конволюциялық нейрондық желілер-екі бағытты басқарылатын блок) архитектурасына негізделген модель сипатталып, қолжазба тану бойынша таңбалар қатесінің жиілігі, сөздер қатесінің жиілігі және сөйлемдер қатесінің жиілігі есептелді. Қолжазбаны тану жүйелерін оқыту және сынау үшін қазақ және орыс тіліндегі НКР (Handwritten Kazakh & Russian) және КОНТД (Kazakh Offline Handwritten Text Dataset) қолжазба деректер жиыны алынды. Ұсынылған модель Python үшін TensorFlow кітапханасын қолдана отырып жүзеге асырылды.

**Түйін сөздер:** қолжазбаны тану, нейронды желілер, TensorFlow, деректер жинағы, терең оқыту.

Н.А. Тойганбаева<sup>1</sup>, А.Н. Алимова<sup>2</sup>, М.Ж. Сақыпбекова<sup>1</sup>, Ф.Р. Гусманова<sup>1</sup>, Ф.С. Әбдіманан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казакский Национальный университет имени Аль-Фараби, г. Алматы, Казакстан

<sup>2</sup>Товарищество с ограниченной ответственностью КазМунайГаз Инжиниринг,

г. Астана, Казакстан

## РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ НА КАЗАХСКО-РУССКОМ ЯЗЫКЕ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Аннотация*

В статье рассмотрено использование рекуррентных нейронных сетей для распознавания рукописного ввода на казахском и русском языках на основе кириллической графики. Распознавание рукописных текстов представляет собой сложный структурированный процесс, состоящий из сканирования бумаги с текстом, разделения полученной информации на тексты и изображения, использования методов интеллектуального распознавания рукописей и обработки результатов. В этой научной работе была решена проблема распознавания казахского и русского рукописного текста с использованием новой модели глубокой нейронной сети на основе полностью закрытого CNN, предложенного Abdallah, и проведен анализ результатов. В работе была описана модель, основанная на архитектуре Gated-CNN-BGRU(CCN, convolutional neural networks, Bidirectional gated recurrent unit, сверточные нейронные сети-двунаправленный управляемый блок), и рассчитана частота ошибок символов, частота ошибок слов и частота ошибок предложений по распознаванию рукописных текстов. Для обучения и тестирования систем распознавания рукописей использованы наборы рукописных данных НКР (Handwritten Kazakh & Russian) и КОНТД (Kazakh Offline Handwritten Text Dataset) на казахском и русском языках. Предложенная модель была реализована с использованием библиотеки TensorFlow для Python.

**Ключевые слова:** распознавание почерка, нейронные сети, TensorFlow, набор данных, глубокое обучение.

N.A. Toiganbaeva<sup>1</sup>, A.N. Alimova<sup>2</sup>, M.Zh. Sakypbekova<sup>2</sup>, F.R. Gusmanova<sup>1</sup>, G.S Abdimanap<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>KazMunayGas Engineering Limited Liability Company, Astana, Kazakhstan

## RECOGNITION OF HANDWRITTEN TEXTS IN KAZAKH-RUSSIAN BASED ON NEURAL NETWORKS

### Abstract

The article considers the use of recurrent neural networks for handwriting recognition in Kazakh and Russian languages based on Cyrillic graphics. Handwritten text recognition is a complex structured process consisting of scanning paper with text, dividing the received information into texts and images, using methods of intelligent recognition of manuscripts and processing the results. In this scientific work, the problem of recognition of Kazakh and Russian handwritten text was solved using a new deep neural network model based on a fully closed CNN proposed by Abdallah, and the results were analyzed. The paper describes a model based on the Gated-CNN-BGRU architecture (CCN, convolutional neural networks, Bidirectional gated recurrent unit), and calculates the error rate of characters, the error rate of words and the error rate of sentences for recognizing handwritten texts. Russian and Kazakh handwritten data sets HKR (Handwritten Kazakh & Russian) and KOHTD (Kazakh Offline Handwritten Text Dataset) in Kazakh and Russian were used for training and testing of manuscript recognition systems. The proposed model was implemented using the TensorFlow library for Python.

**Keywords:** handwriting recognition, neural networks, TensorFlow, dataset, deep learning.

### Кіріспе

Цифрландыру заман таман талабы болғандықтан бизнес үрдістердегі құжатайнылым сандық форматқа көшіп жатыр. Алайда, шот-фактуралар, салықтар, жадынамалар мен сауалнамалар, тарихи деректер және емтихан сұрақтарына жауаптар сияқты көптеген құжаттарда қолжазба енгізу қажеттілігі әлі де бар. Осыған байланысты қолжазба мәтінді тану қажеттілігі туындайды. Қолжазба мәтінді тану (ағылш. Handwritten Text Recognition, HTR) - компьютер арқылы қолжазба мәтіндерді сандық форматқа автоматты аудару әдісі. Кириллица графикасына негізделген қазақ және орыс тіліндегі қолжазбаны тану бойынша зерттеу жұмыстары аз, сондықтан да зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігі туындайды.

Қолжазбаны тану тәсілдерін жасырын Марков модельдерге (HMMs, Hidden Markov models) және рекуррентті нейронды желілерге (RNNs – Recurrent neural network) негізделген әдістер деп екі санатқа бөлуге болады. Жасырын Марков модельдері – бұл машиналық оқыту мен сигналдарды өңдеуде қолданылатын қуатты ықтималдық моделі. Мәтінді тану үшін жасырын Марков модельдеріне негізделген тәсілдердің бірқатар артықшылықтары бар. Бұл модельдер шуға төзімді және емледегі өзгерістерді тасымалдай алады және осы модельдерін оқытудың автоматтандырылған алгоритмдері бар, ал HMM құралдары еркін қол жетімді. Қолжазба мәтіндерін сегменттеу қателіктерге бейім және уақытты қажет етеді, жасырын Марков модельдеріне бұл қажет емес. Жасырын Марков модельдерін пайдаланып қолжазбаны тану мәселелері [1], [2], [3] ғылыми жұмыстарында қарастырылып, талқыланды. AlKhateeb [4] жасырын Марков модельдерін (HMM) қолдана отырып, сөзге негізделген оффлайн тану жүйесі ұсынылады. Қолжазбаны тану әдісі алдын ала өңдеуді, белгілерді алуды және жіктеуді қамтитын үш кезеңнен тұрады. Бірінші қадамда кіріс сценарийлерінен сөздерді сегменттеу және қалыпқа келтіру іске асырылады. Содан кейін, сөздің әр айна бейнесінде қозғалатын жылжымалы терезені пайдаланып, әр бөлінген сөзден қарқындылық белгілерінің жиынтығы жиналады. Сонымен қатар, ішкі сөздер мен диакритиктердің саны сияқты құрылымдық ақпарат алынады. Ақырында, бұл сипаттамалар жіктеу схемасына біріктіріледі. Intensity функциялары HMM классификаторын оқыту үшін пайдаланылып, нәтижелер жоғары тану жылдамдығы үшін құрылымдық функцияларды қолдана отырып қайта бағаланады. Зерттеу жұмысында 32492 қолмен жазылған араб сөздерін қамтитын IFN / ENIT дерекқорын қолдана отырып, ауқымды сынақтар жүргізілген.

Рекурентті нейрондық желілер – элементтер арасындағы байланыстар бағытталған тізбекті құрайтын нейрондық желілердің бір түрі. Осы бағытталған тізбектер арқасында уақыт бойынша оқиғалар сериясын немесе дәйекті кеңістіктік тізбектерді өңдеу мүмкіндігі пайда болады. Рекурентті желілер өздерінің ішкі жадын еркін ұзындықтағы тізбектерді өңдеу үшін пайдалана алады. Сондықтан рекурентті нейрондық желілері қолжазба мәтінін тану немесе сөйлеуді тану есептерінде сәтті қолданысқа ие. Басқарылатын рекурентті блок (Gated recurrent unit, GRU) [5] және ұзақ қысқа мерзімді жады (Long short-term memory, LSTM) [6] сияқты рекурентті нейрондық желілер сөйлеуді тану, машиналық аударма жасау, бейнелерді тану есептерін шешуде керемет нәтижелер көрсетті. Қолжазба мәтін жазылған кескіндегі мәтіндерді тану үшін екі өлшемді кескінді векторға түрлендіріп, кодер мен декодерге жіберу керек. Осы мәселені шешу үшін GRU және LSTM рекурентті желілері көптеген көздерден алынған ақпарат пен мүмкіндіктерді біріктіріп, қолжазба тізбегін алады. Кіріс функциясы байланысты уақытша қолдайтын классификациясы (Connectionist Temporal Classification, CTC) модельдерін қолдануға байланысты кескіндегі мәтіндерді сегменттеу қажет емес [7]. Ақырында деректерді шығыс деректерімен сәйкестендіру іске асырылады.

Ingle R.R. [8] зерттеу жұмысында қолжазба мәтіндерін тану жүйесін құруда кездесетін деректер, тиімділік және интеграция мәселелерін қарастырған. Зерттеуші ауқымды онлайн қолжазба деректерін пайдалануды және қолжазбаларды тануда қайталанатын байланыссыз нейрондық желілерге негізделген сызықты тану моделін ұсынады. Модель LSTM негізіндегі модельдермен салыстырылатын дәлдікке қол жеткізеді, сонымен бірге оқыту мен логикалық қорытындыда жақсы параллелизмді қамтамасыз етеді. Бұл компоненттер қолжазбаны танудың көлемді мәтіндерін тану жүйесіне біріктіру шешімін құрайды.

Esparna-Boquera [9] шексіз, дербес қолжазба мәтіндерін тану үшін жасырын Марков моделінің (НММ) және жасанды нейрондық желінің (ANN) гибридті модельдерін ұсынады. Марков тізбектері оптикалық модельдердің құрылымдық элементтерін сипаттау үшін пайдаланылды, ал сәулелену ықтималдығын бағалау үшін көп қабатты перцептрон қолданылды. Бақыланатын оқыту тәсілдерінің арқасында бұл жұмыс қолжазба мәтінінен көлбеуді алып тастаудың және мәтіндік кескіндердің өлшемін қалыпқа келтірудің жаңа стратегияларын ұсынады. Көлбеуді түзету және өлшемді қалыпқа келтіру мәтіндік контурлардың жергілікті экстремумдарын жіктеу үшін көп қабатты перцептрондарды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Жасанды нейрондық желілер көлбеуді біркелкі емес жолмен азайту үшін де қолданылады. Эксперименттер IAM дерекқорынан қолмен жазылған мәтіннің автономды жолдарын қолдану арқылы жүргізілді және қол жеткізілген тану көрсеткіштері жарияланған нәтижелермен салыстырғанда бірдей жұмыс үшін ең жақсы көрсеткіштердің бірі болды.

Ф. Абдурахман [10] конвульсиялық қайталанатын нейрондық желілерге негізделген амхар тілінде (Эфиопия федералды үкіметінің тілі) автономды қолжазба сөздерді тану жүйесін ұсынады. Зерттеу жұмысында қолмен жазылған амхар сөздерін тану үшін нейрондық желілер қолданылған. Конволюциялық нейрондық желілер (CNNs, convolutional neural networks) сөздердің кіріс кескіндерінен белгілерді алу үшін, қайталанатын нейрондық желілер (RNNs) тізбекті кодтау үшін және байланысты уақытша қолдайтын классификациясы (CTC) жоғалту функциясы ретінде ұсынылған. Зерттеушілер HARD-I қолмен жазылған амхар сөздерінің деректер жинағын жасады, ең тиімді тану моделі WER 5,24% және CER 1,15% көрсетті. Ұсынылған модельдер амхар тіліндегі ресми қолжазба сөздерді тану үшін қолданыстағы модельдермен салыстырғанда бәсекеге қабілетті өнімділікті қамтамасыз етеді.

J.C. Aradillas бастаған зерттеушілер тобы [11] тарихи құжаттардағы қолжазба мәтіндерді оффлайн тану мәселесін қарастырып, негізгі үш мәселені шешті. Біріншіден, тану моделінің қай деңгейлерін дәл баптауды қажет ететінін талдай отырып, массивті дерекқордан кішірек тарихи дерекқорға тасымалдауды оқытуды (transfer learning, TL) жүзеге асырды. Екіншіден, біз тасымалдауды оқытуды тиімді біріктіру және деректер көлемін (data augmentation, DA) көбейту әдістерін талдады. Соңында, оқу жинағындағы қате таңбалаудың салдарын азайту

алгоритмін ұсынды. Қолжазбаны тану ICFHR 2018 competition database, Washington және Parzival деректер жиыны негізінде талданды және біз сынақтар нәтижесі таңбалардағы қателер жиілігі айтарлықтай төмендеген (кейбір жағдайларда 6 пайыздық тармаққа дейін).

T.Ngo [12] жапон және қытай тілдерінде оффлайн режимде қолмен жазылған мәтін жолдарының кескіндерін анықтау үшін рекурентті нейронды желінің түрлендіргіш моделін ұсынады. Бұл ұсынылған модель үш негізгі компоненттен тұрады:

- CNN көмегімен кіріс кескінінен визуалды белгілерді шығаратын, содан кейін BLSTM көмегімен визуалды белгілерді кодтайтын визуалды белгілер кодтаушысы;
- кірістірілген қабаттар мен LSTM көмегімен кіріс кескінінен лингвистикалық белгілерді шығаратын және кодтайтын лингвистикалық контекстті кодтаушы;
- толық қосылған softmax қабаттары мен қабаттары арқылы визуалды және лингвистикалық ерекшеліктерді соңғы тегтер тізбегіне біріктіретін, содан кейін декодтайтын бірлескен декодер.

Ұсынылған модель кіріс кескінінің визуалды және лингвистикалық ақпаратын пайдаланады. Модельдің өнімділігі Kuzushiji және SCUT-EPT деректер жиынтығында бағаланды.

Екі бағытты LSTM (Blstm) - бұл негізінен табиғи тілді өңдеу үшін қолданылатын қайталанатын нейрондық желі. Стандартты LSTM-ден айырмашылығы, кіріс екі бағытта да келеді және ол ақпаратты екі жағынан да қолдана алады. Бұл сонымен қатар тізбектің екі бағытындағы сөздер мен сөз тіркестері арасындағы дәйекті тәуелділіктерді модельдеудің қуатты құралы.

H. M. Balaha [13] оқыту, тестілеу және валидация үшін араб қолжазба таңбаларының HMBD (handwritten characters' dataset, HMBD) үлкен және күрделі деректер жиынтығын жинау, дайындау, тазарту және алдын-ала өңдеуді талқылайды. Ғылыми жұмыста Араб қолжазба таңбаларының тану үшін HMB1 және HMB2 деп аталатын конволюциялық нейрондық желі архитектурасынан (CNN) бар терең оқыту жүйесінен (deep learning DL) тұратын жүйені ұсынады. Сипатталған жүйенің архитектурасының дәлдік көрсеткіштері жоғары және бұрын жарияланған мәліметтер жиынтығы негізінде жалпылауға болады.

### **Зерттеудің мақсаты мен міндеттері**

Зерттеудің мақсаты - рекурентті нейронды желілер негізінде қазақ-орыс тілдеріндегі қолжазбаны тануға бағдарламалық кешенді құру. Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін келесі міндеттерді жүзеге асыру керек:

1. Мәтінді оптикалық тану есептеріне рекурентті нейронды желіні қолданған шешімдерге шолу және талдау жасау,
2. Қазақ-орыс тілдерінде қолжазба мәтіндерінің деректер жинағы негізінде қазақ-орыс тілінде қолжазба мәтінді тануды жүзеге асыру .
4. Қазақ-орыс тілдерінде қолжазба мәтіндерінің деректер қоры негізінде рекурентті нейронды желі әдісімен эксперименттер жүргізу.

Нейрондық желілерді пайдалануға негізделген қазақ-орыс тілінің қолжазбасын тану мәселесі [14, 15] ғылыми жұмыстарда қарастырылған. Кириллица графикасына қатысты қазақ және орыс тілдеріндегі қолжазбаларды тану есептері шешіліп, нәтижелері жарияланды [16, 17]. Бұл жұмыстарда орыс тіліндегі қолжазба мәтіндерді тануға басымдылық берілген. Қазақ тіліндегі қолжазба мәтінін тану әлі де толық зерттелмеген күйінде қалып отыр. Осыған байланысты қазақ тілінің қолжазба мәтінін танудың жаңа тиімді алгоритмдерін әзірлеу және зерттеу өзекті болып отыр. Осыған орай, қазақ тіліндегі қолжазбаларды тануға назар аударып, қазақ-орыс тілінің қолжазба мәтінін тану мәселесін шешуге, нейрондық желілерді қолдануға негізделген тәсіл осы мақалада қарастырылады. Қазақ-орыс тілінің қолжазба мәтінін танудың негізгі кезеңі мынадай кезеңдерден тұрады:

1. Кескінді алдын-ала өңдеу (алдын-ала өңдеу) қолжазба мәтінін тану: бұл кезеңде кескіннің сапасын жақсарту және оны сегменттеуге ыңғайлы түрге келтіру мақсатында өңдеу жүреді.



Алдын ала өңдеу кезеңінде қолжазба мәтіні сканерленеді. Қолжазба мәтін жазылған қағаз құжаттар цифрлық графикалық көскінге айналады.

2. Сканерленген қолжазба мәтінін сөздерге сегменттеу. Бұл кезеңде сканерленген қолжазба мәтіні талдауға ыңғайлы бөліктерге бөлінеді немесе сегменттеледі. Бұл кезеңдегі негізгі әрекеттер – мәтінді жеке жолдарға бөлу (жолдарды сегментациялау) және жолдарды сөздерге бөлу (сөздерді сегментациялау), мұнда бос орын олардың бөлгіші болып табылады. Ол үшін шуды жою және сөздердің шекараларын анықтау үшін мәтінге сүзгілер дәйекті түрде қойылады.

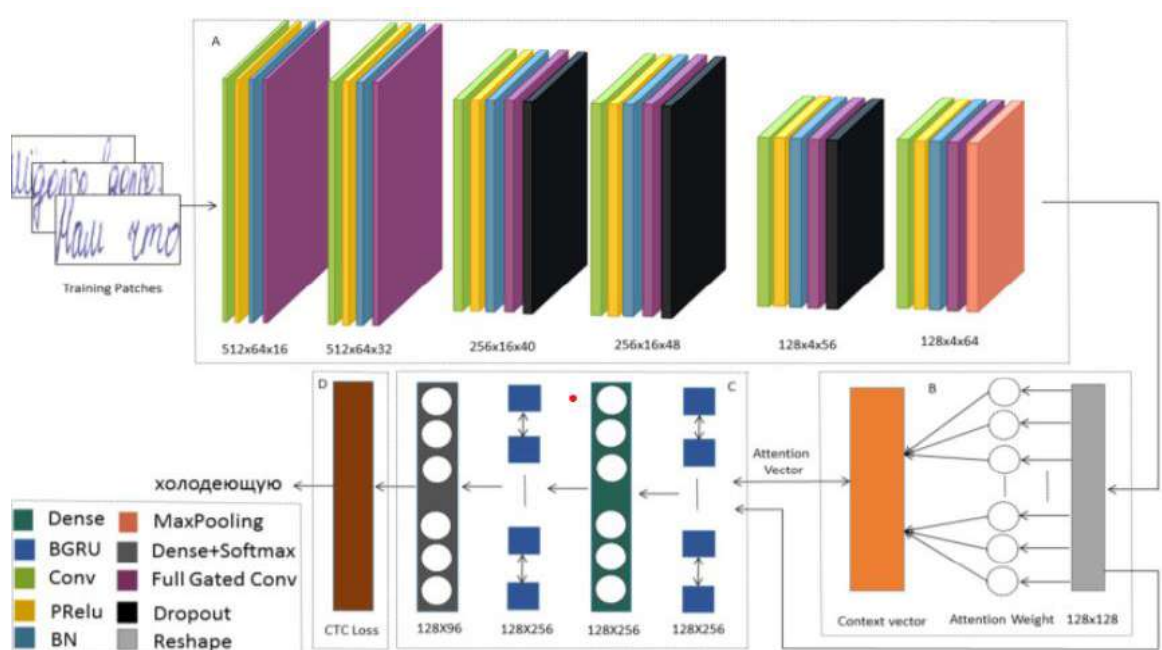
3. Тану үшін қолмен жазылған сканерленген және бөлінген сөздердің дерекқорларын жасау, толтыру.

4. Нейрондық желілердің көмегімен қазақ-орыс тілінің қолжазба мәтінін тану үдерісін зерттеу.

5. Қазақ-орыс тілінің қолжазба мәтінін оптикалық тану үшін құралдар әзірлеу

8. Ұсынылған алгоритмдердің тиімділігін бағалау үшін қазақ-орыс тілінің қолжазба мәтінін танудың эксперименттік жүйесін әзірлеу.

Бұл мақалада А. Abdallah ұсынған [18] толық жабық CNN негізінде терең нейрондық желінің жаңа моделін пайдаланып, қазақ және орыс қолжазба мәтінін тану есебі қарастырылады. Жабық бағытталған CNN-BGRU (convolutional neural networks- bidirectional gated recurrent unit, конволюциялық нейрондық желілер-екі бағытты басқарылатын блок) архитектурасы сипаты келесі суретте беріледі (Сурет 1).



Сурет 1. Қолжазбаны тануға арналған жабық бағытталған CNN-BGRU жүйесі

Жүйе төрт негізгі бөліктен тұрады:

- (A) кодтаушы;
- (B) назар аудару блогы;
- (C) декодер;
- (D) Байланысты орнатуды уақытша қолдайтын классификация (СТС).

Кодтаушы көмегімен қолжазба жазылған кескіндер тұрақ белгілер векторлық қатарға түрлендіріледі. Кодтаушы желісі суреттерден тиісті белгілерді алуға үйретуге сәйкес келетін 6 конволюциялық блоктан тұрады. Әрбір блок бірінші, екінші, төртінші және алтыншы блоктарда (3, 3) және үшінші және бесінші блоктарда (2, 4) өлшемді сүзгі ядросын қолданатын

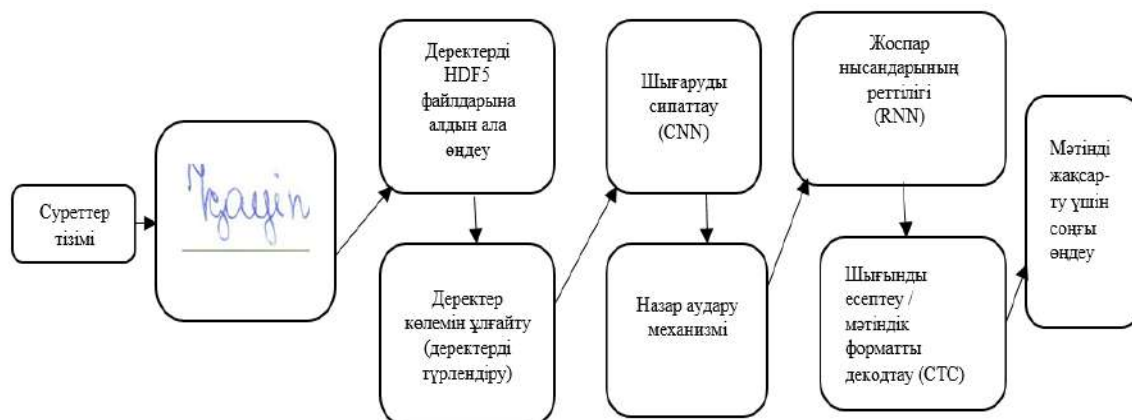
конволюциялық операциядан тұрады. Параметрлік түзетілген сызықтық блок (ReLU) және пакеттік қалыпқа келтіру қолданылады. Қайта оқытуды азайту үшін біз кейбір конволюциялық қабаттарда скринингті қолданамыз (скрининг ықтималдығы 0,2).

Назар аударушы блок – декодер контекстік векторды құруды жеңілдетуді пайдаланып, бастапқы тізбектердің кеңейтілген кодтауын жүзеге асыратын механизм. Декодер таңбалар тізбегін болжау үшін белгілер тізбегін өңдейді. Gate басқару элементтерінің идеясы объектілер векторын келесі қабатқа тарату болып табылады. Gate қабаты берілген позициядағы векторлық объектінің мәнін және іргелес мәндерді қарастырады және оны сол күйде ұстау немесе тастау керектігін анықтайды.

Шығыс деңгейіндегі байланысты орнатуды уақытша қолдайтын классификациясы (CTC – Connectionist Temporal Classification) тізбектерді таңбалау тапсырмаларына рекурентті нейронды желілерді қолданады.

Gated-CNN-BGRU архитектурасына негізделген модельді пайдаланып, кириллица негіздегі қазақ-орыс тілдеріндегі мәтіндер танылды. Алгоритм алты кезеңнен тұрады:

1. Алдын ала өңдеу
2. CNN қабаттары арқылы сипаттамаларды алу
3. Назар аударуға және шығыс функциясымен байланыстыру
4. Жоспар бойынша RNN реттілігі
5. Шығынды есептеу / мәтіндік форматты декодтау (CTC)
6. Соңғы мәтінді жақсарту үшін кейінгі өңдеу.



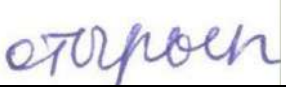



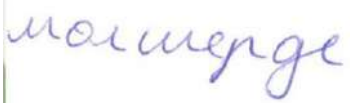
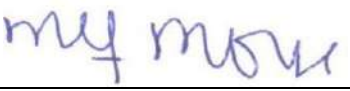


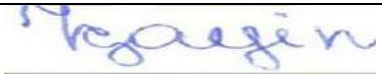
Сурет 2. Gated-CNN-BGRU архитектурасы

Кириллица графикасына негізделген қазақ және орыс тіліндегі НКР [16] және КОНТД [19] қолжазба деректер жиыны құрылып, әртүрлі зерттау жұмыстары жүргізіліп, нәтижелер алына бастады. НКР (Handwritten Kazakh & Russian) – 95% орыс және 5% қазақ сөздері/сөйлемдерінен тұратын қолжазба деректерінің жиыны. Деректер жиыны 1500-ден астам толтырылған нысандардан тұрады. НКР жиынында шамамен 63000 сөйлемді 200 түрлі авторлардың қолжазбасы енгізілген және 715699-нан астам таңба. НКР жиына арқылы зерттеушілер терең және машиналық оқыту арқылы қолжазбаны тану есептерін шеше алады. Kazakh Offline Handwritten Text Dataset (КОНТД) – қазақ тіліндегі алғашқы оффлайн қолжазба мәтіндерінің үлкен деректер жиыны. Бұл деректер жинағын құру үшін студенттердің жазбаша емтихан жұмыстары сканерленіп, генетикалық алгоритм көмегімен сегментацияланды. Деректер жиынында шамамен 922010 таңба және 140335 сегменттелген кескін жинақталды.

Қолжазбаны тану есебінің күрделілігі қолжазбаның, пішіндердің, әріптердің өлшемдерінің және әртүрлі тілдердің алуан түрлілігіне байланысты. Сондай-ақ, қолжазба мәтін бар қағазда "шу" болуы мүмкін, қағаздағы ақаулар, сыртқы дақтар – бұл қолайсыздықтар бүкіл үрдісті қиындатады. Қолжазба мәтіндегі әр сөздің каллиграфиялық түрде шығарылған әріптерінен

бастап, белгілі бір әріпті жазу стандарты болғанына қарамастан, әр адамның өз қолжазбасы бар. Әртүрлі авторлардың қолжазба мәтіндерін тану пайызы келесі кестеде көрсетілген (Кесте 1).

Кесте 1. Әртүрлі авторлардың қолжазба мәтіндерін тану пайызы

№	Кіріс	Ерікті пайдаланушының енгізген сөзі	Енгізілген сөз бен кіріс кескінде жазылған сөбен сәйкестік
1		отырып	100%
2		яғни	75%
3		адаш	67%
4		әдістеріне	84%
5		мөлшерде	100%
6		тұтын	83%
7		ипотекалық	90%
8		арқылы	83%
9		қауіп	60%

Кестеден енгізілген сөз бен кіріс кескінде жазылған сөздің сәйкестік пайызын анықтауда адамның қолжазбасы маңызды екенін көруге болады. Қазақ тілінде қолжазба мәтіндерде *н* және *қ* (Кесте 1, 7 жол), *м* және *ш* (Кесте 1, 3 жол), *н* және *и* (Кесте 1, 6 жол), *л* және *е* (Кесте 1, 8 жол) жазылуы ұқсас болуы мүмкін. Бұл тану ықтималдығын азайтады. Қолжазбаны қабылдау мен тануға мәтіндегі бос орындардың болуы да ықпал етеді. Бос орын мәтінді басынан аяғына дейін дәйекті түрде оқуға кері ықпалын тигізеді. Қолжазба деректер жиынын құруға арналған құралда логикалық көрсеткіштерге негізделіп жасалған.

### Зерттеу нәтижелері мен талқылау

Бұл бөлімде НКР және КОНТД екі түрлі деректер жиынтығында А. Abdallah ұсынған толық жабық CNN негізінде терең нейрондық желінің жаңа моделін пайдаланып, қазақ және орыс қолжазба мәтінін тану есебі қарастырылып, келесі нәтижелер алынды (Кесте 2).

Зерттеу жұмысында қойылған мақсатқа жету үшін міндеттер толық атқарылды:

1. Мәтінді оптикалық тану есептеріне рекурентті нейронды желіні қолданған шешімдерге шолу және талдау жасалды,
2. Қазақ-орыс тілдерінде қолжазба мәтіндерінің деректер жинағы негізінде қазақ-орыс тілінде қолжазба мәтінді тану Attention-Gated-CNN-BGRU моделі негізінде жүзеге асырылды.

4. Қазақ-орыс тілдерінде НКР және КОНТД екі түрлі деректер жиынтығында қолжазбаны тану бойынша таңбалар қатесінің жиілігі(CER), сөздер қатесінің жиілігі(WER) және сөйлемдер қатесінің жиілігі(SER) есептеліп, нәтижесі кесте түрінде берілді.

Кесте 2. Қазақ және орыс тіліндегі қолжазбаны тану бойынша таңбалар қатесінің жиілігі(CER), сөздер қатесінің жиілігі(WER) және сөйлемдер қатесінің жиілігі (SER)

Қолжазба деректер жиыны	Әдіс	CER	WER	SER
НКР	Attention-Gated-CNN-BGRU	6,40%	24%	36%
КОНТД	Attention-Gated-CNN-BGRU	8,22%	22,60%	25,22%

Ұсынылған және сыналған модель Python үшін TensorFlow кітапханасын [46] қолдана отырып жүзеге асырылды, бұл Python көмегімен GPU-да жоғары оңтайландырылған математикалық операцияларды пайдалануға мүмкіндік береді.

Кітапханаларда, мұражайларда және мұрағаттарда тарихи құжаттардың үлкен коллекциялары бар, олар қазіргі уақытта сақтау, жариялау мақсатында цифрландырылады және тарихи мәліметтерді онлайн цифрлық кітапханалар арқылы бүкіл әлемге қол жетімді жариялауға болады. Осындай тарихи құжаттарды нақты ақпараттық мазмұнмен, атап айтқанда мәтіннің транскрипциясымен қамтамасыз ету үшін қолжазбаны тану мәселесі іске асырылу керек. Болашақта тарихи құжаттардағы қолжазбаларды тану бойынша зерттеу жұмыстарын іске асыру жоспарланып отыр.

### Қорытынды

Соңғы 10 жылда қолжазба мәтіндерін тану саласындағы ілгерілеу байқалады. Есептеулердің күрделілігіне қарамастан, кейбір өте күрделі есептеулерді машиналық оқыту және рекурентті нейрондық желілер үшін жасалған құрылымдар арқылы шешуге болады. Қолжазба мәтінін тану есептерін шешуде нейрондық желілер сәтті қолданылады. Адам миының биологиялық құрылымына негізделген нейрондық желілер өзінің жоғарғы деңгейде есептеу мүмкіндігімен басқа оқыту алгоритмдерінен бірнеше есе тиімді болып есептеледі. Осы мақалада ең көп қолданылатын тану модельдері, атап айтқанда Жасырын Марков модельдеріне (HMM), конволюциялық (CNN) және қайталанатын нейрондық желілерге (RNN) негізделген модельдерге шолу жасалынып, талданды. Бұл жұмыста қазақ-орыс тілдерінде қолжазба мәтіндерінің деректер жинағы негізінде қазақ-орыс тілінде қолжазба мәтінді тану Attention-Gated-CNN-BGRU моделі негізінде жүзеге асырылды.

### Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

- 1 Bunke H., Bengio S., Vinciarelli A. *Offline recognition of unconstrained handwritten texts using HMMs and statistical language models, IEEE transactions on Pattern analysis and Machine intelligence.* – 2004. – Vol. 26 (6), P. 709–720
- 2 Safabakhsh R., Adibi P. *Nastaaligh handwritten word recognition using a continuous-density variable-duration HMM // Arabian Journal for Science and Engineering.* – 2005. – Vol. 30 (1). P. 95–120
- 3 Chen M.-Y., Kundu A., Srihari S. N. *Variable duration hidden Markov model and morphological segmentation for handwritten word recognition // IEEE transactions on image processing – 2005. – Vol 4 (12). P. 1675–1688*
- 4 AlKhateeb J. H., Ren J., Jiang J., Al-Muhtaseb H. *Offline handwritten arabic cursive text recognition using hidden Markov models and re-ranking // Pattern Recognition Letters – 2005. – Vol 32 (8). P.1081–1088.*
- 5 Chung J., Gulcehre C., Cho K., Bengio Y. *Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling // arXiv preprint arXiv.* – 2014. –Vol. 1412.3555.

- 6 Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory // *Neural computation* – 1997. – Vol. 9 (8). P. 1735–1780.
- 7 Graves A., Fern'andez S., Gomez F., Schmidhuber J. Connectionist temporal classification: labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks // *Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning*. – 2006. – P. 369–376.
- 8 Ingle R.R., Fujii Y., Deselaers T., Baccash J., Popat, A. A Scalable Handwritten Text Recognition System // *2019 International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*. – 1997. – P. 17-24.
- 9 Espana-Boquera S., Castro-Bleda M. J., Gorbe-Moya J., Zamora-Martinez F. Improving offline handwritten text recognition with hybrid HMM/ANN models // *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*. – 2010. – Vol. 33. P. 767–779.
- 10 Abdurahman F., Sisay E., Fante K. A. AHWR-net: offline handwritten amharic word recognition using convolutional recurrent neural network // *SN Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 3 (8). P. 1–11.
- 11 Aradillas J. C., Murillo-Fuentes J. J., Olmos P. M. Boosting offline handwritten text recognition in historical documents with few labeled lines // *IEEE Access* 9. – 2021. – P. 76674–76688. doi:10.1109/ACCESS.2021.3082689.
- 12 Ngo T. T., Nguyen H. T., Ly N. T., Nakagawa M. Recurrent neural network transducer for Japanese and Chinese offline handwritten text recognition // in: *International Conference on Document Analysis and Recognition, Springer, 2021*, P. 364–376.
- 13 Balaha H. M., Ali H. A., Saraya M., Badawy M. A. New arabic handwritten character recognition deep learning system (AHCR-dls) // *Neural Computing and Applications*. – 2021. – Vol. 33 (11). P. 6325–6367
- 14 N. Daniyar, B. Kairat, K. Maksat, A. Anel. Classification of handwritten names of cities using various deep learning models // *15th International Conference on Electronics, Computer and Computation*. Abuja, Nigeria. – 2019. – P. 1–4. doi:10.1109/ICECCO48375.2019.9043266
- 15 Abdallah A., Hamada M., Nurseitov, D.B. Attention-Based Fully Gated CNN-BGRU for Russian Handwritten Text // *Journal of Imaging*. – 2020. – Vol.6. doi: <https://doi.org/10.3390/jimaging6120141>
- 16 Nurseitov D., Bostanbekov K., Kurmankhojayev D., Alimova A., Abdallah A., Tolegenov R. Handwritten Kazakh and Russian (HKR) database for text recognition. *Multimedia Tools Applications*. – 2021. – Vol. 80, pp. 33075–33097.
- 17 Daniyar N., Kairat B., Maksat K., Anel A. Classification of handwritten names of cities using various deep learning models. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems* – 2021. – Vol 5, p.934-943, doi 10.25046/aj0505114
- 18 Abdallah A., Hamada M., Nurseitov D. Attention-based fully gated CNN-BGRU for russian handwritten text // *Journal of Imaging*. – 2020. – Vol. 6. P. 141. doi:10.3390/jimaging6120141.
- 19 Toiganbayeva N., Kasem M, Abdimanap G., Bostanbekov K., Abdallah A., Alimova A., Nurseitov D. KOHTD: Kazakh Offline Handwritten Text Dataset // *Signal Processing: Image Communication*. Elsevier.- 2022. – Vol.108. – P. 116827. doi: <https://doi.org/10.1016/j.image.2022.116827>
- 20 Abadi M., Agarwal A., Barham P., Brevdo E., Chen Z., Citro C., Corrado G.S., Davis A., Dean J., Devin, M. et al // *Tensorflow: Large-scale machine learning on heterogeneous distributed systems*. arXiv. – 2016. – Vol. 1603.04467.

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

МРНТИ 14.35.01

10.51889/2959-5894.2023.84.4.019

*К.С. Абдиев<sup>1\*</sup>, М. Жасандықызы<sup>1</sup>, Г.С. Примбетова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Университет «Туран», г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия*

<sup>\*</sup>*e-mail: k.abdiyev@turana-edu.kz*

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ  
СТАНДАРТОВ ИТ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ УНИВЕРСИТЕТОВ**

*Аннотация*

Исследована проблема отражения требований профессиональных стандартов отрасли ИТ в содержании образовательных программ университетов. Проведен анализ содержания образовательных программ, включенных в Реестр. В результате определены наиболее часто используемые профстандарты, изучено их содержание. Основными проблемами сопоставления содержания двух документов определены: отсутствие единого методологического подхода при их разработке; формальное использование названий профстандартов, без проекции их требований в результаты обучения; отсутствие свойств измеримости в формулировке требований к знаниям и навыкам, необходимых для выполнения трудовых функций профессий. Для изучения точек зрения представителей бизнеса и преподавателей университетов проведен опрос методом удобной выборки. Результаты показали, что в ИТ-компаниях, при приеме на работу практически не используются требования профстандартов. Представители вузов отмечают, что требования профстандартов должны быть детализированы, чтобы их можно было включать в содержание программ. Главной формой сотрудничества названо участие работодателей в разработке программ вузов. Результаты исследования могут быть использованы при разработке новых образовательных программ и систем оценивания готовности выпускников к профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** профессиональный стандарт, образовательная программа, профессиональные навыки, профессиональные квалификации, трудовые функции.

*К.С. Абдиев<sup>1</sup>, М. Жасандықызы<sup>1</sup>, Г.С. Примбетова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*«Туран» университеті, Алматы қ., Қазақстан*

<sup>2</sup>*Астрахань мемлекеттік техникалық университеті, Астрахань қ., Россия*

**УНИВЕРСИТЕТТІҢ БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫНДА АТ КӘСІБИ  
СТАНДАРТТАРЫНЫҢ ТАЛАПТАРЫН ПАЙДАЛАНУ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

*Аңдатпа*

Жоғары оқу орындарының білім беру бағдарламаларының мазмұнында АТ саласы кәсіптік стандарттарының талаптарын көрсету мәселесі зерттелді. Реестрге енгізілген білім беру бағдарламаларының мазмұнына талдау жүргізілді. Нәтижесінде жиі қолданылатын кәсіби стандарттар анықталып, олардың мазмұны зерделенді. Екі құжаттың мазмұнын салыстырудың негізгі проблемалары анықталды: оларды әзірлеуде бірыңғай әдісшаралық тұрғының болмауы; кәсіптік стандарттар атауларын олардың талаптарын оқыту нәтижелерінде көрсетпей, формалды пайдалану; кәсіптердің еңбек функцияларын орындау үшін қажетті білім мен дағдыларға қойылатын талаптарды

тұжырымдау кезінде өлшемділік қасиеттердің болмауы. Бизнес өкілдері мен университет оқытушыларының көзқарастарын зерделеу үшін ыңғайлы іріктеу әдісі арқылы сауалнама жүргізілді. Нәтижелер компанияларда жұмысқа қабылдау кезінде кәсіби стандарттар талаптары іс жүзінде қолданылмайтынын көрсетті. Жоғары оқу орындарының өкілдері кәсіптік стандарттар талаптарын бағдарламалардың мазмұнына енгізу үшін нақтылап өзгерту қажеттілігін атап көрсетеді. Екі жақтың ынтымақтастығының негізгі түрі ретінде жұмыс берушілердің университет бағдарламаларын әзірлеуге қатысуы екендігі аталады. Зерттеу нәтижелерін жаңа білім беру бағдарламаларын және түлектердің кәсіби қызметке дайындығын бағалау жүйесін әзірлеуде пайдалануға болады.

**Түйін сөздер:** кәсіби стандарт, білім беру бағдарламасы, кәсіби дағдылар, кәсіби біліктілік, еңбек функциялары.

*K.S. Abdiyev<sup>1</sup>, M. Zhassandykyzy<sup>1</sup>, G.S. Primbetova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Turan University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia*

## **PROBLEMS OF USING THE REQUIREMENTS OF IT PROFESSIONAL STANDARDS IN UNIVERSITY EDUCATIONAL PROGRAMS**

### *Abstract*

The problem of reflecting the requirements of professional standards of the IT industry in the content of educational programs of universities has been studied. An analysis of the content of educational programs included in the Register was carried out. As a result, the most frequently used professional standards were identified and their content was studied. The main problems of comparing the content of two documents are identified: the lack of a unified methodological approach in their development; formal use of the names of professional standards, without projection of their requirements into learning outcomes; lack of measurability properties in the formulation of requirements for knowledge and skills necessary to perform the labor functions of professions. To study the points of view of business representatives and university professors, a survey was conducted using a convenience sampling method. The results showed that in IT companies, the requirements of professional standards are practically not used when hiring. Representatives of universities note that the requirements of professional standards must be detailed so that they can be included in the content of programs. The main form of cooperation is the participation of employers in the development of university programs. The results of the study can be used in the development of new educational programs and systems for assessing graduates' readiness for professional activity.

**Keywords:** professional standard, educational program, professional skills, professional qualifications, labor functions.

### **Введение**

Теоретической основой проведения реформы в системе высшего образования Казахстана стал компетентностный подход. В регулирующих документах указывается о формировании общих и профессиональных компетенций выпускников университетов. В образовательных программах (ОП) все результаты формулируются с упоминанием компетенций в разных отраслях экономики. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования предложены в работе Хуторского А.В., автор выделил структуру компетенции, которую нужно установить для развития и оценки компетентностей [1]. В частности, в структуру компетенции он включил знания (уже известные знания), умения и навыки, относящиеся к данному кругу реальных объектов, способы деятельности по отношению к данному кругу реальных объектов, минимально необходимый опыт деятельности и индикаторы. Логика представления компетенций и результатов обучения в ОП рассмотрены в [2]. Предложены подходы по соотношению уровней компетенции с частями и периодами образовательного процесса. Одним из них является связывание уровней многих компетенций с особенностями профиля подготовки.

Дементьев Д.В. рассмотрел общие вопросы взаимосвязи образовательных и профессиональных стандартов [3]. Он отмечает, что реализация ОП высшего образования должна обеспечить получение качественных профессиональных квалификаций. Основные тезисы сформулированы в следующем виде: «Обязательная необходимость оценки

профессиональной квалификации должна быть существенным стимулом для непрерывного образования и самообразования. Критерий оценки качества образования – это выпускник, который работает по специальности и качественно выполняет трудовые функции. В работе на основе данных образовательной и бюджетной статистики обозначена проблема практического соответствия стандартов в образовании и профессиональных трудовых функций. В образовательных стандартах должны быть указаны варианты профессий, по которым выпускник может трудиться».

В работе Сенашенко В.С. рассмотрены проблемы сопряжения высшего образования и сферы труда, природа различий между квалификациями по образованию и профессиональными квалификациями, выявлена роль профессиональных стандартов (ПС) в решении этих проблем [4]. Отмечается, что терминология Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) не вполне адекватна трактовке квалификации выпускника высшей школы в Законе «Об образовании в РФ». Язык ПС не соответствует определению квалификации работника в Трудовом кодексе РФ. Показано, что «увязка» или сопряжение высшего образования и сферы труда – это многокомпонентная проблема, решение которой возможно лишь при согласованном с единых позиций рассмотрении всех её составляющих. Для этого представителям высшей школы и представителям сферы труда нужно научиться разговаривать на одном профессиональном языке, оставаясь в рамках действующего трудового и образовательного законодательства, разработать и согласовать единый глоссарий терминов, которые оказались на пересечении сферы образования и сферы труда. В статье Мукашовой А. и др. рассматривается подход формирования ОП, основанных на профессиональных компетенциях [5]. Как отмечают авторы, формирование компетенций для проектирования ОП высшего образования декларируется на основе ПС, однако трудовые функции, описанные в них, зачастую требуют структуризацию под нужды для разработки интеллектуальной системы проектирования оптимальной компетентностной модели выпускника. В статье представлен алгоритм структуризации профессиональных программ в формате .xls для разработки интеллектуальных систем проектирования, таких как формулировки профессиональных, уникальных и общих образовательных компетенций, проведении экспертизы ОП, обработки и анализа данных. Утверждается, что полученные структурированные данные ПС могут быть основой проектирования модели компетенций и ОП, результаты обучения будут способствовать подготовке квалифицированных работников с набором необходимых компетенций, отвечающих требованиям работодателей и позволяющих эффективно осуществлять профессиональную деятельность.

В работе Закировой А.В. и др., авторы разработали карту соответствия профессиональных компетенций как результатов обучения ОП «Smart city» и дисциплин ОП [6]. При этом были использованы требования к профессии, сформулированные в ПС «Разработка ПО». Требования в виде знаний и профессиональных навыков были заложены в содержания дисциплин ОП «Smart city», предназначенной для подготовки магистров ИТ-образования. К сожалению, в данной работе связь результатов обучения с требованиями ПС не показана.

В статье Сабин М. и др. обсуждаются важные аспекты Рекомендаций по учебной программе для бакалавриата по ИТ (ИТ2017), разработанном The Association for Computing Machinery [7]. Основной фокус направлен не на передачу знаний по технологиям, ориентир направлен на компетентностное обучение. В работе описана учебная программа по ИТ, которая имеет структуру, отвечающую растущим требованиям меняющегося технологического мира. Описаны также способы, с помощью которых программы бакалавриата по ИТ могут быть внедрены в учебные планы. Предлагается, что акцент на компетенциях позволяет академическим кафедрам налаживать сотрудничество с работодателями и вовлекать студентов в профессиональную практику для накопления опыта работы. Компетенции определены согласно документу ИТ2017 (которая является частью концептуального документа Computing Curricula 2020): компетенции = знания + навыки + склонности, где склонности представляют личные качества желательные на рабочем месте.



Обобщая, можно отметить, что в Казахстане и России основным методом определения соответствия содержания ОП вузов требованиям работодателей является сопоставление содержания программ с содержанием ПС. В России существуют ФГОС специальностей, согласно которым разрабатываются типовые программы дисциплин специальностей. Приводится также перечень видов профессиональной деятельности по профессиям, что значительно облегчает работу по приведению содержания ОП в соответствие с требованиями работодателей. В Казахстане отсутствуют понятие «специальность», есть только общий стандарт высшего образования, содержание ОП определяется вузами самостоятельно. В такой ситуации, работу по приведению в соответствие содержания ОП с требованиями ПС отрасли ИТ, каждый вуз вынужден проводить самостоятельно. В развитых странах используется концептуальный документ, как Computing Curricula, все версии которого разработаны представителями вузов совместно с работодателями. Поэтому, это документ стал фактическим стандартом отрасли ИТ и широко используется университетами.

В условиях проводимой в настоящее время реформы системы высшего образования актуальной является задача подготовки выпускников бакалавриата к признанию квалификации независимыми органами. Формы признания квалификации по многим отраслям, кроме отраслей с регулируемыми профессиями, еще не определены. Однако, утвержденные профстандарты являются основными документами, в которых отражены все требования работодателей. Поэтому, многие вузы ориентируются на ПС отрасли ИТ при разработке своих программ.

В нашей статье мы рассматриваем следующие вопросы:

- насколько точно соотносятся содержание ОП университетов и требования работодателей, включенные в содержание ПС отрасли ИКТ,
- является ли содержание ПС адекватным для использования в ОП с целью подготовки к признанию квалификации и при оценке готовности к выполнению профессиональной деятельности.

### **Методы исследования**

В своей работе мы использовали как качественные, так и количественные методы исследования. Метод анализа документов мы использовали как качественное исследование, метод проведения опроса был использован как метод количественного исследования.

Исследование вторичных данных Реестра образовательных программ Министерства науки и высшего образования (МНВО), с целью определения в содержаниях ОП фактов использования требований ПС отрасли ИТ ([https://epvo.kz/#/register/education\\_program](https://epvo.kz/#/register/education_program)). Все разработанные ОП регистрируются в Реестре ОП МНВО, который выполняет учетно-информационную функцию и позволяет информировать заинтересованные стороны об ОП, реализуемых в вузах. Включение ОП Реестр подтверждает соответствие квалификационным требованиям, предъявляемым к образовательной деятельности вузов.

Для уточнения количества действующих ОП, мы рассмотрели также данные Рейтинга ОП, проводимого ежегодно Национальной палатой предпринимателей «Атамекен» ([https://atameken.kz/ru/university\\_ratings?year=2022](https://atameken.kz/ru/university_ratings?year=2022)). Проведение анализа содержания ПС отрасли ИТ, включенных в Реестр утвержденных профессиональных стандартов, с целью определения требований к знаниям, умениям и навыкам, предъявляемым к претендентам на профессии отрасли. Всего разработано 25 ПС (версии 2022 года), в них описаны 65 профессий отрасли ИТ (<https://atameken.kz/ru/services/16>).

Проведение исследования путем опроса с целью определения точек зрения представителей бизнеса как заинтересованной стороны в получении от системы высшего образования хорошо подготовленных ИТ-специалистов и представителей университетов, которые ведут подготовку ИТ-специалистов. При проведении опроса был использован метод удобной выборки. Такой метод был выбран исходя из возможностей исследовательской группы.

*Участники опроса.* В Казахстане общая численность специалистов ИКТ по данным официальной статистики составляет 40409 человек, из них в Алматы занято 15286 специалистов [8]. По состоянию на начало 2022-2023 учебного года 52909 студентов получают степень бакалавра по направлениям подготовки ИКТ [9]. Для определения количества преподавателей вуза, занятых по всем ОП направления ИКТ, будем использовать установленное соотношение «1 преподаватель на 16 студентов», указанное в квалификационных требованиях для всех вузов. В результате этого расчета получается 3306 преподавателей. Однако следует отметить, что примерно 25% из них занимаются преподаванием общеобязательных дисциплин, таких как история Казахстана, философия и другие. Следовательно, общее количество преподавателей по ИКТ-дисциплинам можно оценить в 2480 человек. В выборку вошли 134 представителя бизнеса, которые являются либо руководителями, либо сотрудниками компаний ИТ-отрасли, а также 175 преподавателей ИТ-дисциплин. Участники опроса были выбраны из списков, полученных из различных источников, включая сайты университетов и компаний, интернет-издания и социальные сети, такие как Instagram, Facebook и LinkedIn. Участники были выбраны с учетом представителей разных полов, характеристик и опыта работы. Участие в исследовании было полностью добровольным.

Удобная выборка – это метод выборки, который используется при выборе легкодоступных единиц из-за различных ограничений. Выбор такого удобного метода в нашем исследовании был обусловлен практическими ограничениями исследовательской группы. Важно отметить, что результаты исследования не могут быть распространены на генеральную совокупность и предназначены для использования в качестве предварительных выводов, полученных в результате опроса двух конкретных групп участников.

Если мы рассмотрим возможность распространения результатов на генеральную совокупность, то для выборки представителей бизнеса (выборка 134 из совокупности в 40409 человек) погрешность составит примерно 8,45% при уровне достоверности 95%. Аналогичным образом, для выборки преподавателей (выборка из 175 человек из совокупности в 2480 человек) погрешность составит примерно 7,1% при уровне достоверности 95%.

*Инструменты и процесс сбора данных.* В исследовании приняли участие две отдельные группы, а именно представители бизнеса и преподаватели, были разработаны два отдельных инструмента в форме анкет для сбора мнений. Эти анкеты были разработаны нами после всестороннего анализа литературы и консультаций с различными экспертами в этой области. Анкета для представителей бизнеса включает в себя два основных раздела: демографическая информация и оценка соответствия ОП требованиям бизнеса. Демографический раздел состоит из пяти вопросов, включая вопросы о размерах компаний, об опыте работы, о поле участника опроса, должности и мнения о партнерстве с вузами. Целью первого раздела опросника является сбор исчерпывающих данных от участников, работающих в бизнес-секторе. Раздел оценки соответствия ОП требованиям бизнеса включает вопросы, оцениваемые по 5-балльной шкале Лайкерта (1: полностью согласен, 5: полностью не согласен). Вопросы этого раздела касались адекватности ОП вузов требованиям бизнеса, использования ПС в компаниях, соответствия ОП требованиям ПС отрасли ИТ, необходимости изменения ОП вузов и ПС отрасли.

Анкета для участников, работающих в качестве преподавателей по специальностям ИТ, состояла из двух разделов: демографическая информация и оценка соответствия содержания ОП с требованиями ПС. Демографические вопросы включают три аспекта: опыт работы в вузе, пол и опыт работы в сфере ИТ. Ответы на вопросы второго раздела оценивались по пятибалльной шкале Лайкерта. В рамках исследования анкеты заполнялись онлайн. Участники получили приглашения принять участие в анкетировании, а ответы были собраны через онлайн-платформу и впоследствии переданы в файл Microsoft Excel.

## Результаты и обсуждение

Отражение требований профессиональных стандартов отрасли ИТ в содержаниях ОП. Для определения количества ОП, разработанных по направлениям подготовки области образования 6В06 ИКТ, мы рассмотрели данные Реестра ОП в сравнении с количеством ОП, включенных в Рейтинг НПП «Атамекен». В Таблице 1 приведены полученные данные. Общее количество ОП, сохранивших название специальностей, существовавших до 2018 года, составляет 159 единиц. Реальное количество программ, с учетом данных Рейтинга, можно взять 149. Следует отметить, что всего в Реестр ОП включено 299 программ, из них 159 – сохранившие старые названия, 140 – программы с новыми названиями. Среди новых названий нет часто повторяющихся, как правило вузы дают оригинальные названия. Если рассматривать по годам разработки, то 201 программа из Реестра разработана в 2019 году, остальные 98 разработаны в 2020-2023 годах. Последние программы еще не имеют выпускников, и их влияние на рынок труда следует считать не существенным.

Таблица 1. Сопоставление количества ОП области образования 6В06, участвовавших в Рейтинге НПП «Атамекен» с количеством ОП, включенных в Реестр МНВО. Составлено авторами по данным Рейтинга ОП НПП «Атамекен» и Реестра ОП МНВО

№	Наименование ОП	ОП в Рейтинге НПП «Атамекен»			ОП, включенные в Реестр МНВО
		Всего ОП	ОП с нерепрезентативными данными (менее 5 выпускников)	ОП, участвовавшие в Рейтинге	
1	ИС	54	4	50	61
2	ВТПО	41	3	38	43
3	Информатика	14	2	12	24
4	МКМ	10	3	7	10
5	РЭТ	23	0	23	17
6	Системы ИБ	7	0	7	4
	Итого по 6В06	149		137	159

Можно отметить тенденцию по разработке междисциплинарных ОП, в Реестр включены такие программы как ИТ-медик, ИТ-медицина, ИТ-предпринимательство и цифровая экономика, Цифровые агросистемы и комплексы, Цифровой менеджмент и дизайн, ИС в промышленности, бизнесе и образовании, Электронная коммерция и другие. Имеют ли такие программы спрос и отражают ли их содержание реакцию на вызовы современности и спрос со стороны работодателей пока невозможно оценить. Достаточно большое количество новых программ, включенных в Реестр, имеют названия отражающие современные тенденции развития ИТ-отрасли: Наука о данных, Инжиниринг DevOps, Моделирование естественной реальности, Технологии искусственного интеллекта, Аналитика больших данных, Обработка информации и визуализация данных и другие. Некоторые из этих программ, может быть, в будущем станут лидерами по количеству студентов, и их выпускники будут пользоваться спросом у работодателей, особенно в ИТ-компаниях. В Таблице 2 мы выбрали два самых популярных в настоящий момент ОП – Информационные системы (ИС) и Вычислительная техника и программное обеспечение (ВТПО), и попытались по их описаниям в Реестре определить влияние на их содержание требований ПС. ОП ИС разработал 61 вуз, из них 24 не использовали ПС, ОП ВТПО разработана 43 вузами, из них 16 не использовали ПС. Наиболее популярные стандарты, использованные в вышеназванных ОП связаны с профессиями, востребованными на разных этапах жизненного цикла ПО: проектирование (ПС «Бизнес-анализ в ИКТ»), разработка (ПС «Разработка ПО»), тестирование (ПС «Тестирование ПО»), эксплуатация (ПС «Обеспечение сопровождения ПО»), ПС «Администрирование баз данных (БД)», ПС «Системное и сетевое администрирование»).

Таблица 2. Наиболее часто используемые ПС в ОП ИС и ВТПО. Составлено авторами на основе данных Реестра ОП

<i>Профессиональные стандарты</i>	<i>ОП ИС</i>	<i>ОП ВТПО</i>	<i>Всего</i>
<i>Разработка ПО</i>	<i>11</i>	<i>20</i>	<i>31</i>
<i>Администрирование БД</i>	<i>12</i>	<i>4</i>	<i>16</i>
<i>Тестирование ПО</i>	<i>5</i>	<i>8</i>	<i>13</i>
<i>Системное и сетевое администрирование</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Обеспечение сопровождения ПО</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>9</i>

В документах и инструкциях, посвященных организации взаимодействия системы высшего образования и рынка труда описаны цели, подходы и требования к разработке ПС и ОП. Так, в Национальной рамке квалификаций Казахстана, документе, опубликованном Европейским фондом образования, отмечено, что «НРК Казахстана находится на этапе внедрения» [10]. В разделе «Цели НРК» в числе других отмечены следующие задачи НРК: описывать с единых позиций требования к результатам обучения квалификаций; разрабатывать на единой методологической основе профессиональные стандарты, стандарты образования и образовательные программы; поддерживать разработку оценочных материалов.

В Руководстве по разработке ОП изложены обязательные требования к проектированию ОП [11]. В частности, есть указания, что результаты обучения должны быть ориентированы на трудовые функции, на перспективные потребности рынка труда (п.20). Кроме этого, в п.31 указано, что «В ОП, разработанной на основе ПС, основные трудовые функции проецируются в компетенции и результаты обучения».

Но, несмотря на эти конкретные указания детальное изучение содержания как ОП, включенных в Реестр, так и утвержденных ПС показывает различие в методологических подходах к их разработке. Это привело к тому, что существует сильный разрыв между содержаниями документов, который в свою очередь, является серьезным препятствием для разработки системы подготовки к подтверждению квалификаций выпускников бакалавриата. Проведение независимой внешней оценки с целью признания квалификаций предусмотрено в Законе РК «О профессиональных квалификациях».

Рассмотрим отражение содержания ПС в результатах обучения (РО) программ на примере технического университета, (см. Таблица 3).

В программе указано что она ориентирована на требования сразу восьми ПС. Однако формулировки РО не подтверждают этого. Сформулировано 14 РО, из них три (ON1, ON2, ON3) относятся к результатам, формируемым общими обязательными дисциплинами. ON13 относится к личностным компетенциям. В нем упоминаются «инициативность», «работа в команде», однако остальные формулировки не совпадают с указанными в ПС. Из содержания ОП, приведенного в Реестре, нельзя определить каким образом формируются личностные компетенции, в кратких содержаниях дисциплин об этом нет информации.

В описании результатов ON4-ON11 можно увидеть содержание циклов разных дисциплин, они приведены в самом общем виде. Но, нельзя утверждать, что указанные РО покрывают содержание сразу всех восьми стандартов. Результат ON9 – Проектировать и разрабатывать эргономические пользовательские интерфейсы, сформулирован как отдельный результат обучения, хотя он может быть частью более общего результата по разработке ПО. В целом, по приведенным РО и кратким описаниям содержания дисциплин в ОП не удастся однозначно определить отражение требований всех восьми ПС.

Можно увидеть только отражение некоторых требований нескольких ПС в кратком описании разных дисциплин. Все сказанное верно для многих университетов, указавших, что используются профстандарты. Кодирование РО действует только в рамках одной ОП. Хотя такие же обозначения использованы в других ОП, но содержание описано другое, и количество РО в программах разное.

Таблица 3. Основные показатели ОП «Информационные системы», разработанной в техническом вузе. Составлено авторами по информации из Реестра ОП

<p>Указанные ПС</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка технической документации</li> <li>2. Бизнес-аналитика и управление проектами (старая версия)</li> <li>3. Управление архитектурой компьютерных систем</li> <li>4. Разработка систем обработки и хранения больших данных</li> <li>5. Обеспечение сопровождения ПО</li> <li>6. Системный анализ в ИКТ</li> <li>7. Администрирование БД</li> <li>8. Бизнес-анализ в ИКТ</li> </ol>
<p>Результаты обучения</p>	<p>ON1 - Классифицировать и обобщать полученные знания, описывать отдельные явления и события исторического прошлого через общую парадигму всемирно-исторического развития человеческого общества и своей страны</p> <p>ON2 - Владеть письменной и устной коммуникацией на государственном и иностранных языках, устанавливать контакты и развивать профессиональное общение; Умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь; Готовность к использованию одного из иностранных языков</p> <p>ON3 - Применять знания об основных положениях и знания математики, механики, физики электричества</p> <p>ON4 - Составлять алгоритмы решения задач, разрабатывать программы с использованием средств языков различных уровней, организовывать необходимые структуры данных, пользоваться известными пакетами прикладных программ</p> <p>ON5 - Составлять информационную модель предметной области для проектирования ИС</p> <p>ON6 - Использовать современные СУБД для построения баз данных в ИС, представлять данные с помощью различных моделей, управлять объектами базы данных</p> <p>ON7 - Применять методы компьютерного моделирования выбора оптимальных решений, анализа и интерпретации данных различного объема и структуры</p> <p>ON8 - Выбирать методы и средства построения систем защиты современных ИКТ</p> <p>ON9 - Проектировать и разрабатывать эргономичные пользовательские интерфейсы</p> <p>ON10 - Составлять техническое задание к разработке ИС различного назначения и различной архитектуры</p> <p>ON11 - Выполнять веб-верстку и создавать веб-приложения с применением современных технологий</p> <p>ON12 - Проектировать сетевую инфраструктуру ИС</p> <p>ON13 - Принимать управленческие и технические решения, проявлять коммуникабельность, инициативность и психологическую подготовленность к трудовой деятельности, в том числе при работе в команде</p> <p>ON14 - Разрабатывать ИС и их компоненты в различных предметных областях с применением современных методов управления ИТ-проектами</p>

В Казахстане стандарты специальностей отменены, названия и содержание дисциплин определяется вузами самостоятельно, нет общепризнанных документов, определяющих содержание областей знаний в ИТ-отрасли. Разные программы могут иметь одно и то же название, но могут отличаться их содержания. По этой причине, в общем случае, установить точное и однозначное сопряжение между содержанием дисциплин ОП и требованиями, отраженными в ПС невозможно. Такое сопряжение содержаний можно построить только при

рассмотрении одной программы конкретного университета, и при использовании 1-2 ПС. Отражение требований многих ПС в содержании одной ПС представляется практически не реализуемым подходом. К сожалению, в содержании ОП, включенных в Реестр во многих случаях использован формальный подход, не соблюдены рекомендации утвержденных регулирующих документов.

*Анализ содержания ПС.* Не соблюдение рекомендаций нормативных документов допущено и в разработке ПС. В каждом из утвержденных ПС описаны несколько профессий, по каждой профессии требования к знаниям и навыкам описаны по 4-8 уровням Отраслевой рамки квалификации (ОРК) «Информационные технологии». Для достижения Уровня 5 необходимо иметь степень бакалавра (без опыта работы). Для Уровня 6 необходимо иметь степень бакалавра и опыт практической работы. Для каждого из уровней профессии описаны трудовые функции (ТФ), количество которых разное – от 2 до 7.

В Общих положениях ПС, указано, что они «...предназначены для формирования образовательных программ, в том числе для обучения персонала на предприятиях, для сертификации работников и выпускников образовательных учреждений...». В паспорте каждого ПС названа цель разработки – «Системное и структурированное описание трудовых функций, соответствующих требованиям к знаниям, умениям, навыкам и личностным компетенциям работников». Требования к знаниям, умениям и навыкам описаны в разрезе каждой из ТФ, т.е. ТФ выступают в качестве основной характеристики профессии.

Рассмотрим подробно содержание одного из наиболее часто используемых ПС – Администратор баз данных. В описании профессии «Специалист по администрированию баз данных», 5-й уровень, перечислены требования к знаниям, умениям и навыкам следующих семи ТФ:

- 1) Установка и настройка ПО.
- 2) Обеспечение функционирования БД.
- 3) Мониторинги управление резервным копированием базы данных(БД).
- 4) Обеспечение информационной безопасности БД.
- 5) Анализ и настройка производительности Системы управления базами данных (СУБД).
- 6) Обеспечение бесперебойной работы СУБД.
- 7) Управление развитием БД.

Это означает, что для обладания компетенциями по этой профессии необходимо быть готовым к выполнению названных трудовых функций, иметь знания, умения и навыки, приведенные в описании, и кроме того, у человека должны быть личностные компетенции, которые также приведены в качестве требований. Основной задачей ОП при подготовке специалистов в соответствии ПС заключается в формировании готовности к выполнению ТФ. Содержание дисциплин должно подбираться в соответствии перечисленными областями знаний и требуемыми умениями. Профессиональные навыки должны формироваться при выполнении задач, соответствующих ТФ профессии. Навыки выполнения этих заданий должны осваиваться во время практической работы в лабораториях университета и непосредственно на рабочем месте во время производственной практики.

В Таблице 4 в качестве примера приведен перечень требуемых знаний, умений и навыков, личностных компетенций для выполнения одной из ТФ. Мы считаем, что указания требований умений и навыков без их разделения является методической ошибкой. Скорее всего, необходимо утвердить требуемые умения к выполнению ТФ. Навыки (в этом случае – профессиональные навыки) должны проявляться при выполнении ТФ. В целом можно сказать, что для обладания профессией «Специалист по администрированию баз данных», 5-й уровень, необходимо быть готовым к выполнению вышеназванных семи трудовых функций. В нашем случае, это равносильно утверждению «иметь семь компетенций» или «иметь семь профессиональных навыков». Для этого, в свою очередь, выпускник бакалавриата должен освоить пять умений, у него должны быть знания из перечисленных шести областей знаний.

Кроме того, у него должны быть сформированы все личностные компетенции, перечисленные в таблице 4.

Таблица 4. Трудовые функции профессии «Специалист по администрированию баз данных», требуемые умения, навыки и знания. Фрагмент ПС «Администрирование баз данных»

<p>Трудовая функция 1 Установка и настройка ПО</p>	<p>Умения и навыки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планирование установки системного ПО.</li> <li>2. Установка и управление ресурсами аппаратно- программногo комплекса.</li> <li>3. Установка и конфигурация системного и прикладного ПО.</li> <li>4. Принятие мер при возникновении ошибок при установке и настройке ПО.</li> <li>5. Использование технической документации по установке и настройке ПО.</li> </ol> <p>Знания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состав эксплуатируемого аппаратно- программногo комплекса и характеристики его компонентов.</li> <li>2. Функциональные возможности установленного ПО, в том числе ОС.</li> <li>3. Требования к устанавливаемому ПО.</li> <li>4. Механизмы управления ресурсами аппаратно- программногo комплекса.</li> <li>5. Методы настройки, конфигурирования системного и прикладного ПО.</li> <li>6. Принципы ИБ.</li> </ol>
<p>Требования к личностным компетенциям</p>	<p>Организованность, инициативность, внимательность, ответственность, дисциплинированность, исполнительность, гибкость мышления, критический анализ, ориентация на результат, высокая обучаемость, работа в команде.</p>

Формулировки требований к личностным компетенциям не совпадают с указанными в Государственном общеобязательном стандарте высшего образования (ГОС ВО). Этот стандарт является документом обязательного исполнения в части определения содержания общеобразовательных дисциплин (История Казахстана, Философия, государственный и иностранные языки и др.) В ГОС ВО перечислены дисциплины цикла ООД (общеобразовательные дисциплины), которые должны входить в состав всех ОП. Указано, что они

- формируют систему общих компетенций, обеспечивающих социально-культурное развитие личности будущего специалиста на основе сформированности его мировоззренческой, гражданской и нравственной позиций;

- формируют личность, способную к мобильности в современном мире, критическому мышлению и физическому самосовершенствованию.

Факт несовпадения является одним из примеров разрыва между содержанием дисциплин, входящих в ОП и требованиями, сформулированными в ПС. В настоящее время очень мало публикаций посвященных исследованию вопросов по формированию и оценке личностных компетенций, описанных в нормативных документах.

Из приведенного фрагмента в Таблице 4 видно, что описание требований к знаниям и навыкам составлено в обобщенном виде, при прямом рассмотрении они не являются измеримыми. Свойство измеримости необходимо для проведения оценки уровня сформированности компетенций, готовности к выполнению трудовых функций. Поэтому, для того чтобы была возможность проводить такую оценку нужно предварительно провести декомпозицию, в некоторых случаях детализацию и коррекцию требований, приведенных в ПС. При этом, необходимо рассматривать требования к знаниям, умениям и навыкам, описанные в ПС вместе с требованиями к личностным компетенциям, описанным там же. К сожалению, пока это невозможно сделать, т.к. они сформулированы без соблюдения принципа измеримости. Опыт решения такой проблемы описан в работе [12], где используется определение компетенций, изначально приведенный в документе ИТ2017. Компетенции там

определены как совокупность знаний, навыков и склонностей, т.е. личных качеств желательных на рабочем месте.

*Результаты опроса заинтересованных сторон.* В анкетировании приняло участие всего 309 респондентов. Из них: 134 представители компаний (работодатели), 175 – преподаватели вузов РК (преподаватели дисциплин ИТ). Доля мужчин среди работодателей составляет – 71,6 %, женщин – 28,4 %. Среди преподавателей доля мужчин – 40,6%, женщин – 59,4%. Молодых специалистов – 34% (стаж менее 5 лет), молодых преподавателей – 15% (стаж менее 5 лет).

В Таблице 5 представлены ответы на вопросы, которые охватили круг проблем, связанных с содержанием профстандартов и ОП.

Таблица 5. Ответы заинтересованных сторон на основные вопросы анкеты

Вопросы	Строго согласен		Частично согласен		Трудно сказать		Частично не согласен		Строго не согласен	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Представители бизнеса, 134 чел.</i>										
1. Содержание ОП вузов достаточно адекватны для удовлетворения потребностей бизнеса	5	3,7%	20	14,9%	40	29,9%	54	40,3%	15	11,2%
2. Содержание ОП вузов должны быть изменены для удовлетворения потребностей бизнеса	82	61,2%	23	17,2%	14	10,4%	5	3,7%	10	7,5%
3. Содержание ОП вузов не соответствует требованиям ПС отрасли ИТ	41	30,6%	37	27,6%	34	25,4%	16	11,9%	6	4,5%
4. Содержание ПС должны быть изменены, для того чтобы детализировать требования к уровню знаний и навыков специалистов отрасли ИТ	69	51,5%	29	21,6%	21	15,7%	8	6,0%	7	5,2%
<i>Преподаватели вузов, 175 чел.</i>										
1. Содержание наших ОП достаточно адекватны для удовлетворения потребностей бизнеса	57	32,6%	53	30,3%	30	17,1%	26	14,9%	9	5,1%
2. Содержание наших ОП должны быть изменены для удовлетворения потребностей бизнеса	66	37,7%	58	33,1%	20	11,4%	18	10,3%	13	7,4%
3. Содержание ОП нашего университета соответствует ПС	81	46,3%	51	29,1%	17	9,7%	15	8,6%	11	6,3%
4. Содержание ПС отрасли ИТ должны быть изменены	49	28,0%	54	30,9%	38	21,7%	22	12,6%	12	6,9%

Мнение опрошенных существенно различимы по поводу соответствия содержания ОП вузов для удовлетворения потребностей бизнеса. Только 5 человек (3,7%) из работодателей строго согласны с этим, еще 20 (14,9%) частично согласны, в то время как большинство преподавателей считают, что содержание адекватно, 52 человек (32,6%) строго согласны, 53 (30,3%) частично согласны. Вместе с тем, в вопросе о необходимости изменения содержания ОП для удовлетворения потребностей работодателей мнения двух сторон практически совпадают.



Различие ответов наблюдается и в ответах на вопрос о соответствии содержания ОП требованиям ПС. 41 человек из работодателей (30,6%) строго согласны с тем, что нет соответствия, 37 человек (27,6%) частично согласны с этим. 81 (46,3%) преподаватель, наоборот считает, что соответствие есть, 51(29,1%) человек частично согласны с этим. Такое мнение преподавателей могло стать следствием формального подхода к использованию ПС при разработке программ. На вопрос о необходимости изменения содержания профстандартов отрасли ИТ больше половины работодателей (51,5%), участвовавших в опросе, выбрали ответ «строго согласен», тогда как среди преподавателей только менее трети выбрали этот ответ (28,8%).

Следующая группа вопросов анкет были составлены таким образом, чтобы была возможность сопоставить ответы респондентов. Общими для двух групп были следующие вопросы:

- 1) Мы, преподаватели вузов, осведомлены о потребностях бизнеса / Мы, работодатели, считаем, что преподаватели вузов осведомлены о потребностях бизнеса
- 2) Мы готовим наших студентов с учетом потребностей бизнеса / Вузы готовят ИТ-специалистов учетом потребностей бизнеса
- 3) Сферы деятельности в отрасли ИТ выходят за рамки содержания ОП вузов
- 4) Преподаватели вузов должны совершенствоваться, повышать свою квалификацию для удовлетворения запросов отрасли ИТ
- 5) Студенты должны больше учиться, чтобы соответствовать требованиям ПС отрасли ИТ
- 6) Чтобы иметь адекватное содержание ОП для нужд бизнеса, профессионалы бизнеса должны участвовать в процессе их разработки
- 7) Какие еще ОП нужно разработать, кроме существующих, чтобы вуз достаточно удовлетворял требованиям бизнеса
- 8) Что еще нужно сделать для улучшения партнерства между университетом и бизнесом?

Ниже представлен сопоставительный анализ ответов работодателей и преподавателей на каждый вопрос. Ответы на первый вопрос показывают, что преподаватели вузов больше осведомлены о потребностях бизнеса (35%), чем работодатели (8%). Полностью не согласны с данным мнением 6,3% преподавателей и 16% работодателей. На второй вопрос 31,4% преподавателей считают, что вуз готовит студентов с учетом потребностей бизнеса, полностью не согласны с этим – 6,3%. С этим мнением согласны всего лишь 2,2% процента работодателей, полностью не согласны – 15%. Сильный разрыв между мнениями респондентов, одни из которых являются исполнителями, а другие – заказчиками, доказывают, существует проблема в вопросах установления связи между бизнес-средой и вузами. Из-за отсутствия или слабой связи между участниками процесса подготовки специалистов получается, что вузы в большинстве случаев готовят таких специалистов, которые на рынке не востребованы. По третьему вопросу ответы участников анкетирования совпали, и с тем, что сферы деятельности в отрасли ИТ выходят за рамки содержания образовательных программ вузов согласны 33,1% преподавателей и 32,1% работодателей.

Ответы опрошенных на вопрос о том, надо ли студентам больше учиться, чтобы соответствовать требованиям ПС отрасли ИТ, больше половины преподавателей (57,7%) и работодателей (62%) ответили утвердительно. Это означает, что вузам необходимо ужесточить требования к подготовке специалистов, а работодателям – создать максимальные условия для прохождения ими практики в их компаниях, и формированию необходимых умений и навыков.

Разрыв между ответами респондентов сильно отличаются в вопросе о необходимости повышении квалификации преподавателей. Из всех работодателей, принимавших участие в опросе, 58,2% считают, что преподаватели обязательно должны повышать квалификацию в соответствии с запросом отрасли ИТ. Тогда как всего лишь 5% преподавателей полностью соглашаются с таким мнением. Но, учитывая то, что 36,5% работодателей и 93%

преподавателей затруднились ответить на данный вопрос, считаем, что проблема остается открытой для всех респондентов.

О необходимости обязательного участия профессионалов бизнеса в разработке образовательных программ в один голос говорят и преподаватели (60%), и работодатели (64,2%). Это, по мнению респондентов, необходимо для того, чтобы содержание образовательных программ было адекватным для нужд бизнеса.

Ответы преподавателей на вопрос «Какие еще ОП нужно разработать, кроме существующих, чтобы вуз достаточно удовлетворял требованиям бизнеса» совершенно разные. Большинство предлагает разработать новые ОП, и только 1,7% опрошенных преподавателей считают, что новые ОП не нужно создавать, нужно обновлять и совершенствовать действующие, 1,1% преподавателей затрудняются ответить на этот вопрос. Наиболее популярные ОП, которые предлагают разработать преподаватели, это: Data science, ИТ в бизнесе (медицине, логистике и других отраслях), Web-дизайнер, Разработчик мобильных приложений, Искусственный интеллект и др.

На этот же вопрос работодатели ответили следующим образом: Data science, Бизнес-аналитика, Кибербезопасность, Языки программирования находящиеся на пике популярности с получением соответствующих сертификатов уровня Junior, Middle, Искусственный интеллект, ИС в экономике и др. Среди работодателей не смогли дать ответ на данный вопрос 3%. Как видно из вышесказанного, мнение респондентов совпадают в выборе некоторых дисциплин. Они считают, что изучение искусственного интеллекта, умение работать с большими данными, ИС в разных отраслях, наиболее актуально в современном мире.

Вопрос о необходимости разработки новых ОП тесно связан с третьим вопросом, в котором речь шла о том, что сферы деятельности в отрасли ИТ выходят за рамки содержания образовательных программ вузов. Среди ответов преподавателей и работодателей встречаются такие, как изучение различных языков программирования, программы должны быть с последующим профилированием (например, data analytics с последующим профилированием в data science, data visualisation или data engineering), знание оборудования Cisco, Powershell, Active Directory и т.д. Решением данной проблемы, по нашему мнению, будет разработка курсов переподготовки и повышения квалификации для действующих специалистов и преподавателей в указанных выше направлениях.

Следующий вопрос касается улучшения партнерства между университетом и бизнесом. В ответах участников анкетирования на данный вопрос имеется много совпадений. Это: введение дуального обучения, увеличение часов на практику, улучшение технического и программного оснащения вузов, привлечение действующих специалистов к преподаванию, создание совместных студенческих бизнес и научных проектов с компаниями, проведение мастер классов действующими специалистами в области ИТ, повышать практические навыки преподавателей, создание на базе вузов ИТ инфраструктуры, аналогичную с инфраструктурой компании, лидирующих в сфере ИТ, проведение выставок и встреч на территории компаний, на занятиях использовать реальные кейсы, формирование компаниями заказа на подготовку специалистов и т.д.

## **Выводы**

Важным вопросом в нашем исследовании являлось определение того, насколько широко используются требования ПС в содержании ОП области образования ИКТ. Анализ содержания программ, включенных в Реестр ОП, показал, что во многих случаях разработчики формально указывают наименования ПС, на которые ориентируются. При подробном рассмотрении не удается получить доказательств включения требований к знаниям и навыкам обладателей профессии в формулировки результатов обучения и содержания дисциплин. Кроме того, иногда в паспорте ОП указывается большое количество ПС (8-10 названий), это является подходом, который трудно реализовать на практике. Особенно, если учитывать, что в состав отдельного стандарта могут быть включены описания нескольких профессий.

Сопоставление содержаний ПС отрасли ИТ и ОП университетов является первым шагом при разработке методов оценки готовности студентов к выполнению трудовых функций, описанных в стандартах. Однако, в общем случае такое сопоставление невозможно сделать. Содержание дисциплин, входящих в ОП, вузы определяют самостоятельно, нет никаких регулирующих инструкций. Из-за этого сопоставление можно провести только в рамках отдельного вуза. Это означает, что система оценки уровня профессиональных компетентностей на стадии формирования в вузе будет отличаться в зависимости от подхода разных разработчиков. Для решения этой проблемы можно использовать опыт развитых стран по разработке сводов знаний (Body of Knowledge –BoK) для актуальных видов деятельности области ИТ. Такие своды знаний могло бы разработать сообщество, состоящее из профессионалов отрасли ИТ и преподавателей университетов. Признание содержаний таких сводов знаний всеми заинтересованными сторонами позволило бы включить их как в ПС, так и в дисциплины ОП. Это в свою очередь решит проблему разработки инструмента оценки квалификаций.

Очень важной проблемой является отсутствие свойства измеримости в большинстве из требований к знаниям, умениям, навыкам и личностным компетенциям, приведенных в ПС. Это требует проведения дополнительной методической работы при разработке заданий, составляющих основу любого инструмента оценки уровня квалификации по профессии. Наличие такого инструмента в вузах становится актуальной в ожидаемом внедрении независимой системы признания квалификаций. Это позволяет обучающимся получить предварительную оценку своей готовности к выполнению трудовых функций, описанных в стандартах. Разработка инструмента оценки уровня профессиональных навыков и, в целом, модели проведения оценки в вузе является будущим направлением наших исследований.

*Данное исследование профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования РК, грант №AP14871781, проект «Разработка модели оценивания профессиональных компетентностей на стадиях формирования в вузе (На примере образовательных программ направления подготовки ИКТ)».*

*Список использованных источников:*

- 1 Хуторской А.В. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования // *Высшее образование в России*. 2017. №12(218). С.85-91.
- 2 Елина Е.Г., Ковтун Е.Н., Родионова С.Е. Компетенции и результаты обучения: логика представления в образовательных программах // *Высшее образование в России*, 2015, №1, с. 10-19.
- 3 Дементьев Д.В. Взаимосвязь образовательных и профессиональных стандартов // *Учет.Анализ.Аудит*. 2018. 5(3). С. 120-127. <https://doi.org/10.26794/2408-9303-2018-5-3-120-127>
- 4 Сенашенко В.С. Уровни сопряжения системы высшего образования и сферы труда // *Высшее образование в России*. 2018. Т. 27. № 3. С. 38-47.
- 5 Мукашова А., Муханова А., Оспанова Т., Бакиева А., Махатова В. (2023). Важные аспекты разработки образовательных программ, основанных на компетентностном подходе. *Известия НАН РК. Серия физико-математическая*, (3), 99–111. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.207>
- 6 Zakirova A.B., Koshanova D.K., Akhayeveva Zh.B. Identifying competencies in designing the Educational program «Smart city» // *Abai Kazakh National Pedagogical University Bulletin, Series of Physics & Mathematical Sciences*. №1(73), 2021. p. 174-177. <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.25>
- 7 Sabin M., Alrumaih P., Impagliazzo J. A Competency-Based Approach toward Curricular Guidelines for Information Technology Education. In 2018 IEEE Global Engineering Education Conference. Santa Cruz de Tenerife, Spain: IEEE Xplore.
- 8 Об использовании информационно-коммуникационных технологий на предприятиях Республики Казахстан. Национальное бюро статистики, 2022г. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-it/spreadsheets/>

9 Распределение студентов по специальностям в высших учебных заведениях Республики Казахстан. Национальное бюро статистики, 2022г. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-edu-science-inno/spreadsheets/?year=2022&name=25645&period=&type=bulletin>

10 Национальная рамка квалификаций – Казахстан. Европейский фонд образования, 2021. URL: [https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2021-10/kazakhstan\\_ru.pdf](https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2021-10/kazakhstan_ru.pdf)

11 Руководство по разработке образовательных программ высшего и послевузовского образования. / МНВО, Национальный центр развития высшего образования, 2023г. URL: [https://enic-kazakhstan.edu.kz/uploads/additional\\_files\\_items/100/file/rukovodstvo-po-razrabotke-obrazovatelnyh-programm-vysshego-i-poslevuzovskog.pdf?cache=1683267750](https://enic-kazakhstan.edu.kz/uploads/additional_files_items/100/file/rukovodstvo-po-razrabotke-obrazovatelnyh-programm-vysshego-i-poslevuzovskog.pdf?cache=1683267750)

12 Bowers, D.S., Sabin, M., Raj, R.K. and Impagliazzo, J. Advancing Computing Education: Assessing CC2020 Dispositions. In: 2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2022, IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/fie56618.2022.9962670>

#### References:

1 Hutorskoi, A.V. (2017) Metodologicheskie osnovaniya primeneniya kompetentnostnogo podhoda k proektirovaniyu obrazovaniya [Methodological grounds for the application of a competence-based approach to the design of education]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. №12 (218). 85-91 (In Russian)

2 Elina, E.G., Kovtun, E.N., Rodionova, S.E. (2015) Kompetencii i rezul'taty obuchenija: logika predstavlenija v obrazovatel'nyh programmah [Competencies and learning outcomes: logic of presentation in educational programs]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, №1, 10-19. (In Russian)

3 Dement'ev, D.V. (2018) Vzaimosvjaz' obrazovatel'nyh i professional'nyh standartov [Interrelation of educational and professional standards]. *Uchet.Analiz.Audit*. 5(3). 120-127. <https://doi.org/10.26794/2408-9303-2018-5-3-120-127> (In Russian)

4 Senashenko, V.S. (2018) Urovni soprjazhenija sistemy vysshego obrazovaniya i sfery truda [Levels of interaction between the higher education system and the world of work]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. T. 27. № 3. 38-47. (In Russian)

5 Mukashova, A., Muhanova, A., Ospanova, T., Bakieva, A., Mahatova, V. (2023). Vazhnye aspekty razrabotki obrazovatel'nyh programm, osnovannyh na kompetentnostnom podhode. [Important aspects of developing educational programs based on a competency-based approach]. *Izvestija NAN RK. Serija fiziko-matematicheskaja*, (3), 99–111. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.207> (In Russian)

6 Zakirova A.B., Koshanova D.K., Akhayeveva Zh.B. (2021) Identifying competencies in designing the Educational program «Smart city». *Abai Kazakh National Pedagogical University Bulletin, Series of Physics & Mathematical Sciences*. №1(73), 2021. 174-177. <https://doi.org/10.51889/2021-1.1728-7901.25>

7 Sabin M., Alrumaih P., Impagliazzo J. (2018) A Competency-Based Approach toward Curricular Guidelines for Information Technology Education. In 2018 IEEE Global Engineering Education Conference. Santa Cruz de Tenerife, Spain: IEEE Xplore.

8 Ob ispol'zovanii informacionno-kommunikacionnyh tehnologij na predpriyatijah Respubliki Kazahstan, 2022. [On the use of information and communication technologies at enterprises of the Republic of Kazakhstan]. *Nacional'noe bjuro statistiki*, 2022g. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-it/spreadsheets/> (In Russian)

9 Raspredelenie studentov po special'nostjam v vysshih uchebnyh zavedenijah Respubliki Kazahstan, 2022. [Distribution of students by specialty in higher educational institutions of the Republic of Kazakhstan]. *National Bureau of Statistics*, 2022. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-edu-science-inno/spreadsheets/?year=2022&name=25645&period=&type=bulletin> (In Russian)

10 Nacional'naja ramka kvalifikacij – Kazakhstan. Evropejskij fond obrazovaniya, 2021. [National Qualifications Framework – Kazakhstan]. URL: [https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2021-10/kazakhstan\\_ru.pdf](https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2021-10/kazakhstan_ru.pdf) (In Russian)

11 Rukovodstvo po razrabotke obrazovatel'nyh programm vysshego i poslevuzovskogo obrazovaniya [Guidelines for the development of educational programs for higher and postgraduate education]. 2023. MNVO, Nacional'nyj centr razvitija vysshego obrazovaniya, 2023g. URL: [https://enic-kazakhstan.edu.kz/uploads/additional\\_files\\_items/100/file/rukovodstvo-po-razrabotke-obrazovatelnyh-programm-vysshego-i-poslevuzovskog.pdf?cache=1683267750](https://enic-kazakhstan.edu.kz/uploads/additional_files_items/100/file/rukovodstvo-po-razrabotke-obrazovatelnyh-programm-vysshego-i-poslevuzovskog.pdf?cache=1683267750) (In Russian)

12 Bowers, D.S., Sabin, M., Raj, R.K. and Impagliazzo, J. (2022) Advancing Computing Education: Assessing CC2020 Dispositions. In: 2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/fie56618.2022.9962670>

А.А. Акжолова\*, Г.Б. Камалова

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
\*e-mail: akjlova.akmaral@mail.ru

## ӘЛ-ФАРАБИДІҢ ТРИГОНОМЕТРИЯСЫН ОҚЫТУДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЕСЕПТІК ОЙЛАУЫН ДАМУ ТҮРІНДЕ ТҮЖЫРЫМДАУҒА ЖӘНЕ ТАЛДАУҒА МҮМКІНДІК БЕРЕДІ. БҮГІНГІ ТАҢДА ОНЫҢ ДАМУЫ ИНФОРМАТИКА САЛАСЫНДАҒЫ ЖАЛПЫ БІЛІМ БЕРУДІҢ БІРҚАТАР МАҢЫЗДЫ МАҚСАТТАРЫНДА ҚАРАСТЫРЫЛАДЫ. ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЕСЕПТІК ОЙЛАУЫН ДАМУ ТҮРІНДЕ ТҮЖЫРЫМДАУҒА ЖӘНЕ ТАЛДАУҒА МҮМКІНДІК БЕРЕДІ. БҮГІНГІ ТАҢДА ОНЫҢ ДАМУЫ ИНФОРМАТИКА САЛАСЫНДАҒЫ ЖАЛПЫ БІЛІМ БЕРУДІҢ БІРҚАТАР МАҢЫЗДЫ МАҚСАТТАРЫНДА ҚАРАСТЫРЫЛАДЫ. ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЕСЕПТІК ОЙЛАУЫН ДАМУ ТҮРІНДЕ ТҮЖЫРЫМДАУҒА ЖӘНЕ ТАЛДАУҒА МҮМКІНДІК БЕРЕДІ. БҮГІНГІ ТАҢДА ОНЫҢ ДАМУЫ ИНФОРМАТИКА САЛАСЫНДАҒЫ ЖАЛПЫ БІЛІМ БЕРУДІҢ БІРҚАТАР МАҢЫЗДЫ МАҚСАТТАРЫНДА ҚАРАСТЫРЫЛАДЫ.

### Аңдатпа

Есептік ойлау цифрлық дәуірдің негізгі ұғымдарының бірі, ХХІ ғасырдағы адамның қажетті дағдысы болып табылады. Бұл адамның ойлау процестерін ерекше ұйымдастыру, оған проблемалық жағдайларды, олардың шешімдерін компьютердің көмегімен жүзеге асырылатын қадамдар тізбегі түрінде көрсетуге болатындай етіп тұжырымдауға және талдауға мүмкіндік береді. Бүгінгі таңда оның дамуы информатика саласындағы жалпы білім берудің бірқатар маңызды мақсаттарында қарастырылады. Оқушылардың есептік ойлауын дамытуға қажетті әлеуеті бар басқа да оқу пәндерін атап өтуге болады. Оның дамуына арналған үлкен мүмкіндіктер әл-Фарабидің тригонометриясында да бар. Зерттеу мақсаты: әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда жоғары сынып оқушыларының есептік ойлау стилін дамыту мен диагностикалаудың құрылымдық-логикалық моделін әзірлеу және теориялық негіздеу. Нәтижелер: әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда олардың тиімді дамуын қамтамасыз ететін есептік ойлаудың құрылымдық компоненттері мен ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттар кешені анықталды және негізделді. Оларды ескере отырып, әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту мен диагностикалаудың құрылымдық-логикалық моделі әзірленді және теориялық тұрғыда негізделді. Модель өзара байланысты және өзара тәуелді блоктармен ұсынылған: мақсатты, теориялық-әдістемелік, мазмұнды, ұйымдастырушылық, бағалау-нәтижелік және олардың есептік ойлау компоненттеріне бағытталған әсері туралы тұтас түсінікті береді.

**Түйін сөздер:** есептік ойлау, әл-Фарабидің тригонометриясы, пәнаралық интеграция, ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттар, модель, рефлексия.

А.А. Акжолова, Г.Б. Камалова

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан  
**МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ И ДИАГНОСТИКИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ТРИГОНОМЕТРИИ АЛЬ-ФАРАБИ**

### Аннотация

Вычислительное мышление является одним из ключевых понятий цифровой эпохи, необходимым навыком человека ХХІ века. Оно представляет собой особую организацию мыслительных процессов человека, позволяющую ему анализировать и формулировать проблемные ситуации таким образом, чтобы их решения могли быть представлены в виде последовательности шагов, осуществляемых с помощью компьютера. Сегодня его развитие рассматривается в ряду важнейших целей общего образования в области информатики. Можно отметить и другие учебные дисциплины, обладающие требуемым потенциалом для развития вычислительного мышления школьников. Огромные возможности для его развития заложены и в тригонометрии аль-Фараби. Цель исследования: разработать и теоретически обосновать структурно-логическую модель развития и диагностики данного стиля мышления у старшеклассников при обучении тригонометрии аль-Фараби. Результаты. Выделены и обоснованы структурные компоненты вычислительного мышления и комплекс организационно-педагогических условий, обеспечивающих эффективное их развитие при обучении тригонометрии аль-Фараби, с учетом их разработана и теоретически обоснована структурно-логическая модель развития и диагностики вычислительного мышления у старшеклассников при обучении тригонометрии аль-Фараби. Модель представлена взаимосвязанными и взаимозависимыми структурными блоками: целевым, теоретико-методологическим, содержательным, организационным и

оценочно-результативным и даёт целостное представление о целенаправленном их воздействии на компоненты вычислительного мышления.

**Ключевые слова:** вычислительное мышление, тригонометрия аль-Фараби, междисциплинарная интеграция, организационно-педагогические условия, модель, рефлексия.

*A.A. Akzholova, G. Kamalova*

*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

## **MODEL OF DEVELOPMENT AND DIAGNOSTICS OF COMPUTATIONAL THINKING OF SCHOOLCHILDREN IN TEACHING TRIGONOMETRY AL-FARABI**

### *Abstract*

Computational thinking is one of the key concepts of the digital age, a necessary skill of a person of the XXI century. It is a special organization of a person's thought processes that allows him to analyze and formulate problematic situations in such a way that their solutions can be presented in the form of a sequence of steps carried out using a computer. Today, its development is considered among the most important goals of general education in the field of computer science. It is possible to note other academic disciplines that have the required potential for the development of computational thinking of schoolchildren. There are huge opportunities for its development in the trigonometry of al-Farabi. The purpose of the study: to develop and theoretically substantiate a structural and logical model for the development and diagnosis of this style of thinking in high school students when teaching al-Farabi trigonometry. Results. The structural components of computational thinking and a set of organizational and pedagogical conditions that ensure their effective development in teaching al-Farabi trigonometry are identified and substantiated, taking into account them a structural and logical model of the development and diagnosis of computational thinking in high school students in teaching al-Farabi trigonometry is developed and theoretically substantiated. The model is represented by interrelated and interdependent structural blocks: target, theoretical and methodical, substantive, organizational and evaluative-effective and gives a holistic view of their purposeful impact on the components of computational thinking.

**Keywords:** computational thinking, al-Farabi trigonometry, interdisciplinary integration, organizational and pedagogical conditions, model, reflection.

### **Кіріспе**

Әлемнің көптеген елдерінде білім алушылардың есептік ойлауын дамыту информатика саласындағы жалпы білім берудің маңызды мақсаттарының бірі болып табылады. Бүгінгі таңда бұл мәселе кәсіби педагогикалық қоғамдастықта кеңінен талқылануда. Оған ғалымдар мен IT-мамандарының көптеген зерттеулері арналған [1-4]. Есептік ойлау оларда компьютерді пайдалану мәселелерін шешуге қажетті когнитивті дағдылардың жиынтығы ретінде қарастырылады.

Көптеген авторлардың атап өткеніндей [5-6], компьютерлер мен компьютерлік-ақпараттық технологияларды қолдану мәселелерін шешу қазіргі білім беруде өзекті болып табылады. Ол үшін қажетті білік пен дағдылар информатиканы оқытуда ғана емес, сонымен қатар әртүрлі оқу салаларында да қалыптасуы мүмкін.

Оқушыларға әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасын, оның ішінде математикалық астрономия мен географияның әртүрлі мәселелерін шешу үшін математикалық әдістерді қолдануға байланысты жасаған, дамыған тригонометрияны үйрету ерекше назар аударуға тұрарлық. Ондағы негізгі мәселе тәжірибеде маңызды тригонометриялық кестелерді құру болып табылады. Бүгінгі таңда цифрландыру ауқымын кеңейту және көптеген мәселелерді шешуде цифрлық технологияларды кеңінен қолдану тригонометриялық функциялардың мәндерін табудың басқа жолдары бар екеніне қарамастан, оны әл-Фарабидің алгоритмі бойынша құруды автоматтандырудың мүмкіндігі мен орындылығын өзектендіреді.

Әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасы орасан зор дидактикалық құндылыққа ие және оны заманауи информатика-математикалық білімге қосу орынды, бұл оқушылардың тригонометрия бойынша білімін тереңдетіп қана қоймай, оқушылардың есептік ойлау дағдыларын дамытуды қамтамасыз етеді. Бұл ретте олардың даму тиімділігі, қажетті оқу-

зерттеу ортасын қамтамасыз ететін бірқатар ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттарға байланысты болады.

Бұл мәселе қазіргі ғылыми-зерттеулерде әлі көрініс таппады. Оның өзектілігі, педагогикалық маңыздылығы және ғылыми дамудың жеткіліксіздігі зерттеу тақырыбын таңдауға себеп болды.

Зерттеу мақсаты – әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту мен диагностикалаудың құрылымдық-логикалық моделін әзірлеу және теориялық негіздеу.

### **Материалдар және әдістер**

Зерттеу барысында келесідей әдістер жиынтығы пайдаланылды: қарастырылып отырған мәселе бойынша оның зерттелу дәрежесін анықтауға ғылыми-әдістемелік әдебиеттерге теориялық талдау жасау, белгіленген ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттарды ескере отырып, әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда білім беруді цифрландыру және осы ойлау стилін дамытудың құрылымдық-логикалық моделін құруда оны тиімді шешуде ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттар жиынтығын анықтау мақсатында жалпылау және модельдеу.

### **Нәтиже және талқылау**

Әл-Фарабидің жазықтықтағы тригонометрия бойынша барлық еңбектері бір градустағы синусты табуға және соның негізінде тригонометриялық функциялардың кестелерін құруға бағытталған, олардың қажеттілігі оларды теориялық және практикалық мақсаттарда қолданудың әртүрлілігімен түсіндіріледі. Бұл мәселені шешу оқушылардың есептік ойлауын дамытуда өте маңызды болып табылады [7-9]. Бастапқыда ғалымдар тапсырманы есептеу проблемасы ретінде тұжырымдайды, оны бүгінде компьютер мен ақпаратты өндеудің басқа құралдары арқылы тиімді жүзеге асыруға болады.

Кесте құру процесі мыналарды қамтиды:

– есептің қойылымын талдау, оны шағын, қарапайым, шешіміне қарай, бөліктерге бөлу (декомпозиция). Әл-Фарабидің жұмысында келтірілген материалдар жақсы құрылымдалған, тапсырмалар кестені құруға қажетті реттілікте орналасқан және бұл декомпозицияның мәнін түсінуді және оны жүзеге асыруды жеңілдетеді;

– алгоритмді әзірлеу (шешімге жетуге қажетті әрекеттерді анықтау және нақтылау);

– негізгі нәтижеге назар аудару және кішігірім бөлшектерді елемей;

– оның тиімділігін арттыру үшін жалпы мәселені шешудегі заңдылықтарды анықтау;

– шешімге жетуге қажетті әрекеттер тізбегін анықтау және нақтылау (есепті шешу алгоритмін әзірлеу). Алгоритмді құру оның дұрыс жұмыс істеуі үшін жан-жақты жоспарлауды қажет етеді.

Тригонометриялық кестені құруды автоматтандыру мақсатында компьютерде алгоритмді одан әрі енгізу есепті шешудің алгоритмін, есепті шешудің моделін бейнелейтін блок-схема түрінде жазуды; оны таңдалған бағдарламалау тілінде жазуды және оны түзету – шешімнің нәтижелерін бағалау мен талдауды жүзеге асыруды қажет етеді.

Синус кестесін құру алгоритмін барлық тригонометриялық функцияларға жалпылауға болады.

Дәл осы ойлау үрдісінің реттілігі және оларды жүзеге асыру есептік ойлауға тән болады.

Осылайша, цифрлық технологияларды дамытудың қазіргі жағдайында оқушылардың әл-Фарабидің тригонометриясын түсінуі мен меңгеруі олардың есептік ойлау дағдыларын: декомпозиция, абстракциялау, алгоритмдеу, жалпылау және бағалауды дамытумен тікелей байланысты болады [4].

Әл-Фарабидің тригонометриясын оқыту, сонымен қатар, барлық дәлелденген тригонометриялық формулалардың практикалық құндылығын түсінуге, білім алушылардың пәндік білім жүйесін байытуға, тригонометриялық формулаларды дәлелдеудің ықтимал

тәсілдері, сондай-ақ, тригонометриялық есептерді шешу тәсілдері және оларды саналы түрде түсіну туралы түсініктерін кеңейтуге мүмкіндік береді, бұл білім алушылардың оқу материалын тереңірек меңгеруін қамтамасыз етеді [4].

Тұлғаның есептік ойлауының қалыптасуы мен дамуының мәнін түсінудің ғылыми тәсілдерін жан-жақты талдау оның даму ерекшеліктерін сипаттайтын негізгі компоненттерді анықтауға мүмкіндік берді:

– мотивациялық-мақсатты компонент – есептік ойлауды дамыту ішкі себептерсіз жүзеге асырыла алмайды;

– мазмұндық компонент – бұл көптеген факторларға байланысты оқу іс-әрекетінің нәтижелері: білімнің тереңдігі, көлемі, жүйелілігі, тәжірибелік іскерліктер мен дағдылар;

– операциялық-функционалдық компонент – бұл қойылған міндеттерді шешуге қажетті және мақсатқа жетуді қамтамасыз ететін әдістер, тәсілдер, операциялар;

– рефлексивті-бағалау компоненті – ойлау үрдісін бақылауды жүзеге асырады.

Олардың даму тиімділігі көбінесе оқу үрдісінің ұйымдастырылуы мен жүруіне айтарлықтай әсер ететін және қажетті білім беру нәтижесіне қол жеткізуді қамтамасыз ететін ұйымдастырушылық-педагогикалық жағдайлар кешенін іске асыруға байланысты болады.

Ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттардың жиынтығы іске асырылатын үрдістің құрылымына байланысты болады. Біздің жағдайымызда, ол оның даму ерекшеліктерін сипаттайтын есептік ойлаудың құрылымдық компоненттерін ескере отырып, сондай-ақ, білім беруді цифрландырудың қазіргі жағдайында әл-Фарабидің тригонометриясын оқытудың ерекшелігін және компьютерді проблемаларды шешуге жаппай тартуды ескере отырып анықталады. Бұл:

– Мазмұны есептік ойлау дағдыларын дамытуға бағытталған пәнаралық элективті курсты құрудың негізі ретінде информатиканың пәнаралық интеграциясы (орта мектепке арналған Қазақстан Республикасы мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты – бұдан әрі ҚР МЖМБС бойынша «компьютерлік ойлау» бөлімі) және алгебраның («тригонометрия бөлімі»). Оқытудағы осындай интеграцияның нәтижесінде білім саласын кеңейтумен, тереңдетумен және кешенді дағдыларды қалыптастырумен қатар, компьютерді қолдана отырып, күрделі мәселелердің кешенді көрінісі, көзқарасы және оны шешудің негізі қаланады.

– Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда жігерлендіретін көзқарастар тобын өзектендіру және жоғары сынып оқушыларының танымдық іс-әрекетін жандандыру.

Оқушының жеке басын жігерлендіру саласы, оның қажеттіліктері мен мүдделері есептік ойлауды дамытудың қозғаушы күші болып табылады. Олар өнімді ойлау белсенділігін, қажетті ойлау дағдыларын дамытуды қамтамасыз ететін танымдық белсенділікті белсендіруде үлкен рөл атқарады. Сондықтан мұғалімнің міндеті оқытылатын материалға деген қызығушылықты ояту және оқытуда танымдық белсенділікті арттыру әдістерін қолдану болып табылады.

Оқушылардың ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдалана отырып, сабақтарды ұйымдастыруға және өткізуге эмоционалды қатысуын қамтамасыз ететін және оқушылардың оқу үдерісінде цифрлық білім беру ресурстарын пайдалану және әзірлеу қажеттілігін дамытуға ықпал ететін технологияға бай ақпараттық білім беру ортасында оқытуды ұйымдастыру.

Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда білім алушылардың рефлексиясын дамыту бойынша мақсатты жұмыс олардың іс-әрекет мақсаты мен үрдісін, оның нәтижелерін түсінуді көздейді; зерттелетін саласы бойынша мәселелерді қою және оларды шешу дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Рефлексия қабілеттерін дамыту мен диагностикалаудың жалпыға бірдей танылған әдістері оқушылардың ұжымдық рефлексиялық іс-әрекетін ұйымдастырудың белсенді әдістері болып табылады: кейстер, жобалау әдістері, пікірталастар, орындалған жұмыстың барысы мен нәтижелерін талқылау.



Рефлексия қабілеттерін дамыту мен диагностикалаудың жалпыға бірдей танылған әдістері студенттердің ұжымдық рефлексиялық іс-әрекетін ұйымдастырудың белсенді әдістері болып табылады: кейстер, жобалау әдістері, пікірталастар, орындалған жұмыстың барысы мен нәтижелерін талқылау [10]. Рефлексия дағдыларын диагностикалауға сауалнамаларды, карталарды, рефлексия кестелерін қолдана отырып, өзін-өзі бағалау, өзара бағалау және сараптамалық бағалау әдістері де қолданылады [11-12].

Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда оқушылардың есептік ойлауын дамыту үрдісі белгіленген ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттарды іске асыру жолдарын анықтайтын модельдің көмегімен ұсынылуы мүмкін.

Мұндай модельді жобалау мақсатты компонентке негізделген, ол жүйе құраушы функцияны орындайды және оқушылардың есептік ойлауын дамыту үрдісіне жалпы бағыт береді, сонымен қатар, соған қажетті жағдайлар мен білім беру технологияларын таңдаудың негіздері мен сипатын анықтайды. Мақсатты компоненттің позициялары модельдің құрылымында теориялық және әдіснамалық компонентті бөлу арқылы нығайтылады. Оның негізгі мақсаты – оқушылардың есептік ойлауын дамыту стратегиясы мен іс-әрекетін таңдауға, соның ішінде оған қажетті оқу шарттары мен технологияларын анықтауға қатысты ғылыми ұстанымды анықтау болып табылады. Таңдалған теориялық-әдіснамалық стратегиямен бірге мақсатты ұстанымдар әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда оқушылардың есептік ойлауын тиімді дамытуға қажетті мазмұнды және ұйымдастырушылық-педагогикалық құралдарды анықтауға жеткілікті негіз болып табылады. Жобаланған модель туралы қорытынды идеяға бағалау және нәтижелі компонентті бөлу арқылы қол жеткізуге болады. Оның мақсаты – оқушылардың есептік ойлауының даму деңгейі туралы жан-жақты ақпарат алу, бұл оларға жоғары бәсекелестік артықшылықтарға, цифрландыру жағдайында жеке және академиялық жетістіктерге қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Модельдің бағалау-нәтижелік компоненті оның мақсатты, мазмұнды және ұйымдастырушылық компоненттеріне байланысты болады.

Модельдің бөлінген құрылымдық компоненттерінің әрқайсысын егжей-тегжей сипаттап өтейік.

Мақсатты компонент. Қазіргі уақыттағы цифрлық технологиялардың қарқынды дамуында қоғам цифрлық технологияларды пайдалану дағдыларын меңгерген, цифрлық ортада дамуға, өз бетінше оқуға, алдына дұрыс мақсат қоюға және мәселелерді шешуде шығармашылықпен қарауға қабілетті, бастамашыл және белсенді тұлғаның қажеттілігін сезінеді. Информатика бойынша Қазақстан Республикасының жалпы білім берудің мемлекеттік білім беру стандарты қоғамның қазіргі және ықтимал болжамды сұраныстарына барабар білім беру сапасын арттыруға жағдай жасау және жаңа білім беру нәтижелеріне қол жеткізу, оның ішінде оқушылардың цифрлық сауаттылығын, олардың есептік ойлауын дамыту қажеттілігін талап етеді.

Бұл модельдегі мақсатты қоюдың негізі болып табылады. Осы зерттеудің шеңберінде оған қол жеткізудің негізгі тәсілі математика мен информатиканың пәнаралық ықпалдастығы үрдісінде әл-Фарабидің тригонометриясын жоғары сынып оқушыларының жас ерекшеліктеріне негізделген және барабар оқыту мазмұнымен, қазіргі заманғы цифрлық білім беру технологияларымен оқытумен байланысты болады. Осы негізгі модельдегі мақсат былайша анықталады: алгебра мен информатиканың пәнаралық ықпалдастығының аясында жоғары сынып оқушыларын даярлау жүйесіне әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасын енгізу және білім беруді цифрландыру жағдайында оны оқытуда оқушылардың есептік ойлауын дамыту.

Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда оқушылардың есептік ойлауын дамыту моделінің теориялық-әдіснамалық компоненті зерттелетін үрдістің жалпы түсінігін көрсетеді, жобаланған модельдің әдіснамалық негізін ұсынады.

Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда оқушылардың есептік ойлауын тиімді дамытуға жүйелі-іс-әрекеттік және жеке тұлғаға бағытталған тәсілдер қолайлы болып табылады [13-15].

Бүгінгі таңда жүйелі-іс-әрекеттік тәсіл өзекті болып табылады, қазақстандық білім берудің қазіргі заманғы басымдықтарына сәйкес келеді және жалпы білім беру стандартын іске асыруға байланысты оқу мақсаттары мен меңгеруде күтілетін нәтижелеріне сәйкес әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасында оқу материалын ұсынуға тән барлық заттармен өзара байланыстыру жүзеге асырылған оқу курсының тұтас көрінісін қамтамасыз етеді, сондықтан ол білім беруді цифрландыру жағдайында пәнаралық ықпалдастық аясында жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту моделін құруға негіз болады.

Жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту моделін құрудың негізінде барлық оқушылардың жеке ерекшеліктерін ескере отырып оқуға, тәрбиелеуге, дамытуға бағдарлауды және оған қолайлы оқыту мен тәрбиелеу ортасын құруды көздейтін тұлғаға бағытталған тәсілді де қолдануға болады.

Математика мен информатиканың пәнаралық ықпалдастығы шеңберінде әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда осы әдіснамалық тәсілдерді қолдану жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауының тиімді дамуын қамтамасыз етеді.

Модельдің мазмұндық компоненті жоғары сынып оқушыларының есептік ойлау дағдыларын дамыту үрдісінің негізінде жатқан әл-Фарабидің тригонометриясын оқытудағы негізгі іс-әрекет бағыттарының мәні мен мағыналық мазмұнын анықтайды.

Мазмұндық компонентке білім беру ұйымында бар өкілеттіліктерге сәйкес бекітілуі мүмкін білім беруді цифрландыру контекстінде әл-Фарабидің тригонометриясын зерделеу бағдарламасы енгізілген [16, 43 б., п. 2] және 9-11 сыныптарда жеке интеграцияланған элективті курс (информатика және математика) түрінде жүзеге асырылуы мүмкін, сондай-ақ міндетті алгебра (тригонометрия бөлімі) және информатика курсы (ҚР орта білім берудің МЖМБС есептік ойлау бөлімі) шеңберінде немесе сыныптан тыс сабақтарда жүзеге асырылуы мүмкін. Осы бағдарламаның негізгі элементтері (жоспарланған нәтижелер және т.б.) көрсетілген курстардың оқу бағдарламаларының негізгі бөлімдерінде көрсетілген.

Курс негізінен тәжірибеге бағытталған, оның бағдарламасы жоғары сынып оқушыларының оқу-танымдық пәнаралық іс-әрекетіне, қарқынды тәжірибеге негізделген. Бағдарламаны іске асыру оқытудың іс-әрекет режимінде жүзеге асырылады.

Бағдарламаға бірнеше бөлімдер кіреді: ақпараттық-насихаттау, пәндік-мазмұндық, технологиялық.

Курс бағдарламасының ақпараттық-насихаттау бөлімі тригонометрияның пайда болу тарихына, оның қалыптасуы мен дамуына қатысты материалдарды қамтиды.

Бағдарламаның пәндік-мазмұндық бөлімі жоғары сынып оқушыларының нақты білімдерін байытуға бағытталған. Есептік ойлауды дамытуға оқушылардың дәстүрлі оқытудағы пән бойынша алған білімдерінің жеткіліксіз екені анық. Мұнда жоғары сынып оқушыларының тапсырмаларды шығармашыл, заманауи компьютерлік технологияларды қолдана отырып, оларды шешудің өзіндік және стандартты емес тәсілдерді ұсыну іскерлігі мен қабілеті үлкен маңызға ие болады. Осы негізде курстың пәндік-мазмұндық бөлімінде компьютерлік технологияларды пайдалануды арттыруға, цифрлық ресурстарды дамытуға, алгоритмдеу және бағдарламалау дағдыларын дамытуға, абстракциялау, декомпозициялау, жалпылау және бағалау сияқты есептік ойлаудың негізгі дағдылары ретінде мазмұнды элементтерді бөліп көрсетеді.

Курс бағдарламасының технологиялық бөлімінде жоғары сынып оқушыларының ақпаратты өз бетінше іздеу, іріктеу және жүйелеу тәсілдерін, бос және оқу уақытын ұтымды пайдалану технологияларын игеруге бағытталған даярлық элементтері көрсетілген.

Ұйымдастырушылық компонент цифрландыру жағдайында әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту кезең-кезеңімен жүретінін және мұғалімдердің рөлі мен ілеспе ұстанымына байланысты өте күрделі, көп қырлы, ұзақ процесс болып көрінетінін түсінумен анықталады. Оны жүзеге асыру әртүрлі тұлғаишілік факторлармен, сондай-ақ, педагогикалық шарттар кешенімен қамтамасыз етіледі.

Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамытуда бірнеше кезеңдерді бөліп көрсетуге болады: пропедевтикалық-бағдарлық, шығармашылық-іс-әрекеттік, рефлексивті.

Пропедевтикалық-бағдарлық кезеңде жоғары сынып оқушыларының әл-Фарабидің тригонометриясы мен тригонометриялық мұрасының пайда болу және даму тарихына қызығушылығын қалыптастыру, олар ұсынатын алгоритмдердің бірегейлігі, оларды шешуде компьютерлік технологияларды пайдалану мүмкіндігі мен орындылығы, оны автоматтандыру мақсатында тригонометриялық кестелерді құру алгоритмін бағдарламалау мақсатында білім алушыларды сауатты психологиялық-педагогикалық сүйемелдеу көзделеді.

Бұл кезеңде келесідей міндеттер шешіледі:

а) орта мектеп оқушыларында математика саласы ретінде тригонометрияның абстрактілі сипаты туралы стереотиптік идеяларды жену;

б) оларда әл-Фарабидің тригонометриясын меңгеруде және негізгі алгоритмдерді бағдарламалауда заманауи цифрлық технологияларды қолдануға ішкі ынталандырушы мотивтерді қалыптастыру.

Шығармашылық-іс-әрекеттік кезеңде әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда пәнаралық интеграцияның кең спектрімен білім беруді цифрландыру контекстінде жүзеге асырылады. Мұнда жеке білім беру траекторияларын құрып, оларды ақпаратпен қанықтырып, заманауи цифрлық технологиялар мен бағдарламалау тілдерін қолдана отырып, оны алу мен іске асырудың әртүрлі тәсілдерін үйреткен жөн.

Жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту моделін жобалау «алгебра» және «информатика» пәндерінің пәндік мазмұнында жүзеге асырылғанын айта кетейік. Сондықтан, осы кезеңнің мазмұнды бөлігін нақтылауға оқушылардың есептік ойлау дағдыларын дамыту мақсатында аталған пәндер бойынша оқу бағдарламалары талданды. Сабақта мұндай тапсырмаларды орындау шектеулі болады. Тиісінше, жоғары сынып оқушыларының оқу іс-әрекетінің практикасына осы міндеттерді шешуді енгізуге мүмкіндік беретін ұйымдастырушылық механизмдерді іздеу мәселесі туындайды. Мұндай механизм информатика және математика бойынша интеграцияланған элективті курсты әзірлеу және енгізу, сабақтан тыс жұмыстардың мүмкіндіктерін пайдалану болуы мүмкін.

Шығармашылық-іс-әрекеттік кезеңде шешілуі керек міндеттерді бөліп көрсетейік:

а) жоғары сынып оқушыларының әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасына жүйелі танымдық іс-әрекеттерін ұйымдастыру, заманауи компьютерлік технологияларды пайдалана отырып, әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасынан есептерді шешуге дайын болатын тұрақты қызығушылығын қалыптастыру;

б) жоғары сынып оқушыларының рефлексия, өзін-өзі бақылау және болжау дағдылары мен іскерліктерін; әл-Фарабидің негізгі алгоритмдерінің негізінде цифрлық білім беру ресурстарын құру үрдісінде олармен жұмыс істеу қабілетін дамыту.

Рефлексия синус мәндерінің кестесін және басқа тригонометриялық функцияларды құруда ғалымның тригонометриялық мұрасының әрбір тақырыбын зерттегеннен кейін жүзеге асырылады. Рефлексия кезеңінде жоғары сынып оқушыларының әл-Фарабидің тригонометриясын, оның ішінде сфералық, заманауи цифрлық технологияларды қолдана отырып, одан әрі зерттеу перспективалары қарастырылады.

Рефлексиялық кезеңнің міндеттері:

а) жоғары сынып оқушыларының өз іс-әрекеттерін талдау, әл-Фарабидің тригонометриясын меңгеруде өз қабілеттері мен мүмкіндіктерін сыни бағалау, есептерді шешуді автоматтандыруға цифрлық ресурстарды әзірлеу дағдыларын дамыту;

б) жоғары сынып оқушыларының әл-Фарабидің тригонометриясын, алгоритмдеу мен бағдарламалауды, онда ұсынылған есептерді меңгеруде одан әрі оқу-танымдық іс-әрекеттің перспективаларын жобалау қабілетін дамыту.

Қойылған міндеттерге сәйкес әр кезеңде әл-Фарабидің тригонометриясын оқытудың формалары, әдістері мен құралдары айқындалады.

Бағалау-нәтижелік компоненті. Бұл компонент жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауының қалыптасу деңгейін және білім беруді цифрландырудың қазіргі жағдайында әл-Фарабидің тригонометриясын оқытудың ықпалына байланысты оның даму динамикасын анықтауға қолданылатын критерийлер мен тиісті көрсеткіштер жүйесімен ұсынылған.

Критерийлердің құрамы есептік ойлауының бұрын таңдалған құрылымдық компоненттерімен анықталады. Осы негізде мотивациялық, интеллектуалды-мағыналы, рефлексивті-іс-әрекеттік критерийлерді қолдану ұсынылады.

Мотивациялық критерий жоғары сынып оқушыларының ақыл-ой іс-әрекеті мен ойлау үрдістерін белсенді ету үрдісінде әл-Фарабидің тригонометриясы бойынша жаңа білім алу қажеттілігін қаншалықты қалыптастырғанын анықтауға мүмкіндік береді.

Мотивациялық критерий бойынша жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауының қалыптасуының көрсеткіштері ретінде мыналарды қолдануға болады:

– танымдық іс-әрекеттің қажеттілігі, мәселелерді шешуге компьютер мен компьютерлік ақпараттық технологиялардың мүмкіндіктерін пайдаланатындай етіп тұжырымдау, ақыл-ой белсенділігін белсенді ету және ақыл-ой еңбегінен қанағаттану арқылы жаңа білім алудың қажеттілігі;

– өз мүмкіндіктері мен жеке тәжірибесіне сүйене отырып, компьютерлік технологияларды пайдаланып, мәселелерді шешу туралы іс-әрекетті жоспарлау қабілеті; қажетті мақсаттарға оңтайлы жолмен қол жеткізу, уақыт бойынша іс-әрекетті тиімді ұйымдастыру сияқты іс-әрекеттерді ұйымдастыру;

– нәтижелі жеке жетістіктерге ұмтылу, күрделі есептерді шешуге дайын болу, мұнымен тоқтап қалмау, жеке жетістіктердің «барын» арттыру, жетістіктерді қол жеткізілген нәтижелер бойынша бағалау.

Интеллектуалды-мағыналық критерий ойлау, түсіндіру, қорытынды жасау, ойлау операцияларымен барабар жұмыс істеу, сондай-ақ, мақсатқа жетуде мағына мен құндылық белгілерін іздеу дағдыларын қамтиды. М.С. Яницкий, жасөспірімдік шақты – жеке тұлғаның интеллектуалды-мағыналық саласының қалыптасуы болып табылады, деп түсіндіреді [16].

Интеллектуалды-мағыналық критерий интеллект, эрудиция, шығармашылық деңгейін анықтауға мүмкіндік береді. Осы критерийдің келесідей көрсеткіштерін атауға болады:

– хабардарлық, ойлау, түсіндіру қабілеті, қорытынды жасау;

– компьютерлік технологияларды іске асыруды талап ететін мәселелер түрінде есептерді тұжырымдауға, оларды шешудің алгоритмдерін құруға, әртүрлі ақыл-ой операциялары арқылы жүзеге асыруға бағытталған өнімді ақыл-ой іс-әрекеті;

– танымдық іс-әрекеттің мақсаты, мәні және нәтижесі ретінде түсінілетін танымдық құндылық.

Рефлексивті-іс-әрекеттік критерий рефлексиялау, өз іс-әрекеттеріне баға беру, нәтижелерді түзету және өз іс-әрекетін қайта қарау қабілетімен жұмыс істеу қабілетін қамтиды. Бұл критерийдің көрсеткіштері:

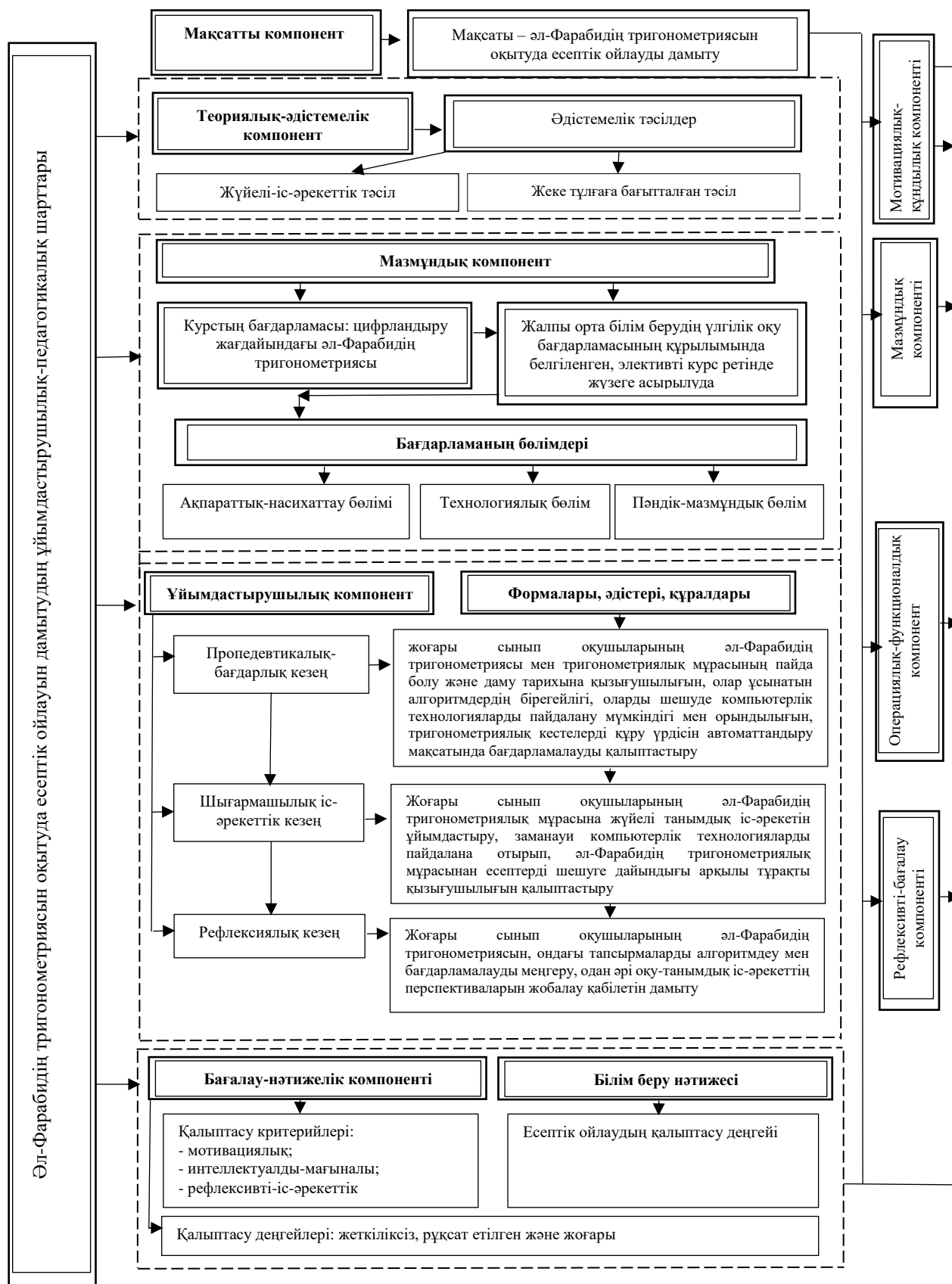
– іс-әрекеттің мақсатына жету қабілеті, міндеттерді немесе мәселелерді шешу мүмкіндігі, оларды шешу үшін өз тәжірибесі мен біліміне сүйене отырып, компьютердің мүмкіндіктерін пайдалану;

– рефлексия, өз іс-әрекетіне өзі талдау жасау, өзіне және өз іс-әрекетінің өнімдеріне жүгіну және оларды қайта қарау;

– мақсатқа жетудегі табандылық, атап айтқанда, мақсатқа жетуде табандылық таныту қабілеті және оң нәтижеге ұмтылу.

Әрбір критерийдің әртүрлі қарқындылық деңгейімен сипатталатынын ескеру керек. Бұл жағдайда қарқындылықтың деңгейі «жеткіліксіз», «рұқсат етілген» және «жоғары» деп сипатталуы мүмкін.

Сызба түрінде әл-Фарабидің тригонометриясын оқытуда жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту моделі 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Әл-Фарабидің тригонометриясын оқытудағы есептік ойлауды дамыту және диагностикалау моделі

## Қорытынды

Оқушылардың есептік ойлауын дамыту мен диагностикалау бойынша ұсынылған құрылымдық-логикалық модель инновациялық педагогикалық жүйе болып табылады. Оның жаңалығы, жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту білім беруді цифрландырудың қазіргі жағдайында әл-Фарабидің тригонометриялық мұрасын оқытуда қарастыру болып табылады.

Модель жоғары сынып оқушыларының есептік ойлауын дамыту үрдісіне жалпы бағыт беретін және әл-Фарабидің тригонометриясын оқыту барысында оларда осы ойлау стилінің тиімді дамуын қамтамасыз ететін белгіленген ұйымдастырушылық-педагогикалық шарттарды іске асыру жолдарын айқындайтын өзара байланысты компоненттерден (мақсатты, теориялық-әдістемелік, мазмұнды, ұйымдастырушылық, бағалау-нәтижелік) тұрады. Модель олардың есептік ойлау компоненттеріне бағытталған әсері туралы тұтас түсінікті береді.

Ұсынылған дидактикалық негізделген модель әл-Фарабидің тригонометриясының жоғары сынып оқушыларының есептік ойлау дағдыларын дамытуды қамтамасыз ететін жобалау-зерттеу әдістемесінің негізі бола алады.

### Пайдаланылған әдбиеттер тізімі:

- 1 Wing J. *Research Notebook: Computational Thinking – What and Why?* –2010. – URL: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- 2 *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education*. Computer Science Teachers Association [Электрон. ресурс]. – 2011. – URL: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html>
- 3 Хеннер Е.К. *Вычислительное мышление /Образование и наука*. – 2016. – № 2(131). – С.18-33. – URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-2-18-33>
- 4 Мукашева М.У. *Программирование в школе и вычислительное мышление*. //Вестник ЗКУ, 2018. – №4(72). – С.48-59
- 5 Берман Н.Д. *Роль информационных технологий в развитии навыков вычислительного мышления / Мир науки. Педагогика и психология*. 2019. – №2, том 7. – С.1-8
- 6 Баранов А.В. *Дидактический потенциал учебных физических задач в формировании вычислительного мышления студентов IT-направлений//Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review*. 2019. – №1(23). – С.144-150. –DOI 10.23951/2307-6127-2019-1-144-150
- 7 Wing J. *Computational Thinking // Communications of the ACM*. – 2006. – Vol. 49 (3), p.33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.
- 8 Aho A.V. *Computation and Computational thinking //The Computer Journal*. – 2012. – V.55, No.7, p.832-835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- 9 Чупина В.А., Федоренко О.А. *Теория и практика профессиональной педагогической рефлексии*. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2019.– 200 с.
- 10 Скрипко З.А., Артемова Н.Д. *Методика и диагностика профессиональной компетенции студентов педвуза на лабораторных работах по физике // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin)*. 2014. – № 6 (147). – С.38–42.
- 11 Забелина С.Б. *Критерии, показатели и уровни сформированности исследовательской компетентности магистрантов педагогического образования по направлению «Математическое образование» // Вестник МГОУ. Серия «Педагогика»*. 2013. – № 4.– С.29–34.
- 12 Асмолов А.Г. *Системно-деятельностный подход в разработке стандартов нового поколения*. // Педагогика. – 2009. – № 4. – С.18-22
- 13 Давыдов В.В. *Проблемы развивающего обучения: опыт теоретического и экспериментального психологического исследования*. – М.: Академия, 2004. – 288с.
- 14 Загвязинский В.И. *Теория обучения. Современная интерпретация: учебное пособие*. – М.: Academia, 2001. – 187с.
- 15 Закон Республики Казахстан «Об образовании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 26.02.2023 г.) – URL: [https://continent-online.com/Document/?doc\\_id=30118747](https://continent-online.com/Document/?doc_id=30118747)
- 16 Яницкий М.С. *Ценностные ориентации личности как динамическая система*. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 204 с.

References:

- 1 Wing J. (2010) *Research Notebook: Computational Thinking – What and Why?* URL: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (In English)
- 2 *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education*. Computer Science Teachers Association [Jelektron. resurs]. (2011). URL: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html> (In English)
- 3 Henner E.K. (2016) *Vychislitel'noe myshlenie [Computational Thinking]*. *Obrazovanie i nauka*. № 2(131). 18-33. – URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-2-18-33> (In Russian)
- 4 Mukasheva M.U. (2018) *Programmirovanie v shkole i vychislitel'noe myshlenie [Programming in school and computational thinking]*. *Vestnik ZKU*. №4(72). 48-59 (In Russian)
- 5 Berman N.D. (2019) *Rol' informacionnyh tehnologij v razvitii navykov vychislitel'nogo myshlenija [The role of information technology in the development of computational thinking skills]*. *Mir nauki. Pedagogika i psihologija*. №2, tom 7. 1-8 (In Russian)
- 6 Baranov A.V. (2019) *Didakticheskij potencial uchebnyh fizicheskikh zadach v formirovanii vychislitel'nogo myshlenija studentov IT-napravlenij [Didactic potential of educational physical tasks in the formation of computational thinking of IT students]*. *Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie. Pedagogical Review*. №1(23). 144-150. DOI 10.23951/2307-6127-2019-1-144-150 (In Russian)
- 7 Wing J. (2006) *Computational Thinking*. *Communications of the ACM*. Vol.49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. (In English)
- 8 Aho A.V. (2012) *Computation and Computational thinking*. *The Computer Journal*. V.55, No.7, 832-835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074> (In English)
- 9 Chupina V.A., Fedorenko O.A. (2019) *Teoriya i praktika professional'noj pedagogicheskoy refleksii [Theory and practice of professional pedagogical reflection]*. Ekaterinburg: Izd-vo Ros. gos. prof.-ped. un-ta. 200. (In Russian)
- 10 Skripko Z.A., Artemova N.D. (2014) *Metodika i diagnostika professional'noj kompetencii studentov pedvuza na laboratornyh rabotah po fizike [Methods and diagnostics of professional competence of pedagogical university students in laboratory work in physics]*. *Vestnik TGPU (TSPU Bulletin)*. № 6 (147). 38–42. (In Russian)
- 11 Zabelina S.B. (2013) *Kriterii pokazateli i urovni sformirovannosti issledovatel'skoj kompetentnosti magistrantov pedagogicheskogo obrazovaniya po napravleniju «Matematicheskoe obrazovanie» [Criteria, indicators and levels of formation of research competence of undergraduates of pedagogical education in the direction of "Mathematical education"]*. *Vestnik MGOU. Seriya «Pedagogika»*. № 4. 29–34. (In Russian)
- 12 Asmolov A.G. (2009) *Sistemno-dejatel'nostnyj podhod v razrabotke standartov novogo pokolenija [System-activity approach in the development of new generation standards]*. *Pedagogika*. № 4. 18-22. (In Russian)
- 13 Davydov V.V. (2004) *Problemy razvivajushhego obuchenija: opyt teoreticheskogo i jeksperimental'nogo psihologicheskogo issledovaniya [Problems of developmental learning: the experience of theoretical and experimental psychological research]*. M.: Akademiya. 288. (In Russian)
- 14 Zagvjazinskij V.I. (2001) *Teoriya obuchenija. Sovremennaja interpretacija: uchebnoe posobie [The theory of learning. Modern interpretation]*. M.: Academia. 187. (In Russian)
- 15 *Zakon Respubliki Kazahstan «Ob obrazovanii» [The Law of the Republic of Kazakhstan "On Education"] (s izmenenijami i dopolnenijami po sostojaniju na 26.02.2023 g.)* URL: [https://continent-online.com/Document/?doc\\_id=30118747](https://continent-online.com/Document/?doc_id=30118747)
- 16 Janickij M.S. (2000) *Cennostnye orientacii lichnosti kak dinamicheskaja Sistema [Personal value orientations as a dynamic system]*. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat. 204. (In Russian)

А.К. Алипова<sup>1</sup>\*, А.Р. Турганбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
\*e-mail: aikosha\_alipova@mail.ru

## БАСТАУЫШ МЕКТЕПТЕ ИНФОРМАТИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА ОЙЫН ТӘЖІРИБЕСІН ЕНГІЗУДІҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

*Аңдатпа*

Мақалада бастауыш сынып оқушыларына «Цифрлық сауаттылық» пәнін оқытуда ойын тәжірибесін пайдалана отырып, білім берудің дәстүрлі әдістеріне салыстырмалы талдау жасалған. Оқу процесінде компьютерлік ойындарды қолдану әдістері оқу материалын ойын түрінде түсіндіруде ерекшеленеді. Өртүрлі пәндер бойынша компьютерлік ойындарды пайдалана отырып, оқушының осы пәнге деген қызығушылығын арттырып, терең білім алуға көмектеседі. Білім беру жүйесінде ойын платформаларын пайдаланатын әдістердің жіктелуі келтірілген. Ойын тәжірибесі оқытуды ұйымдастырудың жаңа әдісіне негізделген, оның тиімділігі мен педагогикалық әлеуеті зор. Зерттеудің өзектілігі – бастауыш мектептерінде информатика пәнін оқытуда қолданылатын ойын тәжірибе сабақтарының артықшылықтарын анықтау. Авторлар білім берудегі түрлі салаларында ойын тәжірибесін пайдалануы туралы шетел зерттеушілерінің жариялымдарына талдау жүргізіп, ойын платформаларын пайдаланудың артықшылықтарын көрсетеді және сауалнама жүргізілді. Оқу процесінде компьютерлік ойындарды пайдалану, ең алдымен, субъектінің оқу іс-әрекетін қызықты әрі сапалы етеді. Зейін қойып, мақсатқа жетуге деген құлшынысын арттыратыны дәлелденген. Зерттеудің нәтижесі бастауыш сынып оқушылары пернетақтада жұмыс істеу кезінде ұсақ моторикасын дамыту үшін испан ғалымдарының тәжірибесін пайдалана отырып білім алушылардың цифрлық сауаттылығын арттыруы. Шешілетін мәселелер - бастауыш сынып оқушылары информатика сабағында қазақ тілді пернетақтаны ойын тәжірибесі арқылы игеру.

**Түйін сөздер:** ойын тәжірибесі, цифрлық сауаттылық, білім беру, бастауыш сынып, информатиканы оқыту.

А.К. Алипова<sup>1</sup>, А.Р. Турганбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

## ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ ИГРОПРАКТИКИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ В НАЧАЛЬНЫХ КЛАССАХ

*Аннотация*

В статье проведен сравнительный анализ традиционных методов обучения младших школьников с использованием игрового опыта при изучении предмета "Цифровая грамотность". Методы использования компьютерных игр в учебном процессе отличаются в интерпретации учебного материала в игровой форме. Используя компьютерные игры по различным предметам, можно повысить интерес учащегося к данному предмету и помочь ему получить глубокие знания. В образовательной работе приведена классификация методов, использующих игровые платформы. Игровой опыт основан на новом методе организации обучения, который обладает большой эффективностью и педагогическим потенциалом. Актуальность исследования заключается в выявлении преимуществ игровых практических занятий, используемых при изучении информатики в начальных школах. Авторы проанализировали публикации зарубежных исследователей об использовании игрового опыта в различных областях образования, продемонстрировали преимущества использования игровых платформ и провели опрос. Использование компьютерных игр в учебном процессе, прежде всего, делает учебную деятельность субъекта интересной и качественной. Доказано, что он концентрируется и повышает мотивацию к достижению целей. В результате исследования учащиеся начальных классов повысили цифровую грамотность обучающихся, используя опыт испанских ученых для развития мелкой моторики при работе на клавиатуре. Решаемые



проблемы-овладение казахоязычной клавиатурой на уроках информатики учащимися начальных классов через игровой опыт.

**Ключевые слова:** игропрактика, цифровая грамотность, образование, начальная школа, преподавание информатики.

*A.K. Alipova<sup>1</sup>, A.R.Turganbayeva<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

## ADVANTAGES OF INTRODUCING GAME PRACTICE IN TEACHING INFORMATICS IN PRIMARY SCHOOL

### *Abstract*

The article presents a comparative analysis of traditional methods of teaching younger schoolchildren using gaming experience in the study of the subject "Digital Literacy". Methods of using computer games in the educational process differ in the interpretation of educational material in a playful way. Using computer games in various subjects, you can increase the student's interest in this subject and help him gain in-depth knowledge. The classification of methods using gaming platforms is given in the educational work. The gaming experience is based on a new method of organizing training, which has great efficiency and pedagogical potential. The relevance of the study is to identify the advantages of practical gaming classes used in the study of computer science in primary schools. The authors analyzed the publications of foreign researchers on the use of gaming experience in various fields of education, demonstrated the advantages of using gaming platforms and conducted a survey. The use of computer games in the educational process, first of all, makes the educational activity of the subject interesting and of high quality. It has been proven that he concentrates and increases motivation to achieve goals. As a result of the study, primary school students improved the digital literacy of students, using the experience of Spanish scientists to develop fine motor skills when working on the keyboard. Solved problems-mastering the Kazakh-language keyboard in computer science lessons by primary school students through gaming experience.

**Keywords:** gaming experience, digital literacy, education, elementary school, computer science teaching.

### **Кіріспе**

Елімізде 2022 жылдың қаңтар айынан бастап бірінші сынып оқушыларына «Цифрлық сауаттылық» пәні енгізілді. Бұған дейін оқушылар үшінші сыныптан бастап «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» пәнін оқыған болатын. Цифрлық әлемнің қарқынды дамып жатқанын көріп отырмыз. Қазір смартфондар мен компьютерлерді мектепке дейінгі кіші жастағы балаларда пайдаланады. Цифрлық сауаттылық – оқу мен жазу сияқты негізгі дағдылардың біріне айналып келеді. Цифрлық технология қоғам өміріне әсерін молынан тигізуде және соның нәтижесінде денсаулық сақтау мен білім беру, қала тіршілігі, жалпы адамның күнделікті өмірі айтарлықтай өзгеріп, жаңа сипатқа ие болуда. Расымен де, адамзат қауымы жыл санап емес, ай санап, тіпті апта мен күн санап цифрландыру заманының сиқырлы әлеміне еніп барады. Бүгінгі таңда ақпараттық технология байлық болып саналмайды, олар біздің айнымас бір бөлігімізге айналғаны анық. Ақпараттық технологияны меңгеру заман талабы. Ал, оны жас жеткіншектерге өз деңгейінде қызықтыра отырып үйрету заманауи информатиканы жетік меңгерген, заманауи ұстаздардың міндеті болып табылады. Зерттеу тақырыбы өте өзекті болып табылады себебі оқушылардың жаңа білім алуға деген мотивациясын ояту, тәжірибие ойын арқылы материалды игеру.

Ақпараттық технологиялар (АТ) білім беруде көптеген жолдармен революция жасады, соның ішінде:

- Онлайн оқыту: АТ онлайн платформалар арқылы білім беруге мүмкіндік берді, бұл оны студенттерге қол жетімді және ыңғайлы етеді.

- Электрондық оқу материалдары: АТ оқушыларға кез келген уақытта және кез келген жерде қолжетімді электрондық кітаптар, бейнелер және интерактивті тренажерлер сияқты цифрлық білім беру ресурстарын жасауға және таратуға мүмкіндік берді.

- Жеке оқыту: АТ әр оқушының қажеттіліктері мен қабілеттеріне негізделген жеке оқу тәжірибесін құруға арналған құралдарды ұсынады.

- Бірлескен оқыту: АТ оқушыларға топтық жұмыс дағдылары мен әлеуметтік дағдыларды дамытуға ықпал ете отырып, онлайн режимінде бір-бірімен ынтымақтасуға және байланысуға мүмкіндік береді.

- Жақсартылған бағалау: АТ онлайн бақылау, тесттер мен тапсырмалар арқылы оқушылардың үлгерімін тиімдірек және тиімдірек бағалауға мүмкіндік береді.

- Жалпы, АТ білім алу тәсіліне және оны оқушылардың қабылдауына айтарлықтай әсер етті, бұл интерактивті, қызықты және қолжетімді білім беру ортасын құруға әкелді.

Ақпараттық технологиялар бастауыш мектептің информатика пәні әдетте пернетақтамен жұмыс істеу, тінтуірді дұрыс пайдалану және ғаламтор бағдарламалық жасақтамада шарлау сияқты негізгі компьютерлік дағдыларды үйретуді қамтиды. Ақпараттық технологиялар саласындағы кейбір бастауыш мектептің оқу бағдарламалары Scratch немесе Blockly сияқты құралдарды қолдана отырып, кодтау және алгоритмдерді әзірлеу сияқты бағдарламалау тұжырымдамаларымен танысуды қамтуы мүмкін.

Әлемдік деңгейді алып қарастырсақ та, жоғары білікті маман, бәсекеге қабілетті, барлық керек заттарына қол жеткізе алатын маман болу өте маңызды. Әр саланың қызметкерлері тек қаржылық жағынан ғана емес, өзін-өзі бекіту және өз бетінше дамуы үшін жұмыстың өзінде ойын процесіне қатысуы керек. Ойын түрлері қызықты және тиімді болады, өйткені ол қосымша (материалдық емес) жұмысқа деген мотивацияны тудырады [1]. Кезінде Ахмет Байтұрсынов: «Оқу жұмысының үш жағы үш нәрсеге келіп тіреледі: бірі ақшаға, бірі құралға, бірі мұғалімге. Осы үш тіреу бірдей тең болса, оқу қисандамай, ауытқымай, түзу жүреді. Ол үшеуі тең болмағандығы, оқу жұмысы аумалы жүк сияқты орнықсыз болады. Жүгі ауған көштің жүрісі өңбейді. Орнықты оқу болмайды» - деп жазған болатын [2]. Яғни, барлық нәрседе тепе теңдікті сақтау және жан жақты болу керек.

Мектепке дейінгі білім беру процесін жетілдіруде мультимедиялық технологияларды тиімді пайдалану мәселесі қарастыра отырып: Мультимедиялық презентацияларды дәстүрлі оқыту әдістерімен үйлестіре жүйелі түрде қолдану кезінде мектеп жасына дейінгі балалардың танымдық қабілеттерін дамыту жұмыстарының тиімділігін анықтаған [3]. Иә, кішкентай балалар бәрін өз көздерімен көріп, қабылдай алатын кезде жақсы үйренетіні рас. Көрнекі оқыту-бұл кішкентай балалар үшін тиімді әдіс, өйткені бұл оларға көргендерін қолда бар біліммен байланыстыруға және өз тәжірибелерінен мағына алуға мүмкіндік береді. Оқытудың бұл түрі балаларға болашақ оқытудың берік негізін қалауға көмектеседі және олардың жалпы дамуына ықпал етеді. Сонымен қатар, оқу процесіне көрнекі құралдар мен практикалық сабақтарды қосу оны кішкентай балалар үшін қызықты әрі жағымды ете алады.

Қазіргі (өскелең) ұрпақ – бұл бала кезінен компьютермен, ойындармен таныс адамдар. Ойындарда мотивация айқын көрінеді, бірақ бұл көп жағдайда материалдық емес, ол құмарлық пен қызығушылыққа негізделген. Өскелең ұрпақ «левел», «квесттер» және т.б. деген не екенін жақсы біледі. Бұл ұрпақ өз деңгейін жақсартуға/арттыруға, «ХР» (тәжірибе) көбірек алуға тырысады. Мүмкіндігінше көп тапсырмаларды орындағаннан кейін олар үлкен бәсекелестік арасында рекорд орнатуға тырысады. Ойын практикасы – бұл оқыту сапасын жақсартатын әдіс. Ол ойын жасау үшін емес, тұрақты оқуды көңілді және қызықты ету үшін қолданылады. Дәстүрлі түрде кішігірім кәсіп деп саналатын көптеген кәсіби іс-шаралар мен әртүрлі ойын тәжірибелері бір-біріне жақындатып қана қоймай, парадоксалды синтезді қалыптастыру үшін біріктірілгенін атап өткен жөн [4].

### **Зерттеу әдістемесі**

Зерттеу барысында келесі әдістер қолданылды: ақпараттық-аналитикалық, салыстырмалы талдау мен бейімдеу әдісі. Отандық және шетелден келген әр түрлі ғалым-педагогтардың ойын тәжірибесін қолдану тәсілдерінің жіктеу жүргізілді. Жұмыста бастауыш сыныптарда информатиканы оқытудың әртүрлі әдістері ойын тәжірибесін қолданумен салыстырылды, пернетақтадағы жұмысты жақсы меңгеру үшін кіші жастағы оқушылардың ұсақ моторикасын дамыту үшін компьютерлік ойындарды пайдаланған испан ғалымдарының

еңбектеріне ерекше назар аударылды. Жас айырмашылық, әріптер әдістемесі (методика), компьютерлік графика және дизайн.

### **Зерттеу нәтижелері**

Бастауыш мектепте информатика пәнін оқытуда оқушыларды есептерді шешу, Алгоритмдер және цифрлық сауаттылық сияқты негізгі ұғымдар мен дағдылармен таныстыра алады. Информатиканы жақсы деңгейде оқытудың мақсаты, міндетті түрде сарапшыларды құру емес, болашақ оқытудың негізін қалау және оқушыларға өмірдің әртүрлі салаларында қолдануға болатын есептеу ойлау дағдыларын дамытуға көмектесу болып табылады. Бұған кодтау, цифрлық медианы құру, зерттеу және коммуникация технологияны пайдалану сияқты әрекеттер кіруі мүмкін.

Оқытудағы ойын технологиясы туралы айтатын болсақ, алғашқы пайда болған қауымдастық мектеп жасына дейінгі және бастауыш мектеп жасындағы балаларды оқытумен байланыстырып жатады. Бірақ бұл мүлдем олай емес. Ойын тәжірибесі балабақша мен бастауыш сынып оқушыларының көңілінен шығып қана қоймай ересек өмірге дағдылануға және бүгінгі таңдағы бизнес қызметкерлерді оқыту үшін де, неше түрлі ойын тәжірибелерін пайдаланып танымалдылық әкелуде. Геймификацияны көп жағдайда қызметкерлер арасында қызығушылықтың артуы, жұмысқа деген белсенділік құралы ретінде пайдалануда. Компанияда сыйақы мен сыйлақтар ретінде ойын тәжірибесін қолданып жұмысқа деген ұмтылысын байқауға да болады. Геймификация тапсырмаларды қою, кері байланыс, деңгейлер, шығармашылық сияқты ойын элементтерін пайдаланады. Ойын ұпайы мен ұпай жинау арқылы, бұл өз кезегінде жұмыстың қарқынды жүруі мен материалды одан әрі игеруге ынталандырады [5].

Соңғы жылдары геймификация көптеген білім беру мәселелерінің ерекше шешімі болып табылады. Көптеген зерттеушілер мен тәжірибешілер оны ізденеді, талдайды және көптеген зерттеулер оның құпиялары мен егжей-тегжейлерін ашуға тырысады. Қандай да бір түрде, бұл термин мен қолдану аясы ойыншылар ойыншыларды тарту арқылы және олардың ағындық күйлерін тудыру күшін мойындайды [6].

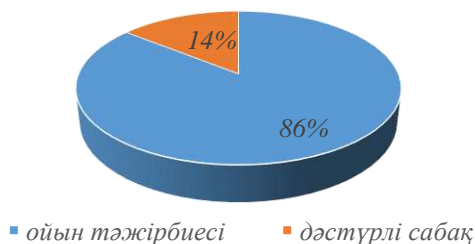
Оқу және ойын-сауық компоненттерінің үйлесуі арқасында оқу компьютерлік ойындар жаңа материалмен танысу кезінде де, оны бекіту процесінде де оқушының немесе студенттің зейіні мен қызығушылығын сақтауға көмектеседі. Мұндай ойындарды жас санаттары бойынша да, мақсаттары мен міндеттері бойынша да ажыратуға болады. Олар мектеп жасына дейінгі балаларға да, бастауыш немесе жоғары сынып оқушыларына да, орта және жоғары оқу орындарының студенттеріне де, кәсіптік оқыту мен дағдыларды жетілдіруге де арналған. Сондықтан оқу-тәрбие процесіне оқу ойынын енгізбес бұрын оның қандай жасқа арналғанын, қай типке жататынын және қандай мақсатты көздейтінін анықтау қажет, өйткені ол оқытудың қаншалықты тиімді болатынына байланысты [7].

Зерттеу тақырыбы бойынша арнайы платформа қарастырылды. Испандық *Cristic* платформасында ойын тәжірибесіне 100%-ы білім алушылар қатысты. Нәтижесінде, сабаққа қатысқан оқушылардың 91%-ы сабақтың қызықты және түсінікті өткені туралы оң көзқарастарын білдірді.

Сондай ақ, 21 оқушыдан сауалнама алынды. Сауалнама нәтижесі бойынша: Олардың 18-і "Ойын тәжірибесі" таңдады. Бұл тәсіл оқу процесінде ойындарды, модельдеуді, интерактивті тапсырмаларды және басқа ойын элементтерін пайдалануды қамтиды. Ал, 3-і "Дәстүрлі оқыту" таңдады. Бұл дәрістерді, оқулықтарды оқуды, тапсырмаларды орындауды және үй тапсырмасын стандартты түрде орындауды қамтуы мүмкін (сурет 1).

Осы мәліметтерге сүйене отырып, келесі қорытындылар жасауға болады: оқытудың ойын тәжірибесі дәстүрлі оқытуға қарағанда ұтымды болып тұр, интерактивті және қызықты әрі тартымды. Оқыту технологиясын жаппай ендіруді зерттеушілер 60-шы жылдарың басында жатқызады және оны алғашында американдық, ал одан соң европалық мектептің қайта өрлеуімен байланыстырады.

Оқушылардың таңдаған сабақ түрі



Сурет 1. Сауалнама нәтижесі

Шет елдегі қазіргі заманғы педагогикалық технологиялар бойынша неғұрлым танымал зерттеушілер: Дж. Кэрролл, Л.Н.Ланд және басқалардың ғылыми еңбектерінде көрсетілген [8]. Ойын-тәжірбиесін әр салада қолдана отырып, түрлі ғалымдардың еңбектерінен, тиімді пайдалану тәсілдері 1-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Ойын-практиканы қолдану тәсілдерді жіктеу

№	Автордың аты-жөні	Қолдану тәсілдері
1	Дынкина Е.Д. [1]	Ойын тәжірбе құралы кадрларды даярлау жүйесіне енгізу жолдары қарастырылған. Ситуациялық оқыту қызметкерлерді оқыту нәтижелерін нақты жұмыста пайдалануға мүмкіндік береді. Танылатын жағдайлар өзектілікті арттырады және эмпатияны дамытады, бұл оқуды өзекті және техникалық немесе ғылыми тұрғыдан аз етеді
2	Байтұрсынов Ахмет [2]	Бұл күнде қазақша оқуда кемшілік көп. Әуелі, оқу құралы кітаптар жоқ. Ноғайша оқу құралдары қазаққа үйлеспейді. Екінші, қазақ мектебіне түзелген пыроғырама жоқ, онсыз оқу бір жөнен шықпайды. Үшінші, бала оқыту ғылымынан хабардар мұғалімдер аз
3	Метербаева К.М., Ғарифолла А.М., Аманжолова Ә.Н. [3]	Мектепке дейінгі білім беру процесін жетілдіруде мультимедиялық технологияларды тиімді пайдалану мәселесін қарастыра отырып: Мультимедиялық презентацияларды дәстүрлі оқыту әдістерімен үйлестіре жүйелі түрде қолдану кезінде мектеп жасына дейінгі балалардың танымдық қабілеттерін дамыту жұмыстарының тиімділігін анықтаған
4	Никитин С. И. [4]	Ойын практикасының негізгі аспектілері: динамика, механика, эстетика, элеуметтік өзара әрекеттесу аспектілері қозғалған. Мысал ретінде оқытуды геймификациялаудың бірнеше практикалық жолдарын қарастырған. (Роберт С. Беккер)
5	Варенина Л. П. [5]	Білім беруде ойын технологиясын қолдануды және оның функцияларын атап өткен. "Геймификация" тұжырымдамасы адамдардың жетістікке жетуіне ынталандыру шығармашылығын аша алатын процесс ретінде қарастырған
6	Haolin Yan , Hongfeng Zhang, Shaodan Su, Johnny F. I. Lam Xiaoyu Wei. [6]	Онлайн білім берудің танымалдылығының артуымен онлайн оқытуға көптеген технологиялық білім беру құралдары біртіндеп енгізілуде. Интернеттегі білім берудегі геймификацияның рөлі зерттеушілерді қызықтырды. Оқушылардың визуалды, аудиалды және кинестетикалық (vak) оқу стильдеріне сүйене отырып, бұл зерттеу студенттердің Гуандун мен Макао провинциясында орналасқан таңдалған университеттердегі онлайн ойын сабақтарына қатысуға деген мінез-құлық ниетін зерттеу үшін эмпирикалық зерттеу әдісін қолданады
7	Иванько А. Ф., Иванько М. А.,	Қазіргі әлемді электронды құрылғыларсыз елестету қиын, сондықтан білім беру ойындары білім алушыларға жаңа білім беріп қана қоймай, оларды өз

	Бурцева М. Б. [7]	пәнімен баурап алуға тырысатын мұғалімдер үшін мектеп бағдарламасында маңызды рөл атқарады. Ойын технологиясы - білім беруде оқушылардың назарын аударуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде олар оқу процесіне академиялық және кәсіби мансапқа қажетті технологиялық дағдыларды дамытуға үлкен қызығушылық танытанын қарастырған
8	Таубаева Ш.Т., Лактионова С.Н. [8]	Оқыту технологиясын жаппай ендіруді зерттеушілер 60-шы жылдарың басында жатқызады және оны алғашында американдық, ал одан соң европалық мектептің қайта өрлеуімен байланыстырады. Шет елдегі қазіргі заманғы педагогикалық технологиялар бойынша неғұрлым танымал зерттеушілер: Дж. Кэрролл, Л.Н.Ланд, Ю.К. Бабанский, В.Н. Беспалько және басқалардың ғылыми еңбектерінде көрсетілген
9	Соболева Е. В., Соколова А. Н., Исупова Н. И. [9]	Білім беруді ақпараттандыру тарихын қарастыру негізінде компьютерлік ойындарды оқу процесіне енгізу тәжірибесі мен оқу үдерісін геймификациялау әдістемесінің тұжырымдамалық аппараты, мүмкіндіктерге талдау жасалды. ойынды оқыту технологиясын жүзеге асыру үшін оқу процесіне компьютерді және басқа АКТ құралдарын қосумен қамтамасыз етілді. Компьютерлік ойындарды қолдану әдістемесін жетілдіру қажеттілігін көрсету үшін жалпы білім беру процесінде және, атап айтқанда, оқыту процесінде компьютерлік ойындарды қолданудың оң және теріс аспектілеріне талдау жасалды
10	Садыков Б.Д. [10]	Ойын практикасының тиімділігі үлкен педагогикалық әлеуеті бар оқытуды ұйымдастырудың жаңа әдісі ретінде негізделгенін, оқу процесінде компьютерлік ойындар құралдарын қолдану, біріншіден, субъектінің білім беру қызметіне неғұрлым күшті және сапалы көңіл бөлуге деген ынтасын күшейтетіні, екіншіден, тапсырмаға деген адалдықты ұзартатыны және мақсатқа жету ықтималдығын арттыратыны дәлелденгенін қарастырды

### Талқылау

Мақалада, дәстүрлі оқыту мен ойын арқылы негізделген оқытуды салыстыра отырып, екі тәсілдің де артықшылықтары мен кемшіліктері бар деп айтуға болады. Бірақ, дәл кәзіргі заман талабына сай оқушылардың алғыр, сабақтың тақырыбын толықтан түсініп білу үшін ойын тәжірбиесін қолдана отырып, сол аталған мақсатқа қол жеткізу болатынын айтуға болады. Тоқталайық:

- дәстүрлі оқыту көбінесе дәрістер түріндегі презентацияларға, оқу материалдарына және жазбаша тапсырмаларға сүйенеді. Бұл тәсіл өзін жақсы дәлелдеді және ақпаратты беруде және білімді қалыптастыруда тиімді екенін дәлелдеді. Дегенмен, оқушылар бұл әдісті іш пыстырарлық және қызықты емес деп санауы мүмкін, бұл мотивация мен зейіннің төмендеуіне әкеледі.

- екінші жағынан, ойынға негізделген оқыту әдістері оқушының ынтасы мен белсенділігін арттыруға көмектесетін интерактивті және қызықты оқу тәжірибесін қамтамасыз ете алады. Ойындар оқудың жағымды және есте қаларлық әдісін қамтамасыз ете алады, оқушы өз білімін тексере отырып белсенді қатысуға мүмкіндік береді. Ойын тәжірбиесі терминін 2010 жылы Америка Құрама Штаттарында ойын және әлеуметтік медиа технологияларын біріктіретін эртүрлі компаниялар қолданатын жаңа маркетингтік әдістің нәтижелері талданған кезде кеңінен тарады. Өмірдің барлық салаларында ойын элементтерін ілгерілету идеясының шабытшысы психолог Г. Зихерман болды [9].

Оқытудағы ойын тәжірбиесінің артықшылықтары:

*Мотивация мен белсенділікті арттыру:* ойындар арқылы оқушылардың назарын аударуды, оларды ынталандыруды және интерактивті оқу тәжірибесін ұсына алады.

*Белсенді оқыту:* ойындар көбінесе оқушылардың алған білімдерін іс жүзінде қолдануға мүмкіндік беретін оқу процесіне қатысуды талап ете алады.

*Мәселелерді шешу дағдыларын жетілдіру:* көптеген ойындар ойыншылардан басқатырғыштарды шешуді, қиындықтарды жеңуді және шешім қабылдауды талап етеді – мұның бәрі оқушыларға мәселені шешудің маңызды дағдыларын дамытуға көмектеседі.

*Оқуды күшейту:* ойындар оқушылармен тез арада кері байланыс орнатып, өткен материалды бекітуге және жақсартуды қажет ететін аймақтарды анықтауға көмектеседі.

*Білімді бекіту:* ойындардың интерактивті сипаты оқуды есте қаларлықтай етуге көмектеседі, бұл білімді есте сақтауға және түсінуге әкеледі.

Оқытудағы ойын оқытудың кемшіліктері:

*Ресурстардың шектеулілігі:* тиімді ойын жаттығуларын жасау көп уақытты қажет етеді және арнайы дағдылар мен ресурстарды қажет етеді.

*Шектеулі қолдану мүмкіндігі:* барлық пәндер немесе тақырыптар ойын жаттығуларына сәйкес келмеуі мүмкін, ал кейбір пәндер дәстүрлі дәріс тәсілін қажет етуі мүмкін.

Дегенмен, оқытудың тиімді ойын түрлерін жасау көп уақытты қажет етеді және арнайы дағдылар мен ресурстарды қажет етеді. Оқушылардың тез және анық сабақ барысын түсініп оны қабылдау сатысында: Марио Хергер ұсынған кесте бойынша дәстүрлі ойын мен ойын практикасын алып қарастырсақ (салыстыру) [10]. Салыстыру төмендегі 2-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 2. Ойын түрлерін салыстыру

Салыстыру параметрі	Дәстүрлі ойын	Рөлдік ойын	Ойын тәжірбиесі
Ережелердің болуы	иә	жоқ	иә
Мақсаттың болуы	иә	жоқ	иә
Нақты әлем	жоқ	жоқ	иә
Жүйелік	жоқ	жоқ	иә

Осылайша шағын ғана кесте арқылы көрсек болады, ойын тәжірбиесі арқылы оқушылар білімді тезірек сіңіріп, түсінеді. Дәстүрлі оқыту әдісі және ойын тәжірбиесі арқылы оқыту әдісі білім ордасында өз орны бар екені айқын дүние, қай әдіс тиімдірек екенін оқушылардың пән мақсаты мен оны қолдануына байланысты. Аралас әдісті қолдану тиімді болуы да мүмкін, яғни дәстүрлі әдіс пен ойын тәжірбие арқылы оқыту әдісімен бірге оқыту арқылы оқытушының екі әдістің мықты жақтарын қолданып оқытуда мақсатқа тез жетуге тиімді.

Қазіргі таңда танымал шетелдік ойын тәжірбиесіне арналған платформалар – *Word wall, Classroomscreen, Genially, Kahoot, LearningApps, Online puzzle, FlippATy, Plickers, ZipGrade* және т.б. Ал, өзіміздің отандық платформа оқытуда ол – *Qazmath*, қазақша математика сайты. Дәл, бастауыш сынып оқушыларына арналған платформа немесе ойын түрінде жеткізетін цифрлық құрал жоқтың қасы болып тұр.

*Cristic* - бастауыш мектептің үшінші және төртінші сынып оқушыларына интерактивті жаттығулар мен сабақтар ұсынатын испандық білім беру платформасы. Бұл платформа несімен ерекшеленеді десеңіз; интерфейс, жас айырмалышық, түрлі жаттығулар, перне тақтада жұмыс тәжірбиесі, ойын арқылы компьютердің негізгі бөліктерін табу, технологиялық элементтерді анықтау, экранда пайда болатын әріпті жазып, өте биік мұнара тұрғызу және т.б. түрлі қызықты ойын тәжірбиелері бар. Платформада басты назар информатика мен есептеу техникасына аударылады. Технологиялар мен компьютерлерді үйренуге арналған кішкентай балаларға бағытталған ресурстар.

Қазақстан испандық *cristic* ойын тәжірбиесінің платформасынан кейбір аспектілерін ала алады, соның ішінде:

*Ыңғайлы интерфейс:* *Cristic*-те ыңғайлы интерфейс бар, онда шарлау оңай, оны Қазақстан өзінің ойын тәжірбиесі сайты ойыншылар үшін қолжетімді ету үшін қабылдай алады.

**Интерактивті мазмұн:** Cristic ойыншыларға үйренуге және дағдыларын жетілдіруге көмектесу үшін модельдеу және викториналар сияқты интерактивті мазмұнды ұсынады. Қазақстан бұл тәсілді ойыншыларды тарту және оқу процесін жағымды ету үшін пайдалана алады.

**Ойын тәсілі:** Cristic ақпаратты есте сақтауда және ойыншыларды тартуда өзінің тиімділігін көрсеткен оқыту мен оқытудың ойын тәсілін қолданады. Қазақстан бұл тәсілді ойындардағы оқыту мен тәжірибені қызықты әрі тиімді ету үшін пайдалана алады.

**Мобильді үйлесімділік:** Cristic мобильді құрылғылармен үйлесімді, бұл ойыншыларға сайтқа кіруге және жолда ойын ойнауға мүмкіндік береді. Қазақстан бұл мүмкіндікті кең аудиторияға қол жеткізу және сайтты ойыншылар үшін қолжетімді ету үшін пайдалана алады. Көрсетілген суреттер бойынша қазақ әріптерін енгізе отырып ойын түрінде балаларға ұсынып, цифрлық сауаттылықтарын арттыруға мүмкін туады.

Испандық платформаға сүйеніп өзіміздің отандық платформа жасауға түрткі болған ой... Балалардың цифрлық сауаттылығын дамытуда компьютерді дұрыс қолдану, компьютерлік тышқанды пайдалану, әріптерді дұрыс басу, бірінші орынға қою дұрыс шешім ретінде келесі ойын тәжірибесін қосу;

- Пернетақтаның жоғарғы жағында орналасқан пернелермен танысып, жаттығу (сурет 2);
- Пернетақтаның ортаңғы жағында орналасқан пернелермен танысып, жаттығу;
- Пернетақтаның төменгі жағында орналасқан пернелермен танысып, жаттығу;
- Компьютерлік тышқан, бостандыққа шығару үшін тінтуірмен тез жаттығу.



Сурет 2. Cristic платформасы

Әр экранға шыққан әріптерді теру арқылы уақыт жүйесі бойынша тез теруді үйренеді. Бір қалыпты, бір сарынды әріптер шықпайды, ауысып тұруы қызық. Әр бір терген әріпті мұқият қарап көзбен жаттап алады. Айрықша назар бас әріп пен кіші әріптермен жұмыс және әріп тану. Теру дағдыларын жақсартқысы келетін, өнімділікті арттырғысы келетін және компьютерлік қателерді азайтқысы келетіндер үшін тамаша құрал. Виртуалды пернетақталар, саусақтардың орналасуын анықтау нұсқаулығы және оқушының үлгеріміне қарай қиындығы біртіндеп арта түсетін теру жаттығулары сияқты мүмкіндіктерді атап кеткен жөн (сурет 3).

Дәл, осы платформаға ұқсас бірақ тек пернетақтамен жұмыс істеу барысы RomanPro.ru орыс платформасы бар. Түсінікті режим, бөлім, уақыт, әріптердің орналасу реттілігі барлығы анық көрсетілген. Word-пен жұмыс істеуге арналған өңдеу мысалы (басқарылатын формалар), Excel жұмысының мысалы делінген бөлімдері де бар.



Сурет 3. Пернетақтада әріптермен жұмыс

### Қорытынды

Осы тұрғыда, испандық пернетақтаны мысал ретінде алып қарасак, өзге әріптердің орнына қазақ әріптерін үйрену процессін мейілінше тездетеді, 1-2 сынып оқушысы пернетақтамен танысып оны ұғып жұмыс жасауға дайын болады. Бас әріп пен кіші әріпті кезек-кезек баса отыра уақыт жүйесі іске қосылады. Сонда, балақай уақытқа қарап әріптер жүйесімен жұмыс істей алады.

Зерттеудің нәтижесі бастауыш сынып оқушылары пернетақтада жұмыс істеу кезінде ұсақ моторикасын дамыту үшін испан ғалымдарының тәжірибесін пайдалана отырып білім алушылардың цифрлық сауаттылығын арттыруында, сауалнама арқылы оқушылардың ойын арқылы пәнді жақсы көріп игергені анық көрінді. Ерекше назар бас әріп пен кіші әріптермен жұмыс және әріп тану.

Қорыта айтқанда, ғылым дамыса бәсекелестік артады. Балақайда өз деңгейінде жұмысты орындап оқушылар арасында бәсекелестік қабілеті артып, пәнге деген ынтасы, қызығушылығы пайда болып, білім деңгейі артады. Бастауыш сынып оқушыларына ыңғайлы және де жас ерекшеліктеріне қарай ойын тәжірбиесі арқылы «Цифрлық сауаттылық» сабағында тәжірбие қолдану. Ойын тәжірбиесінің артықшылықтары айқын болып тұрғаны айдан анық. Сол тәжірбие арқылы сауаттылықтарын арттырып заман талабына сай, бәсекеге қабілетті, өскелең ұрпақ тәрбиелеу бүгінгі біздің үлкен міндет болып тұр.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Дынкина Е. Д., Геймификация, как инструмент повышения эффективности обучения персонала – Иркутский государственный университет, г. Иркутск, 2017 <https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-instrument-povysheniya-effektivnosti-obucheniya-personala/viewer>
- 2 Байтұрсынұлы Ах.: «Оқыту жайынан». – Қарабұлақ: Жетісу шұғыласы, 2022.
- 3 Метербаева К.М., Фарифолла А.М., Аманжолова Ә.Н. Мектепке дейінгі білім беру үдерісін жетілдіруде мультимедиялық технологияларды пайдалану – Алматы, 2022 <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-5496.25>
- 4 Никитин, С. И. Геймификация, игрофикация, играизация в образовательном процессе / С. И. Никитин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 9 (113). — С. 1159-1162. — URL: <https://moluch.ru/archive/113/28806/> (дата обращения: 01.05.2023)
- 5 VARENINA Ludmila, Candidate of Philology Sciences, Associate Professor, Gamification in education - 2019;(4 (41)):37-15.
- 6 Haoqun Yan , Hongfeng Zhang, Shaodan Su, Johnny F. I. Lam, Xiaoyu Wei Exploring the Online Gamified Learning Intentions of College Students: A Technology-Learning Behavior Acceptance Model – China, - 2022. - <https://doi.org/10.3390/app122412966>



- 7 Иванько, А. Ф. Дополненная и виртуальная реальность в образовании / А. Ф. Иванько, М. А. Иванько, М. Б. Бурцева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 37 (223). — С. 11-17. — URL: <https://moluch.ru/archive/223/52655/> (дата обращения: 01.05.2023)
- 8 Таубаева Ш.Т., С.Н. Лактионова, Педагогическая инноватика как теория и практика нововедений в системе образования – Алматы, Научно-издательский центр, «Гылым», 2001.
- 9 Соболева Е. В., Соколова А. Н., Исупова Н. И., Суворова Т. Н. Применение обучающих программ на игровых платформах для повышения эффективности образования – Новосибирск, 2017 <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1704.01>
- 10 Сыдыков Б.Д. Геймификация білім беруді ұйымдастырудың құралы ретінде – Алматы, “Young Scientist”. 9 (404) – 2022

#### References:

- 1 Dynkina E. D., (2017) Gejmifikacija, kak instrument povыshenija jeffektivnosti obuchenija personala [Gamification as a tool for increasing the effectiveness of staff training]. Irkutskij gosudarstvennyj universitet, g. Irkutsk. <https://cyberleninka.ru/article/n/gejmifikatsija-kak-instrument-povyshenija-effektivnosti-obuchenija-personala/vieshher> (In Russian)
- 2 Ahmet Bajtırsynұлы (2022) «Оқыту zhajynan» ["From a place of study"]. Қарабұлақ: Zhetisu shұғыласы, gazetnye stat'i. (In Kazakh)
- 3 Meterbaeva K.M., Farifolla A.M., Amanzholova Ә.N. (2022) Mektepke dejingi bilim беру yderisin zhetildirude mul'timedialyқ tehnologijalary pajdalanu [Use of multimedia technologies in improving the process of preschool education]. Almaty, <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-5496.25> (In Kazakh)
- 4 Nikimin, S.I. (2016) Gejmifikacija, igrofikacija, igraizacija v obrazovatel'nom processe [Gamification, gamification, gaming in the educational process]. S. I. NikATin. Tekst : neposredstvennyj. Molodoj uchenyj. № 9 (113). 1159-1162. URL: <https://moluch.ru/archive/113/28806/> (data obrashhenija: 01.05.2023) (In Russian)
- 5 VARENINA Ludmila, Candidate of Philology Sciences, Associate Professor, Gamification in education - 2019;(4 (41)):37-15.
- 6 Haojaun Jan , Hongfeng Zhang, Shaodan Su, Johnny F. I. Lam, Hiaoju Shhei Ehploring the Online Gamified Learning Intentions of College Students: A Technology-Learning Behavior Acceptance Model – Shina, - 2022. - <https://doi.org/10.3390/app122412966>
- 7 Ivan'ko, A.F. (2018) Dopolnennaja i virtual'naja real'nost' v obrazovanii [Augmented and virtual reality in education]. A. F. Ivan'ko, M. A. Ivan'ko, M. B. Burceva. Tekst : neposredstvennyj. Molodoj uchenyj. № 37 (223). 11-17. URL: <https://moluch.ru/archive/223/52655/> (data obrashhenija: 01.05.2023) (In Russian)
- 8 Taubaeva Sh.T., S.N. Laktionova (2001) Pedagogicheskaja innovatika kak teorija i praktika novovedenij v sisteme obrazovanija [Pedagogical innovation as the theory and practice of innovations in the education system]. Almaty, Nauchno-izdatel'skij centr, «Fylym». (In Russian)
- 9 Soboleva E. V., Sokolova A. N., Isupova N. I., Suvorova T. N. (2017) Primenenie obuchajushhih programm na igrovyh platformah dlja povыshenija jeffektivnosti obrazovanija [Application of educational programs on gaming platforms to improve the effectiveness of education]. Novosibirsk, <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1704.01> (In Russian)
- 10 Sydykov B.D. (2022) Gejmifikacija bilim berudi ұйымдастырудың құралы retinde [Gamification as a means of organizing education]. Almaty, “Joung Scientist”. 9 (404). (In Kazakh)

Г.Г. Газиз<sup>1\*</sup>, М.Е. Мансурова<sup>2</sup>, Н.Н. Нұрматұлы<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: gulnurr76@gmail.com

## БОЛАШАҚ МҰҒАЛІМДЕРДІ ДАЙЫНДАУДА ОНЛАЙН КУРСТАР АРҚЫЛЫ БІЛІМ БЕРУ ОРТАСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

*Аңдатпа*

Қашықтықтан білім берудің танымал бағыттарының бірі – ашық, көлемді аудиторияны қамтитын Жаппай Ашық Онлайн Курстар (ЖАОК). Бұл мақалада жоғарғы оқу орындарының студенттеріне ЖАОК тенденциялары, маңыздылығы және құрастырылған «Операциялық жүйелер» пәні бойынша ЖАОК қарастырылған. ЖАОК – электрондық оқыту технологияларын және Интернет мүмкіндіктерін қолдана отырып, жаппай интерактивті қатысумен оқыту курсы және қашықтықтан білім берудің бір түрі. Ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуына орай, ашық білім беру, онлайн оқыту қажеттілігіне байланысты тақырып өте өзекті болып отыр. ЖАОК онлайн оқытуға байланысты оқыту курсы қызығушылық тудырады және сұранысқа ие. «Операциялық жүйелер» пәні бойынша құрылған қазақ тіліндегі ЖАОК ашық, университет деңгейіне сәйкес, сонымен қатар курста қысқа бейнелер, тіркелу талабы, оқытудың басқару жүйесін пайдалану, автоматтандырылған тестілеу, пириндік бағалау, интерактивті форумдар, сертификаттау бөлімдері толық қамтылған.

**Түйін сөздер:** онлайн курстар, ЖАОК, білім беру, мұғалімдерді дайындау, ақпараттық технологиялар.

Г.Г. Газиз<sup>1</sup>, М.Е. Мансурова<sup>2</sup>, Н.Н. Нұрматұлы<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

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

## ФОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ЧЕРЕЗ ОНЛАЙН-КУРСЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ

*Аннотация*

Одним из популярных направлений дистанционного образования являются массовые открытые онлайн-курсы (МООК), охватывающие широкую аудиторию. В статье рассматриваются тенденции, значение и основные направления деятельности МООК для студентов вузов по дисциплине «Операционные системы». МООК-учебный курс с массовым интерактивным участием с использованием технологий электронного обучения и возможностей интернета и форма дистанционного образования. В связи с интенсивным развитием информационных технологий тема становится очень актуальной в связи с необходимостью открытого образования, онлайн обучения. МООК - это учебный курс, связанный с онлайн-обучением, который представляет интерес и востребован. Созданный по дисциплине «Операционные системы» МООК на казахском языке открыт, соответствует университетскому уровню, а также курс полностью включает короткие видеоролики, требования к регистрации, использование системы управления обучением, автоматизированное тестирование, пирин-оценка, интерактивные форумы, сертификационные разделы.

**Ключевые слова:** онлайн курсы, МООК, образование, подготовка учителей, информационные технологии.

G. Gaziz<sup>1</sup>, M. Mansurova<sup>2</sup>, N. Nurmatuly<sup>2</sup>

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

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

## FORMATION OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT THROUGH ONLINE COURSES IN THE PREPARATION OF FUTURE TEACHERS

### Abstract

One of the popular directions of distance education is mass open Online courses (MOOCs), covering a wide audience. This article discusses the trends, significance and main directions of MOOC activities for university students in the discipline "operating systems". MOOC is a training course with mass interactive participation using e-learning technologies and Internet capabilities and a form of distance education. Due to the intensive development of information technologies, the topic becomes very relevant due to the need for open education, online learning. MOOC is a training course related to online learning, which is of interest and in demand. Created in the discipline "operating systems", the MOOC in Kazakh is open, corresponds to the University level, and the course also fully includes short videos, registration requirements, the use of a learning management system, automated testing, Peer-to-peer assessment, interactive forums, certification sections.

**Keywords:** online courses, MOOC, education, teacher training, information technology.

### Кіріспе

Цифрлық технологиялар білім берудің сипаты мен ауқымына өзгерістер енгізді және бүкіл әлемдегі білім беру жүйелерін АКТ интеграциясының стратегиялары мен саясатын қабылдауға әкелді. Сонымен қатар АКТ-ны қолдану арқылы оқыту мен оқытудың сапасына, әсіресе қазіргі технологиялық тенденцияларға сәйкес білім беру жүйелерін түсінуге, бейімдеуге және жобалауға қатысты мәселелерді тудырды. Бұл мәселелер COVID-19 пандемиясы кезінде орын алды, және цифрландыруға қатысты мәселелерді тудыру арқылы білім беруде цифрлық технологияларды пайдалануды жеделдетті. Бұл процесс, атап айтқанда, көптеген білім беру салалары тәжірибенің жетіспеушілігін және цифрлық әлеуеттің төмендігін көрсетті, бұл оқудағы алшақтық пен теңсіздіктің артуына әкелді. Мұндай көрсеткіштер цифрлық әлеуеті мен дайындығын арттыру, цифрландыру деңгейін арттыру және цифрлық трансформацияға қол жеткізу қажеттілігін тудырды. Цифрлық интеграция оқу экожүйесінің әртүрлі қатысушыларына әсер ететін күрделі және үздіксіз процесс екенін ескере отырып, білім беру ортасындағы тиімді және тиімді өзгерістерге ықпал ететін факторларды анықтау қажет. Осыдан елде «Цифрлық Қазақстан» (2017-2022 жж) Мемлекеттік Бағдарламасы бекітілді. Бұл бағдарламаның басты мақсаты Орта мерзімді перспективада цифрлық технологияларды пайдалану есебінен республика экономикасының даму қарқынын жеделдету және халықтың өмір сүру сапасын жақсарту [1]. Сонымен қатар Қазақстан Республикасының «Білімді ұлт» сапалы білім беру» Ұлттық жобасы (2021) және «Педагог» кәсіби стандарты (2022) бірқатар міндеттерді шешуге мүмкіндік береді, олар: білім беру саласындағы қолжетімділік пен теңдікті қамтамасыз ету, оқытуға қолайлы жағдайлар мен ортаны жасау, нәтижесінде білім беру сапасын арттыру және т.б. Осы бағдарламалардың нәтижесі ретінде, яғни технология даму жағынан Қазақстан Республикасы Азия елдерімен салыстырғанда алдыңғы қатарда деп айтуға болады. Қазіргі E-gov, Kaspi және т.б. қосымшалар адам өмірінің жақсаруына қызмет етіп жатыр.

Жоғары оқу орындарының болашақ түлектері игеруі тиіс цифрлық құзыреттердің қатарында, мыналарды бөліп көрсетуге болады: қолданбалы бағдарламалармен, цифрлық жабдықтармен, цифрлық ақпаратпен жұмыс істеу дағдылары (іздеу, түрлендіру, беру, жаңа ақпарат массивіне қосу), цифрлық ортадағы коммуникация дағдылары, жеке цифрлық өнімдерді жасау, әртүрлі бағдарламаларда жұмыс істеу және т.б. [2]. Демек, Қазақстанның жаңа кәсіптері мен құзыреттерінің атласы еңбек сұранысын қалыптастырады, яғни бұл сұранысты біз жасамаймыз, мұны еңбек нарығы бізден цифрлық дағдылармен жоғары дамыған мамандарды талап етеді. Бұл деген сөз педагогтар дайындауда Қазақстанның жаңа

кәсіптері мен құзыреттерінің атласында көрсетілген құзыреттіліктерге ие мамандар дайындалуы керек.

Жоғары білім берудің цифрлық трансформациясы ақпараттық технологияларды білім беру қызметіне енгізу дәрежесі болып табылады. Демек цифрлық трансформация уақыттың талабына сай студенттің немесе оқушының цифрлық технологиялармен жұмыс жасай алатын, дағдыланған болуын талап етеді. Сонымен қатар, кешегі COVID-19 және цифрлық трансформация оқу үрдісінде онлайн оқуға болатынын көрсетіп отыр. Кейбір жағдайларда онлайн білім беруге толық көшу орынды емес. Себебі зертханалық сабақтар оффлайн форматта жұмыс істеу, тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелер жүргізу, тәжірибелер, зерттеулер оқытушының қатысуымен жүзеге асқаны дұрыс, осыдан аралас оқытудың негізінің қажеттілігі туады [3]. Демек, қашықтықтан білім беру нарығына цифрлық білім беру арқылы қайта құру, сонымен қатар технология білім алу процесі мен университетті басқару ғана емес, сонымен қатар білімнің өзі болашақ түлектердің цифрлық құзыреттілігін қалыптастырады.

### **Зерттеу әдістері**

Қазіргі білім мұғалім мен оқушы арасындағы субъективті қатынастарды құруды талап етеді. Мұғалім оқытуда көмекші болуы керек. Бұл жағдайда білім алушының оқу процесінде белсенді рөлі қажет. Аралас оқыту мұндай қарым-қатынасты орнатуға үлкен ықпал етеді, өйткені ол мұғалімді оқу процесін бақылау үлесін, демек оның барысы мен нәтижесі үшін жауапкершілікті білім алушыға аударуға мәжбүр етеді. Сонымен қатар қазіргі уақытта білім берудің мақсаты, оқушының жеке қабілеттерін дамыту мен тиісті мемлекеттік білім беру стандарттарымен анықталған маманның моделіне сәйкес қалыптастыру екені анық.

Осы аталған стандартқа сәйкес қалыптасқан білім- дағды мен іскерліктер жүйесін әзірлеуге үлкен септігін тигізеді. Педагогикалық қызметте білім берудің тағы бір мақсаты осы жүйені құрайтын келесідей қызметтерді орындайды:

1. оқу дербестігін және оқу қабілетін қалыптастыру: мектептегі пәндерді оқыту барысында қолдануға болатын педагогикалық технологияларға сипаттама және талдау жасау;

2. педагогикалық міндеттерге сәйкес келетін онлайн-құралдарды таңдау және заманауи инновациялық технологиялар мен идеялар жөнінде өзіндік бағыт-бағдар беру

3. негізгі педагогикалық дағдыларға ие бола отырып, оқыту барысында қолдануға болатын жаңа педагогикалық технологиялардың түрлерін біліп, оларға сипаттама жасау

4. заманауи зерттеулер мен деректердің нәтижелеріне сүйене отырып, өз жоспарлары мен іс-әрекеттерін түсіндіре білу;

Аралас оқыту офлайн және онлайн білім беруді біріктіреді, яғни білім алушы сабақ барысында мұғаліммен байланысты және гаджеттерді пайдалануды да қатар меңгереді. Бұл тәсіл оқуды дараландыруға, сыни тұрғыдан ойлауды, командада жұмыс істеуді және цифрлық дағдыларды дамытуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бүгінгі таңда ақпараттың қарқынды өсіп келе жатқан көлемі мен құны тоқтаусыз өсіп келе жатқаны, оқу уақытының шектеулілігі педагогтерден есептеу техникасын қолдануға негізделген жаңа әдістерді, инновациялық, мультимедиялық технологияларды енгізуді, оқытудың белсенді әдістерін қолдануды талап етеді. Атап айтар болсақ, жоғары білім берудің цифрлық трансформациясы электрондық оқулықтар мен бағдарламаларды енгізу және пайдалану арқылы білім беру кеңістігінің шекарасын кеңейтуге мүмкіндік береді. Демек, онлайн-курстар, электрондық кітапханалар, ЖОО-лардың "Ашық білім берудің ұлттық платформа" жобасы, студенттерді үлкен көлемдегі ақпараттық-коммуникациялық технологиялармен жұмыс істеу дағдыларын арттырады. Бұл оқытушылар құрамының цифрлық құзыреттілігін дамытуға, жоғары білім беру саласында IT-стартаптарды іске асыруға мүмкіндік береді. [4].

Осындай әдістерді іске асыру бүкіл процесті жандандыруды көздейтін басым міндет екені айқын. Болашақта жүйелер мен әдістерді анықтауға мүмкіндік беретін, білім алушылардың белсенділігін артыратын, оқу-танымдық іс-әрекет үшін оң мотивацияны қалыптастыратын жүйе болып табылады. Қазіргі уақытта оқу бағдарламасын ұйымдастырудың осы формасы

қашықтықтан білім беру сияқты даму қарқыны өте жоғары. Оның негізі әр түрлі ақпараттық ресурстарды қолдану арқылы өздігінен оқыту дағдысына әкеледі. Қашықтықтан білім алу студентке ең біріншіден уақытын таңдауға мүмкіндік береді. Бұдан басқа білім берудің бұл жаңа әдісі жаңа ақпараттық технологияларды қолданып, белгілі бір дәрежеде оқу шығындарын азайтады [5].

Қашықтықтан оқытуда өзінің ұтқырлығымен, қарапайым байланыстылығымен және ғылыми білімнің қазіргі деңгейіне сәйкестігімен жиі қолданылатын электронды оқулықтар болып табылады. Оқу материалын оқыту - білім алушы үшін ақпаратты қабылдау қажеттілігін қалыптастырады, бұл оның оқуының белсенді дамуына ықпал етеді. Сапалы, барлық талаптарға сай, заманауи ақпараттық технологияларға негізделген электронды оқулықтар, оқу құралдары, анықтамалықтар жасау мәселесі барған сайын айқын бола түсуде. Бүгінде гипермәтін мен мультимедиа құралдары көмегімен оқу материалын көрнекі, интерактивті түрде ұсыну мүмкіндігі бар. Электронды оқыту және компьютерлік тестілеу түрінде жүзеге асатын студенттің жетістіктерін бақылау таным процесін ынталандырады және дер кезінде білім алушыға материалды меңгергені жайлы хабарлайды. Сонымен қатар, электронды оқулықтарда оқу материалын үздіксіз жаңарту мәселесі шешілген.

Демек, жоғары білім берудің цифрлық трансформациясы бізге массалық ашық онлайн курстарының цифрлық құзыреттіліктің қалыптастыруға бірден бір құрал болып табылады. Яғни, Білім беру бағдарламаларын игерудегі тиімді инновациялық технологиялардың бірі - университеттің оқу үрдісінде жаппай ашық онлайн курстарды (ЖАОК) жасау және қолдану. Жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру саласында жаңа мүмкіндіктер ашқан және білім беруді дамытудағы ең перспективалы 30 үрдістің қатарына жатқызылған ЖАОК-ның оқу процесіндегі қолдану мүмкіндіктері мен ерекшеліктерін талдау мақсатында әл-Фараби атындағы open.kaznu.kz платформасында «Операциялық жүйелер» базалық пәнінің негізінде курс жасалынды.

ЖАОК ұғымының өзі олардың жаппай болуын, яғни барлық адамдар үшін қол жетімділікті білдіреді (бірнеше жүз қатысушыға дейін), ашықтық (тегін, оған қосылу мүмкіндігі бар кез келген адам қатыса алады), онлайн оқыту (Интернет желісіндегі қашықтықтан электрондық курспен) және, кез-келген оқу курсы сияқты, белгілі бір мақсаттар, ережелер мен жұмыс талаптары қамтылған құрылымды білдіреді [6].

Тарихына үңілер болсақ, ЖАОК-ты алғашқы рет 2008 жылы Джордж Сименс пен Стивен Даунс екеуі «Connectivism and Connected Knowledge» деп аталатын 2300-ден астам студент қатысқан курс өткізді, ал нағыз резонанс 2011 жылы Стенфорд университетінің профессоры Себастьянның «Жасанды интеллект» деп аталатын тегін онлайн курс жасағанда болды. Бұл курсқа 190 елден 160000 студент қатысып, оның 28000 курсты бітіріп, сертификат алды. Міне осыдан кейін әрбір ЖОО-ры жекелеген немесе әйгілі платформаларды базалық пәндерден курстар жасай бастады. Ондай платформалар (Coursera, Udacity, edX, FutureLearn, OpenupEd және тағы басқалар). Қазірде бұлардың тізімі көбейіп жатыр [7, 8].

Компьютерлік желілердің қарқынды дамуы оқытуда әр түрлі электронды оқу ресурстарды пайдалануға мүмкіндік берді. Кең таралған Интернет желілері мен жергілікті компьютерлік желілер көптеген пәндер бойынша электронды құралдар жасауға, соның ішінде "Операциялық жүйелер" пәнінен жасауға мүмкіндік берді. Бұл курс фундаментальды концепциялар мен операциялық жүйелерді құру принциптерін қарастырады, қазіргі операциялық жүйелер маңызды ерекшеліктер талдауынан тұрады және соны қамтиды сонымен қатар, нақты жүйелердің механизмдерінің мысалдарымен түсіндіріледі [9].

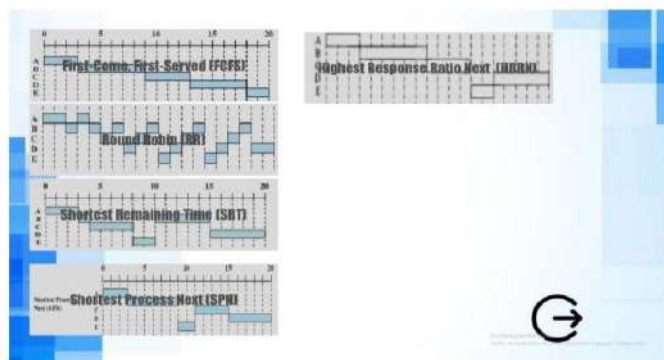
Оқытушылар құрамы дәстүрлі түрде қолданылатын презентациялар мен дәрістердегі бейнефрагменттерден цифрлық технологияларды ЖАОК/МООС платформаларды (жаппай ашық онлайн курстар) қолдануға көшуі керек [10].

Жоғарыда айтылғандардың негізінде келесі міндеттерді шешуді қамтитын "операциялық жүйелер" курсы бойынша Жалпы Ашық Онлайн Курс (ЖАОК) әзірленді:

- интуитивті түсінікті интерфейс құру;

- оқу материалын құрылымын және курс бойынша ыңғайлы навигацияны ұйымдастыру;
- аралық және қорытынды тестілеуді іске асыру және олардың өту нәтижелерін көрсету;
- оқу курсы мультимедиялық компонентпен нығайту;
- курсты осы пәннің негізгі мәселелері бойынша жылдам қосымша мәліметтер алуға мүмкіндік беретін анықтамалық сипаттағы ақпаратпен толықтыру;
- интерактивті элементтер қолдану арқылы ақпаратты көрнекі түрде ұсынуды ұйымдастыру.

Бұл курс Операциялық жүйе бойынша лекциялық материалдардан, алған білімін тексеру үшін лабораториялық тапсырмалардан, өткен материал бойынша бекіту тестерінен және ең маңызды виртуальды технологияны пайдаланып жасалған процессерді сипаттау есептерінен тұрады [11]. Жалпы Ашық Онлайн Курсты құру және онымен жұмыс істеу үшін оқытушы, маман, студент рөлдері қарастырылды (1-сурет). Оқытушы толық курстың мазмұнына (теориялық материал, лабораториялық жұмыстар, тест тапсырмалары) жауап берсе, ал маман курстың жұмыс істеуін қамтамасыз етеді, ал студент дайын өнімнің пайдаланушысы болып табылады.



Сурет 1. Курс компоненттерін құру

Қарастырып отырған курсты жүзеге асыруда әл-Фараби атындағы open.kaznu.kz платформасы таңдалынды. Себебі кәсіби электронды оқу материалдары мен курстарды құру үшін мультимедиялық және интерактивті мүмкіндіктерге бай, оңтайландырылған пайдаланушы интерфейсіне ие Қазақстандағы ең танымал және сұранысқа ие платформа.

Операциялық жүйелер курсы үшін пәннің оқу-әдістемелік кешені әзірленеді. Курстың ұзақтығы 7 модульден тұрады және 15 аптаға дайындалған. Әр аптада тыңдаушыларға үш бейне дәріс ұсынылады. Дәріс тиімді түсінікті болу үшін 5-15 минуттық тақырыптық бөліктерге бөлінеді. Дәрістердің жекелеген бөліктерін, мысалы кестелерді және басқа да мультимедиялық материалдарды (аудио файлдар, бейне файлдар) мәтіндік құжат түрінде жүктеуге болады. "Операциялық жүйелер" курсы келесі компоненттерді қамтиды:

- Оқуға арналған тақырыптар бойынша дәріс материалдары модульдер мен тақырыптарға бөлінеді. Қажетті оқулықтар тізімін тез табуға көмектесетін навигациясы бар ыңғайлы электрондық түрде ұйымдастыру қызметі ұсынылады.

- Оқуға қажетті материалдарымен бірге әрбір модульге өзін-өзі бақылауға арналған сұрақтар беріледі.

- Зертханалық жұмыстарды студент өз бетінше және оқытушының қатысуымен де орындай алады. Ол пайдалы қосымшалар, бейне дәрістер мен электронды оқулықтардан тұратын зертханалық практикум болады.

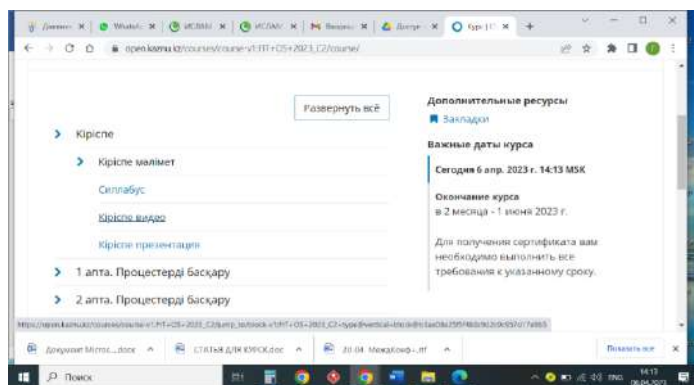
- Әр модульдің соңында студент зерттелген тақырыптар бойынша білімін тексеру үшін тест тапсырады. Тест тапсыру бойынша қатаң шектеулер қойылмайды. Студентке 1 мүмкіндік беріледі. Егер тест сәтті тапсырса, онда білім алушылар оқу материалын игерді деп санауға болады.

Курс соңында қорытынды тест тапсыру арқылы, нәтижесіне сәйкес студентке сертификат беріледі.

- Оқулықтың кез келген бөліміне сәйкес анықтамалар мен курста кездесетін негізгі терминдердің тізімін глоссарий бөлімінен алуға болады.

Сонымен қатар курс білім алушыға керекті ақпарат бойынша өтіп кеткен бөлімдерге қайта оралуына және керекті ақпаратты өзіне көшіріп алуына мүмкіндік береді. Операциялық жүйелер курсы (ЖАОК) ашықтығымен, заманауи білім беру үдерісіне сәйкестігімен басқа оқу ресурстарынан ерекшеленеді. Сонымен қатар, қысқа бейнелердің болуы, курсқа тіркелу талабы, оқытудың басқару жүйесін пайдалану, автоматтандырылған тестілеу, пириндік бағалау, интерактивті форумдар, сертификаттау сияқты артықшылықтарын атап өтуге болады.

Төмендегі суретте курстың титулды беті бейнеленген.



Сурет 2. Курстың титулды беті

Бұл курста ең басты міндет мазмұнын анықтау болды. Төмендегідей мазмұн жасалып, осы бойынша теориялық материалдар салынды және лабораториялық жұмыстар, сонымен қатар тест сұрақтары да қарастырылды. Операциялық жүйені орнату: студенттер Windows, Linux немесе MacOS сияқты виртуалды машиналарына әртүрлі операциялық жүйелерді орната алады. Бұл оларға амалдық жүйені қалай орнатуға, оны конфигурациялауға және онымен жұмыс істеуге болатындығын түсінуге көмектеседі. Пайдаланушылар мен топтарды басқару: студенттер операциялық жүйеде пайдаланушылар мен топтарды басқаруды үйрене алады. Олар жаңа пайдаланушылар мен топтар құруға, кіру құқықтарын өзгертуге және жоюға тырысуы мүмкін.

- Файлдар мен каталогтарды басқару: студенттер операциялық жүйеде файлдар мен каталогтарды басқаруды үйрене алады. Олар файлдар мен каталогтарды жасауға, көшіруге, жылжытуға және жоюға тырысуы мүмкін.

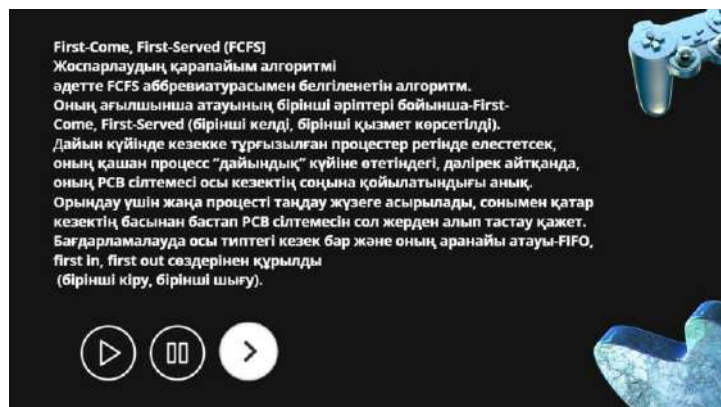
- Желіні орнату: студенттер амалдық жүйеде желі параметрлерін қалай орнатуға болатындығын біле алады. Олар желілік интерфейстерді конфигурациялауға, желілік деңгей протоколдарын орнатуға және басқа құрылғылармен байланысты тексеруге тырысуы мүмкін.

- Процестермен жұмыс: Студенттер операциялық жүйеде процестерді қалай басқаруға болатындығын біле алады. Олар процестерді бастауға және тоқтатуға, ағымдағы процестер туралы ақпаратты білуге және процестерді басқару үшін утилиталарды пайдалануға тырысуы мүмкін.

- Қауіпсіздікті орнату: студенттер амалдық жүйеде қауіпсіздікті қалай орнатуға болатындығын біле алады. Олар брандмауэрді орнатуға, антивирустық қорғанысты орнатуға және қауіпсіздік саясатын орнатуға тырысуы мүмкін.

Тағы бір маңыздылығы операциялық жүйелер ЖАОК дәрежесінің flip learning (flipped learning) дамуына ықпал етеді. Бұл дегеніміз ЖАОК арқасында студенттер дәрістерді алдынала тыңдай алады, негізгі ұғымдарды үйренеді, ал аудиториялық сабақтарды дискуссия,

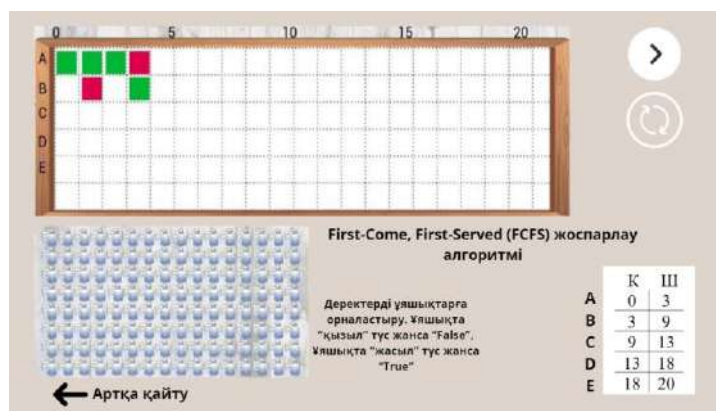
пікірталас және басқа да интерактивті нысандар форматында өткізуге мүмкіндік береді (3-сурет).



Сурет 3. Дәрістерді тыңдау

Виртуалды зертханалық жұмыс-бұл студенттерге нақты зертханада физикалық қатысуды қажет етпестен виртуалды ортада зертханалық жұмыстарды жүргізуге мүмкіндік беретін электрондық оқыту форматы (4-сурет).

Бұл тәсілдің бірқатар артықшылықтары бар, соның ішінде зертханалық жұмыстарды ұйымдастыруға кететін уақыт пен шығындарды үнемдеу, сондай-ақ электронды материалдар мен оқу бағдарламаларының қол жетімділігі арқылы қауіпсіздікті арттыру және оқыту сапасын жақсарту.



Сурет 4. Виртуалды зертханалық жұмыс

Виртуалды зертханалық жұмысты жүргізу үшін студенттерге нақты зертханалық жағдайларды имитациялайтын арнайы бағдарламалар, сондай-ақ эксперименттердің нәтижелерін визуализациялау және талдау құралдары ұсынылуы мүмкін. Сонымен қатар, виртуалды зертханаларды бірлескен жобаларды жүзеге асыру және командада қашықтан жұмыс істеу үшін пайдалануға болады.

### Зерттеу нәтижелері

Операциялық жүйелер курсы бойынша өткен материалды игерудің соңғы нүктесі - осы тақырып бойынша бақылау тестен өту. Тест қорытындысы бойынша білім алушыға сертификат беріледі. Жүйенің барлық компоненттері осы курсты үйрену үшін өте тиімді материал болып табылады. Сондықтанда бұл оқыту жүйесі оқу процесін енгізілді, өйткені онда осы пәндік саланы ілгерілету үшін барлық қажетті компоненттер бар.



Бұл тәсіл жоғары білім мен ғылыми зерттеулерде кеңінен қолданылады, мұнда оқу мен зерттеу процесін жеңілдетуге, сондай-ақ бүкіл әлемдегі студенттер мен зерттеушілерге қол жетімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Оқытушылар құрамы дәстүрлі түрде қолданылатын презентациялар мен дәрістердегі бейнефрагменттерден цифрлық технологияларды ЖАОК/МООС платформалары (жаппай ашық онлайн курстар) қолдануға көшуі керек.

### **Нәтижелер мен пікірталас**

Жоғарыда айтылған курс Операциялық жүйе пәнінен жасалған курс болып табылады, және студентке де оқытушыға да өзін-өзі ұйымдастырушылыққа, өз деректерін басқаруға және жауаптармен жұмыс істеуге мүмкіндік береді, яғни цифрлық дағды мен цифрлық құзыреттіліктің дамуына өз үлесін қосады.

Аралас оқытуда ЖАОК интерактивті құрал ретінде, ал виртуалды есептері операциялық жүйе процестерінің жұмысын жақынырақ түсінуге көмек береді.

Сонымен, ЖАОК бойынша сауалнамаға қатысқандардың 81%-ы форматта оқу мүмкіндігіне оң көзқараспен қарады. 90% қатысушылар курс бойынша оқуды таңдады, яғни аралас оқыту форматын. 82% қатысушыларда Операциялық жүйе пәніне қызығушылықтары артты. Қатысушылардың 74%-ы курс тапсырмаларын орындау кезінде материалдарды қайта қарады, 70% оқу жекелендірілене түсті деп жауап берді. 24% белгіленген мерзімде оқу процесін өз бетінше бақылау қажеттілігі қиындық туғызды деп жауап берді. Ал курс бойынша ҚазҰУ-і, ақпараттық технологиялар университеті, Компьютерлік ғылымдар мамандығының 2 курс студенттері 30 студент 100% сертификат алып, курсты толық аяқтады, сонымен қатар сырттан тіркелген курсқа тіркелгендер, олар Абай атындағы ҚазҰПУ-нің Информатика мамандығының студенттері де еш қиындықсыз онлайн кездесумен 100% сертификатталды.

Бұл көрсеткіштер курс (ЖАОК) кедергілердің болмауын, өзіндік жұмысын дамытуда жаңа мүмкіндік екенін, білім беру ресурстарына қосымша қол жеткізуге (кеңейту/тереңдету) болатынын дәлелдеді.

### **Қорытынды**

Осылайша, ЖАОК ақпараттық және коммуникациялық құралдар ретінде болашақ информатика мұғалімдерін даярлау жүйелеріне инновациялық дамудың жаңа векторын береді. Демек, білім берудің ашықтығы және даралануы- заманауи ақпараттық технологиялардың техникалық және бағдарламалық мүмкіндіктерін жоғарғы деңгейде пайдалануға, мультимедиялық технологиялардың контентінің жоғары әлеуетіне қол жеткізуге; желілік және мобильді сервистерді пайдалана отырып интерактивті режимде жұмыс жасауға зор мүмкіндік береді.

Болашақ информатика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыру барысында оқу ақпаратын игеруге аталған (ЖАОК) курстарды қолдану- жаңа цифрлық дағдыларды меңгеруге, виртуалды технологияларды арқылы оқу үдерісінің тиімділігін арттыруға, білім алушылардың қызығушылығын оятуға барынша пайдалы болады. Себебі, ЖАОК мен қоса көрнекі әдістерді пайдалану- білім алушыларға дәстүрлі әдістермен салыстырғанда материалды жеңіл қабылдауға, оңай есте сақтап қалуға септігін тигізеді. Басқа технологиялармен салыстырмалы түрде, визуализация технологиялары мен құралдары жетістіктерді көптеп көрсетуде, атап айтар болсақ, қарқынды дамып жатқан визуализация технологияларының теориялық және практикалық білімді тәжірибеде қолдануға мүмкіндік беретін ең тиімді шешім.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі:

- 1 Garry F., *From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework (От цифровой грамотности к цифровой компетентности: концепция цифровой компетентности учителей (TDC))* // *Education Tech Research Dev*, 2020, № 68, с. 2449–2472.
- 2 Ларионов В. Г., Шереметьева Е. Н., Горшкова Л. А. *Цифровая трансформация высшего образования: технологии и цифровые компетенции* // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика*. 2021. № 2. С. 61–69. DOI: 10.24143/2073-5537-2021-2-61-69.
- 3 *Атлас новых профессий и компетенции Казахстана* // *Информационные технологии [Электронный ресурс]*. 2020. №4. - URL: <https://atlas.bts-education.kz/magazines/%D0%B8%D1%82.pdf>
- 4 Janet S. Twyman. *Digital technologies in support of personalized learning* // *ERIC - conference materials*. 2018. 7-10.
- 5 Газиз Г.Г. *Цифрлық білім берудегі оқытушының функциялары* // «Кұзыреттілікке бағытталған тәсіл аясында білім беру бағдарламасы және оқу пәндері бойынша күтілетін оқу нәтижелерін бағалау тәсілдері» атты 51-ші Халықаралық ғылыми-әдістемелік конференциясының материалдары. - 2021, 17-19 наурыз. - №1-кітап. - 202-206 бб.
- 6 Бидайбеков Е.Б., Конева С.Н., Газиз Г.Г. *Білім берудегі операциялық жүйелерді талдау және зерттеу* // *Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические»*. – 2022. - №1(77). - 214-223 бб.
- 7 Oren L. Jason N., Nicolas V. *Teaching operating systems using virtual appliances and distributed version control* // *Conference: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education, SIGCSE 2020, Milwaukee, Wisconsin, USA*. - March 10-13, - 2020. - 480-484. DOI:10.1145/1734263.1734427
- 8 Каракозов С.Д., Маняхина В.Г. *Массовые открытые онлайн\_курсы в зарубежном и российском образовании* // *Вестник РУДН, серия Информатизация образования*. 2020. № 3. С.24-29.
- 9 Гуцина О.М., Михеева О.П. *Массовые открытые онлайн-курсы в системе подготовки и повышения квалификации педагогических кадров* // *Образование и наука. The Education and Science Journal*, 2017, Том 19, № 7, с. 48-52.
- 10 Адельбаева Н.А., М. Утемисова Гусева Н.А. *К характеристике вопроса становления и развития открытого образования в казахстане* // *The scientific heritage*, 2021, № 66.
- 11 Копжасарова У.И., Деверо К., Ахметова Д.Р., *Роль MOOK в развитии профессиональных иноязычных умений студентов технических специальностей* // *Вестник Карагандинского университета. Серия: «Педагогика»*, 2019, №3(95), с. 31-36.

References:

- 1 Garry F., (2020) *From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework (От цифровой грамотности к цифровой компетентности: концепция цифровой компетентности учителей (TDC))* [From digital literacy to digital competence: the teacher digital competence (TDC) framework (From digital literacy to digital competence: the concept of Digital Teacher Competence (TDC))]. *Education Tech Research Dev*. № 68, 2449–2472.
- 2 Larionov V. G., Sheremeteva E. N., Gorshkova L. A. (2021) *Cifrovaya transformaciya vysshego obrazovaniya: tekhnologii i cifrovye kompetencii* [Digital transformation of higher education: technologies and digital competencies]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*. № 2. 61–69. DOI: 10.24143/2073-5537-2021-2-61-69 (In Russian)
- 3 *Atlas novyh professij i kompetencii Kazahstana* (2020)[Atlas of new professions and competencies of Kazakhstan]. *Informacionnye tekhnologii [Elektronnyj resurs]*. №4. URL: <https://atlas.bts-education.kz/magazines/%D0%B8%D1%82.pdf>. (In Russian)
- 4 Janet S. Twyman (2018) *Digital technologies in support of personalized learning*. *ERIC - conference materials*. 7-10.
- 5 Gaziz G.G. (2021) *Cifrlyk bilim berudegi okytushynyn funkciyalary* [Teacher functions in digital education]. «Kuzyrettilikke bagyttalghan tasil ayasynda bilim beru bagdarlamasy zhane oku panderi bojnynsha kutiletin oku natizhelerin bagalau tasilderi» atty 51-shi Halykaralyk gylymi-adistemelik konferenciya synyn materialdary. №1 kitap, 202-206. (In kazakh)
- 6 Bidajbekov E.Y., Koneva S.N., Gaziz G.G. (2022) *Bilim berudegi operaciya lyk zhyjelerdi taldaу zhane zertteu* [Analysis and research of operating systems in education]. *VESTNIK KazNPU im. Abaya, seriya «Fiziko-matematicheskie»*. №1(77), 214-223. DOI: 10.51889.17287901.29 (In Kazakh)

7 Oren Laadan, Jason Nieh, Nicolas Viennot (2020) *Teaching operating systems using virtual appliances and distributed version control [Teaching operating systems using virtual appliances and distributed version control]. Conference: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education, SIGCSE 2020, Milwaukee, Wisconsin, USA. 480-484. DOI:10.1145/1734263.1734427*

8 S.D. Karakozov, V.G. Manyahina (2020) *Massovye otkrytye onlajn\_kursy v zarubezhnom i rossijskom obrazovanii [Massive open online courses in foreign and russian education]. Vestnik RUDN, seriya Informatizaciya obrazovaniya. № 3, 24-29. (In Russian)*

9 Gushchina O.M., Miheeva O.P. (2017) *Massovye otkrytye onlajn-kursy v sisteme podgotovki i povysheniya kvalifikacii pedagogicheskikh kadrov [Mass open online courses in the system of training and advanced training of teaching staff]. Obrazovanie i nauka. The Education and Science Journal. Tom 19, № 7, 48-52. (In Russian)*

10 Adel'baeva N.A., M. Utemisova Guseva N.A. (2021) *K karakteristike voprosa stanovleniya i razvitiya otkrytogo obrazovaniya v kazahstane [To characterize the issue of the formation and development of open education in kazakhstan]. The scientific heritage. № 66. (In Russian)*

11 Kopzhasarova U.I., Devero K., Ahmetova D.R. (2019) *Rol' MOOK v razvitii professional'nyh inoyazychnyh umenij studentov tekhnicheskikh special'nostej [The role of MOOR in the development of professional foreign language skills of students of technical specialties]. Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya: «Pedagogika», № 3(95), 31-36. (In Russian)*

*М.М. Ерекешева<sup>1\*</sup>, А.Е. Сагимбаева<sup>2</sup>, А.Ж. Кузембаева<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup>*Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан*

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

*\*e-mail: aikosh.k.j@mail.ru*

## **ИНФОРМАТИКАДАН ӨЗІНДІК ЖҰМЫСТАРДЫҢ ИНТЕРАКТИВТІ ТАПСЫРМАЛАР ЖҮЙЕСІН ҚҰРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Аңдатпа*

Бұл мақалада сипатталған зерттеудің мақсаты – мектеп информатикасы бойынша оқушылардың өзіндік жұмыстарын ұйымдастыру үшін интерактивті тапсырмалар жүйесін жасаудың әдістемелік ерекшеліктерін теориялық тұрғыдан негіздеу. Мақалада программалық жабдықты құруда қолданылатын әдістер, қолданылатын ортаны таңдау принципі және құру сатылары қарастырылған. Зерттеу объектісі - информатикадан өзіндік жұмыстардың интерактивті тапсырмалар жүйесін әзірлеу. Зерттеу әдістері – әдебиеттерді, ғылыми мақалаларды талдау, негізгі тұжырымдарын анықтау, эмпирикалық әдістер – бақылау, сауалнама, педагогикалық эксперимент және эксперимент нәтижелерін статистикалық өңдеу, web - қосымшаларды жобалау және құру технологиясы, ОБП әдістері. Зерттеу нәтижесінде информатикадан оқушылардың өзіндік жұмыстарын ұйымдастыру үшін интерактивті тапсырмалар жүйесін жасаудың қажеттілігі негізделді, дидактикалық талаптар нақтыланды, интерактивті тапсырмалар жүйесін жасаудың құралдары анықталды, «Python тілінде алгоритмдерді программалау» бөлімін оқыту кезінде оқушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыруға арналған интерактивті тапсырмалар кешенінен тұратын web-портал жасалды.

**Түйін сөздер:** өзіндік жұмыс, интерактивті тапсырмалар жүйесі, компилятор, web-портал әзірлеу.

*М.М. Ерекешева<sup>1</sup>, А.Е. Сагимбаева<sup>2</sup>, А.Ж. Кузембаева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, г.Актобе, Казахстан*

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

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАДАНИЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ИНФОРМАТИКЕ**

*Аннотация*

Целью исследования, изложенного в данной статье, является теоретическое обоснование методических особенностей создания системы интерактивных заданий для организации самостоятельной работы учащихся по школьной информатике. В статье описаны методы, используемые при создании программного обеспечения, принцип выбора используемой среды и этапы создания. Объектом исследования является разработка интерактивной системы задач самостоятельных работ по информатике. Методы исследования – анализ литературы, научных статей, определение основных выводов, эмпирические методы - наблюдение, анкетирование, педагогический эксперимент и статистическая обработка результатов эксперимента, технология проектирования и создания web-приложений, методы ООП (объектно-ориентированное программирование). В результате исследования обоснована необходимость создания интерактивной системы заданий для организации самостоятельной работы учащихся по информатике, уточнены дидактические требования, определены средства создания интерактивной системы заданий, создан web-портал, состоящего из комплекса интерактивных заданий для организации самостоятельной работы учащихся при обучении разделу «Программирование алгоритмов на языке Python».

**Ключевые слова:** самостоятельная работа, интерактивная система задач, компилятор, разработка web -портала.

*M. Yerekesheva*<sup>1</sup>, *A. Sagimbayeva*<sup>2</sup>, *A. Kuzembayeva*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan*

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

## **METHODOLOGICAL FEATURES OF CREATING A SYSTEM OF INTERACTIVE TASKS OF INDEPENDENT WORK IN COMPUTER SCIENCE**

### *Abstract*

The purpose of the research presented in this article is the theoretical justification of the methodological features of creating a system of interactive tasks for the organization of independent work of students in school computer science. The article describes the methods used when creating software, the principle of choosing the environment used, and the stages of creation. The object of research is the development of an interactive system of tasks for independent work in computer science. Research methods – analysis of literature, scientific articles, determination of the main conclusions, empirical methods - observation, questioning, pedagogical experiment and statistical processing of experimental results, technology of designing and creating web applications, OOP(object-oriented programming) methods. As a result of the study, the necessity of creating an interactive system of tasks for organizing independent work of students in computer science was substantiated, didactic requirements were specified, means of creating an interactive system of tasks were determined, a web portal was created, consisting of a set of interactive tasks for organizing independent work of students in learning the division "Programming algorithms for jazyke Python".

**Keywords:** independent work, interactive task system, compiler, web-portal development.

### **Кіріспе**

Қазіргі білім беру процесінде өзіндік жұмысты ұйымдастыру оқу орындарында оқытудың негізгі және кеңінен талқыланатын мәселелерінің бірі болып табылады.

Бұл проблеманың өзектілігі білім берудің жаңа-белсенділік- парадигмасына көшуіне өзіндік жұмыстың жаңа рөлімен байланысты. Осы ауысудың нәтижесінде өзіндік жұмыс оқу процесін ұйымдастырудың жетекші формасына айналады және сонымен бірге оны жандандыру проблемасы туындайды. Өзіндік жұмысты ұйымдастыру құралдарының бірі - интерактивті тапсырмалар жүйесі болып табылады. Олар оқу-тәрбие процесінде белсенді қолдану арқылы материалды кез-келген дидактикалық деңгейде тиімді зерттеуге мүмкіндік береді [1].

Таңдалған тақырыптың өзектілігі оқушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыратын мұғалімнің көптеген мәселелерге тап болуымен байланысты, олардың арасында: оқушылардың өзіндік жұмысқа психикалық дайындығының жеткіліксіздігі, өзін-өзі ұйымдастырудың жалпы ережелерін білмеу, мұғалімнің өзіндік жұмысты ұйымдастыруға және орындалған тапсырмаларды тексеруге көп уақыт жұмсауы, белгілі бір құралдар жиынтығының болмауы.

Қазақстан Республикасының жалпы білім беру мемлекеттік стандартының талаптарына сәйкес оқушылар алған білімдерін практикада қолдана білуі тиіс. Білімді өз бетінше алу, игеру және түсіну үшін педагогикалық жағдай жасамай, бұл мақсатқа жету мүмкін емес. Қазіргі мұғалімнің міндеті-оқушыларға білім беру емес, өзін-өзі оқыту үшін дағдылар кешенін қалыптастыруға жағдай жасау және ынталандыру. Бұл мәселеде мұғалімнің көмекшісі «интерактивті оқыту» болып табылады [2].

Өзіндік жұмысты ұйымдастыру үшін интерактивті тапсырмаларды пайдалану оқытудың мотивациялық сипатын күшейтеді, оқуға деген қызығушылықты оятады, берілген тапсырмаларды қиындық деңгейі бойынша басқаруға, басшылыққа жүгінбей дұрыс шешім қабылдауға және де белсенді қолдану арқылы кез келген дидактикалық деңгейде материалды барынша тиімді меңгеруге мүмкіндік береді [3].

Интерактивті технологиялар мен оқыту құралдарын қолдану дәстүрлі сабақты диалогқа айналдырады, мұғалім-оқушыға, оқушы-оқушыға, онда барлығы білім беру процесінің тең құқықты қатысушыларына ауысады, мұғалім консультант, білім алуға көмекші болады, диалогтық қарым-қатынас міндеттерді бірлесіп шешуге ықпал ететін өзара іс-қимыл сипатына

ие болады. Оқушылардың дербестігінің, белсенділігінің дамуына, коммуникативтік дағдыларының қалыптасуына, танымдық және ойлау қызметінің дамуына оң әсерін тигізеді.

Оқушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыруда интерактивті тапсырмаларды дайындау үшін тиімді құралдарды пайдалану осы мәселелерді шешудің және оқудың тиімділігін айтарлықтай арттырудың жақсы құралы. Жоғарыда айтылған мәселелерге қарап, оқытуда қолданылатын өзіндік жұмыстарын ұйымдастыру үшін интерактивті тапсырмалар жүйесін жасақтау мәселесі туындады.

### **Зерттеу әдістемесі**

Кез-келген жаңа материалды оқып-үйрену, әдетте, бірнеше негізгі кезеңдерді қамтиды: алған білімді қалыптастыру, бекіту, жалпылау, жүйелеу және тексеру. Әртүрлі түсіндірмелері қарастырылып, кейбір қызметтердің мүмкіндіктеріне, олардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне салыстырмалы талдау жүргізілді.

Өзіндік жұмысты зерттеумен көптеген отандық және шетелдік ғалымдар айналысты. Өзіндік әрекетті қалыптастыру мәселесі Л.П. Аристов, Б.П. Есипов, П.И. Пидкасистый зерттеулерінде көрінеді. Өзіндік жұмыс мәселесінің теориялық дамуын Б.Г. Ананиев, П.П. Блонский, Л.С. Выготский, А.Г. Здравомыслов, В.А. Крутецкий еңбектерінен табамыз. Өзіндік жұмыстың қалыптасу мәселесінің философиялық аспектілері Г.Гегель, И.Кант, Е.Н. Князев, Г.В. Лейбниц жұмыстарында қамтылған. Өзіндік әрекетті қалыптастыру мәселесінің психологиялық аспектілерін келесідей авторлар зерттеді: Е.В. Васюков, Н.Д. Левитов, П.М. Якобсон.

Р.А. Низамов өзіндік жұмысты «оқушылардың сабақта және сабақтан тыс уақытта жүзеге асыратын жеке, топтық танымдық іс-әрекетінің әртүрлі түрлері» деп анықтайды. М.А. Данилов, О.А. Нильсон, А.В. Усова және т.б. өзіндік жұмысты білім, білік, дағдыны қалыптастыруға бағытталған оқу әрекетінің түрі ретінде қарастырады. Е.С. Кулевская мен М.В. Воронина информатика сабағында оқушылардың өзіндік жұмысы аясында интерактивті тапсырмаларды қолдану әдістемесін ұсынды [4,5].

Қазіргі уақытта қазақстандық ғалымдар проблеманы бірлесіп шешу процесіне қатысушылардың ынтасын арттыруға және тартуға көмектесетін интерактивті оқыту әдістерін зерттеуде. Жалпы оқу үдерісін ақпараттандыру және информатиканы оқыту әдістемесіне Е.Ы. Бидайбеков, М.П. Лапчик, А.П. Ершов, А.Е. Сағымбаева, Ж.К. Нұрбекова, С.Н.Конева, Д.Н. Исабаева, Г.С. Жарасова және басқалардың еңбектері арналған.

Оқушылардың өзіндік жұмысы - оқушының өз деңгейінде және мұғалімнің көмегінсіз орындайтын жұмысы. Ол оқушыларға өз білімдерін, дағдылары мен шеберліктерін терендетуге, сондай-ақ өз оқуына жауапкершілік пен дербестікті дамытуға мүмкіндік береді.

Өзіндік жұмыс үй тапсырмаларын орындауды, оқу материалдарын өз бетінше зерделеуді, қосымша әдебиеттерді оқуды, тест пен тапсырмаларды шешуді, эссе немесе зерттеу жұмыстарын жазуды қамтуы мүмкін. Оқушының өз уақытын ұйымдастыру және тікелей басшылық болмаған жағдайда жұмыс істей білу қабілеті өзіндік жұмыстың маңызды аспектісі болып табылады. Бұл оқушыға өз нәтижелерін жоспарлау, өзін-өзі бақылау және өзіндік бағалау дағдыларын дамытуға көмектеседі. Өз бетінше жұмыс жасау оқушыларға сыни ойлау қабілеті мен талдау қабілетін дамытуға көмектеседі, өйткені олар ақпаратты іздестіру мен талдауды өз бетінше жүзеге асыруы, оның дұрыстығы мен маңыздылығын салыстырып, бағалауы тиіс [6].

Сонымен қатар, өзіндік жұмыс оқушылардың шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал етеді, өйткені ол оларға міндеттерді шешу әдістері мен өз жұмысының нәтижелерін ұсыну нысандарын өз бетінше таңдауға мүмкіндік береді. Қазақстан Республикасының Президенті Қ.Ж. Тоқаев 2021 жылғы 1 қыркүйектегі «Жаңа жағдайдағы Қазақстан: іс-қимыл кезеңі» атты Қазақстан халқына Жолдауында білім беру саласындағы қазіргі кездегі өзекті проблемалардың бірі есебінде онлайн білім беру платформасын атап өткен болатын. Цифрландыру, бір жағынан, біріктіруші және кіріктіруші бастама ретінде әрекет етсе, екінші

жағынан, педагогтер қауымы және жалпы қоғамның әрбір мүшесі үшін мүлдем жаңа оқыту құралы болғандықтан, оны меңгеруде үлкен қиындықтар туындап отыр. Бірінші кезекте цифрландыру күнделікті өмірдің барлық салаларына түпкілікті енуі тұлғаның жеке сапалық қасиеттерін жетілдіруге жаңа талаптар қоюда. Оның ішінде, ең алдымен, оның танымдық қызметтеріне өзгерістер енгізе отырып, қазіргі әлеуметтік ортаның ерекше сұранысына айналып отырған икемді дағдыларды (soft skills) дамытуды талап етуде [7].

Интерактивтілік-қазіргі білім беру процесінің маңызды белгісі. Интерактивті тапсырмалар жүйесі (ИТЖ) – қолданушыдан интерактивті нысанда іс-қимылдарды талап ететін тапсырмаларды жасауға және орындауға мүмкіндік беретін бағдарламалық құралдар кешені. Интерактивті тапсырмалар жүйесі білім беру процесінде, мысалы, тестілеу және білімді өздігінен тексеру үшін, сондай-ақ оқушылардың іскерліктері мен дағдыларын бағалау үшін пайдаланылады. Сондай-ақ интерактивті тапсырмалар жүйесі сауалнама жүргізу, нарық зерттеулері және басқа да мақсаттар үшін коммерциялық жобаларда қолданылады.

Интерактивті тапсырмалар жүйесі әдетте мынадай элементтерді қамтиды:

- тапсырмаларды жасауға арналған авторлық құрал;
- тапсырмалар дерекқорын;
- қолданушыны басқару жүйесін;
- тапсырмаларды генерациялау және тексеру тетігі;
- қолданушылардың нәтижелерін көрсету жүйесі [8].

Интерактивті тапсырмалар жүйесін құру үшін әртүрлі құралдар мен технологияларды қолдануға болады, мысалы:

1. Learning Management Systems (LMS). LMS - мұғалімдерге курстарды құруға және басқаруға мүмкіндік беретін платформалар. LMS-те интерактивті тапсырмалар, тесттер, форумдар және т.б. жасауға болады.

2. Online Quiz Tools. Тестілер мен сауалнамалар жасауға мүмкіндік беретін көптеген онлайн-құралдар бар. Олардың кейбіреулері Kahoot!, Quizlet, Socrative сияқты интерактивті тапсырмалар жасау мүмкіндігіне ие.

3. Interactive Learning Apps. Тапсырмаларды жасау үшін пайдалануға болатын көптеген интерактивті бағдарламалар бар. Мысалы, Wizer.me, Scratch, Code.org, Codecademy және т. б.

4. Online Coding Environments. Бағдарламалау тапсырмаларын жасау үшін Repl.it, JSFiddle, CodePen және басқалар сияқты кодтың онлайн-редакторларын пайдалануға болады.

5. Virtual Learning Environments (VLEs). Бұл интерактивті тапсырмаларды жасау үшін әртүрлі құралдарды біріктіретін платформалар. Олардың кейбіреулері, мысалы, Moodle, Canvas, Blackboard, курстарды құру және басқару, интерактивті тапсырмалар мен тесттер жасау мүмкіндігіне ие.

Өздік жұмыстарды ұйымдастыру талаптары

- өздік жұмыстың мазмұны бағдарламаға қойылатын талаптарға сәйкес келуі қажет;
- оқушылардың ойлау қабілетін дамытуға тиісті;
- өздік жұмыстар түрі және мазмұны жағынан әр түрлі болуы керек;
- әрбір өздік жұмыс тексеріледі және бағаланады.
- өздік жұмыс тек қайталау кезінде ғана жүргізбей сабақтың барлық кезеңдерінде, орынды жерінде өткізу керек.

Өздік жұмыс ұйымдастыру формасы мынадай: жеке оқушымен, топпен жұмыс, барлық оқушымен болады. Өздік жұмыстарының негізгі түрлері: оқулықпен жұмыс, жаттығулар, практикалық және зертханалық жұмыс, тексеру, бақылау, рефераттар мен баяндамалар жасау, тәжірибе жасау, тест жұмысын орындау болып табылады [9].

### **Зерттеудің нәтижелері және талқылау**

Мектеп информатикасының базалық курсының «Python тілінде алгоритмдерді программалау» бөлімінен оқушылардың өзіндік жұмыстарына құрылған интерактивті тапсырмалар жүйесі wix.com халықаралық бұлттық платформасында жасалды.

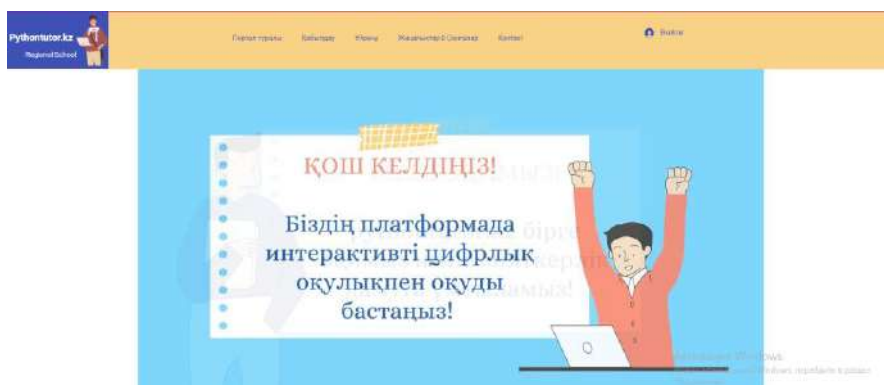
1. Білім беру порталы «Python тілінде алгоритмдерді программалау» бөлімі тақырыптарын қамтиды.

2. «Информатика» пәні бойынша оқушылардың өзіндік жұмыстарының интерактивті тапсырмалар жүйесін құрылды.

3. Зерттеудің негізгі мәселесі: Оқыту үрдісінің негізгі мәселесі — оқушыға іргелі де терең, тиянақты жүйелі білім беру болып табылады. Іргелі білім берудің міндеті - адамды ғылыми ойлауға, оның әдіс-тәсілдерін білуге, өзін-өзі дамытуға, өз бетімен білім алуға, ізденуге іштей қажеттілігін туғызады.

4. Ерекшеліктері: қол жетімді, қарапайым, тапсырмалардың бір ортаға біріктірілгендігі, иллюстрациялар енгізілген [10].

Интерактивті тапсырмалар жүйесіне негізделген білімдік портал құрылымына тоқталайық (сурет 1-5). Wix.com парақшасынан кіру батырмасын басып, ашылған терезеден аккаунт құру жолы таңдалып, тіркеуден өтеміз. Портал құру жұмысын бастап, шаблон таңдалып, безендіру әрекеттері жүргізілді және мазмұны бойынша деректермен толықтырылды. Алғаш порталға қосылған уақытта титулдық беті ашылады.



Сурет 1. Титульдық бет көрінісі

Титулдық бетте порталдың мәзірлер жолағы келтірілген. Қолданушы алдымен порталдың интерфейсінен жаңа қолданушы ретінде тіркеуден өтеді. Егерде қолданушы тіркелген болса, тіркелген уақыттағы логин мен паролін қолданып жұмысын жалғастыра алады.

## Зарегистрироваться

Уже есть аккаунт? Войти

 Войти через Google

 Войти через Facebook

ИЛИ

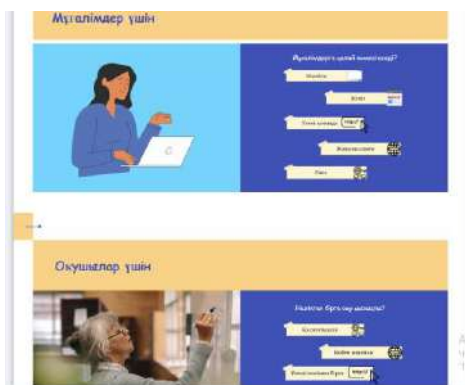
Через zip-почту

Регистрация на сайте с открытым профилем [Подробнее](#)

Сурет 2. Жаңа қолданушыларды тіркеу беті

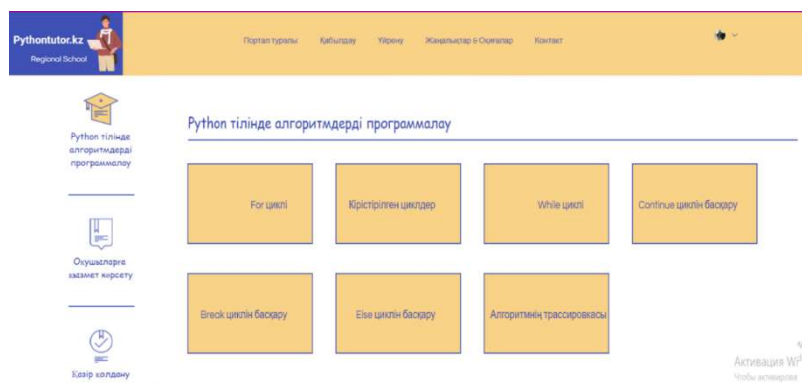
«Портал туралы» мәзірінен, «Біздің курс» ішкі мәзірін таңдау арқылы білім беру порталының мұғалімдер мен оқушылар үшін қандай мүмкіндіктері қарастырылған толық келтірілген.





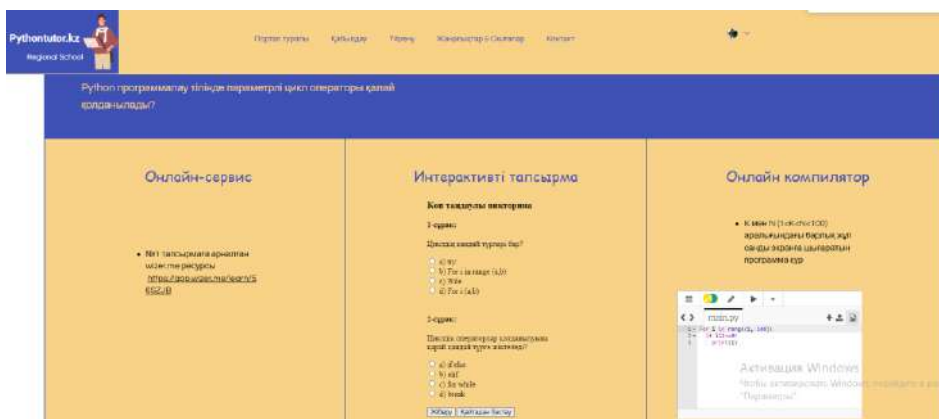
Сурет 3. Жұмыс жасаудың бастапқы қадамдарының көрінісі

«Python тілінде алгоритмдерді программалау» батырмасын басып, «Информатика» пәні бойынша оқушылардың өзіндік жұмыс тақырыптарын көре аламыз.



Сурет 4. Өзіндік жұмыс тақырыптары

Тақырып атауын таңдап келесі бетке көшеміз. Бұл бетте тақырып көлеміне байланысты әр түрлі ортада интерактивті тапсырмалар жүйесі жинақталып, дайындалған.



Сурет 5. Интерактивті тапсырмалар жүйесі көрінісі

Тақырып бойынша дайындалған интерактивті тапсырмалар жүйесі үш бөлікке бөліп қарастырылды. Бөлік бойынша құрылған тапсырма әртүрлі тапсырмалар жиынынан тұрады. Бірінші бөлікте, оқушылар үшін wizer.me онлайн сервиспен дайындалған тапсырмалар, екінші бөлікте әртүрлі форматта дайындалған интерактивті тапсырмалар, үшінші бөлікте есептің шарты беріліп, сол есепті шығару үшін онлайн компилятор енгізілді. Кері байланыс формасы

арқылы қолданушы өз пікірін білдіре алады. Онлайн қабылдау жүргізіп, ақпараттар алуға болады. Берілген программалық өнім келіп түскен ұсыныстар негізінде өзгертулер мен толықтырулар енгізуге болады.

### Қорытынды

Мектеп информатикасының базалық курсы бойынша оқушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыруға арналған интерактивті тапсырмалар жүйесін құрудың әдістемелік ерекшеліктерін дамытуға бағытталған зерттеу нәтижесінде құнды тұжырымдар мен ұсыныстар алынды. Қорытындыда оның негізгі нәтижелерін жинақтап, қазіргі білім беру жағдайында оның маңыздылығын атап өткім келеді. Бұл зерттеудің бастапқы мақсаты мектеп информатикасының базалық курсына оқушылардың өздік жұмысын ұйымдастыруда табысты пайдалануға болатын интерактивті тапсырмалар жүйесін құрудың әдістемелік ерекшеліктерін дайындау болды.

Зерттеу барысында мына негізгі нәтижелерге қол жеткізілді:

- Жұмыс барысында кең көлемді әдебиеттік зерттеу жүргізілді, сонымен қатар осы саладағы қолданыстағы тәсілдер мен әдістерге талдау жасалды. Олардың артықшылықтары мен кемшіліктері атап өтілді.

- Интерактивті тапсырмалар жүйесін жасау кезінде ескеру қажет әдістемелік ерекшеліктер анықталды. Бұл ерекшеліктерге мазмұнды оқушылардың жас және психологиялық ерекшеліктеріне бейімдеу, оқудағы жүйелілік пен прогрессті қамтамасыз ету, интерактивті элементтер мен кері байланысты пайдалану, оқушылардың деңгейлерін ескере отырып және құзыреттіліктерін дамыту жатады.

- Анықталған ерекшеліктерге негізделген интерактивті тапсырмалар жүйесін құру үшін әдістемелік ұсыныстар жасалды. Бұл ұсыныстарды мұғалімдер информатиканы оқыту материалдары мен жүйелерін әзірлеуде қолдана алады.

- Ұсынылған әдістемелік ұсыныстар негізінде интерактивті тапсырмалардың прототиптік жүйесі әзірленді. Бұл жүйе оқушылар тобында тәжірибеден өтті, олардың пікірлері мен жүйені пайдалану нәтижелері әзірленген әдістемелік мүмкіндіктердің тиімділігін растауға мүмкіндік берді.

Дайындалған тапсырмалар Ақтөбе қаласының бірнеше мектептерінде тәжірибе жүзінде сынақтан өткізу үшін мұғалімдерге, студенттерге ұсынылды. Интерактивті тапсырмалармен өз бетінше жұмыс істеу үшін ұсынылған тапсырмаларды сегізінші сынып оқушылары жақсы меңгергенін көрсетті, бұл олардың тақырыпқа қызығушылығын тудырады. Оқушылардың өзіндік жұмыстарын ұйымдастыруға арналған интерактивті тапсырмалар жүйесі информатика мұғалімдеріне информатика сабағына енгізуге ұсынылды.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Мезенин, Е.С. *Разработка учебных заданий по информатике для организации самостоятельной работы учащихся с помощью онлайн-сервисов - [Электронный ресурс]. – [Режим доступа]: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/15833> Дата публикации: 2021*

2. Матвеева А. В. *Создание интерактивных заданий при обучении на уроках информатики - [Электронный ресурс]. – [Режим доступа]: <https://ipi.sfu-kras.ru/node/1246> Год издания/защиты: 2019*

3. Alina N. Echina *Organization of independent activity of students in informatics lessons, Internet resource: <https://www.art-talant.org/publikacii/62724-organization-of-independent-activity-of-students-in-informatics-lessons>, publication date: 2022*

4. Щербакова Е.В., Щербакова Т.Н. *Историческое развитие самостоятельной работы как вида деятельности школьников - [Электронный ресурс]. – [Режим доступа]: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskoe-razvitiie-samostoyatelnoy-raboty-kak-vida-deyatelnosti-shkolnikov> Дата публикации: 2019*

5. Уразикова Ю. В. История развития понятия «самостоятельная работа - [Электронный ресурс]. – [Режим доступа]: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-razvitiya-ponyatiya-samostoyatel'naya-rabota> Дата публикации: 2021
6. «Жаңа жағдайдағы Қазақстан: іс-қимыл кезеңі» атты Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. 2020 жылғы 1 қыркүйек. [tengrinews.kz/kazakhstan\\_news](http://tengrinews.kz/kazakhstan_news)
7. Natalya I. Isupova, Ekaterina A. Mamaeva Practical Activity on Developing a System of Tasks as a Condition for Training A Future Digital School Teacher / *European Journal of Contemporary Education*. 2021. 10(3). – 638-650
8. С.Н. Джапарова, Р. И. Баженов. Интерактивные задания для организации самостоятельной работы по информатике пятого класса основного общего образования кыргызской республики: УДК 372.8//ISSN 2227-1384 «Вестник Приамурского ГУ им. Шолом-Алейхема» - 2020 - № 1(38)
9. Procenko S.I. Organization of independent work in computer science for primary school students using online services. *Pedagogical perspective*. 2022; 1(5): 50–56. [https://doi.org/10.55523/27822559\\_2022\\_1\(5\)\\_50/](https://doi.org/10.55523/27822559_2022_1(5)_50/) <https://www.researchgate.net/>
10. Информатикадан оқушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыруға арналған web-портал, [Электрондық ресурс]. – [Қол жеткізу режимі]: <https://aikoshkj9090.wixsite.com/my-site-4>

#### References:

- 1 Mezenin, E. S. (2021) *Razrabotka uchebnykh zadaniy po informatike dlja organizacii samostojatel'noj raboty uchashhihsja s pomoshh'ju onlajn-servisov* [Development of computer science tasks for the organization of independent work of students using online services]. [Jelektronnyj resurs]. [Rezhim dostupa]: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/15833>. (In Russian)
- 2 Matveeva A. V. (2019) *Sozdanie interaktivnykh zadaniy pri obuchenii na urokah informatiki* [Creation of interactive tasks when teaching computer science lessons]. [Jelektronnyj resurs]. [Rezhim dostupa]: <https://lpi.sfu-kras.ru/node/1246>. (In Russian)
- 3 Alina N. Echina (2022) *Organization of independent activity of students in informatics lessons* [Internet resource]. <https://www.art-talant.org/publikacii/62724-organization-of-independent-activity-of-students-in-informatics-lessons>.
- 4 Shcherbakova E.V., Shcherbakova T.N. (2019) *Istoricheskoe razvitie samostojatel'noj raboty kak vida dejatel'nosti shkol'nikov* [Historical development of independent work as a type of schoolboy activity]. [Jelektronnyj resurs]. [Rezhim dostupa]: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskoe-razvitie-samostoyatel'noj-raboty-kak-vida-deyatelnosti-shkolnikov>. (In Russian)
- 5 Urazikova Yu. V. (2021) *Istorija razvitiya ponjatija «samostojatel'naja rabota* [The history of the development of the concept of "independent work"] - [Jelektronnyj resurs]. [Rezhim dostupa]: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-razvitiya-ponyatiya-samostoyatel'naya-rabota> . (In Russian)
- 6 Kassym-Jomart Tokaev (September 1, 2020) «Zhana zhagdajdagy Kazakstan: is-қимыл kezeni» atty Memleket basshysy Kasyim-Zhomart Tokaevtyң Kazakstan halkyna Zholdauy [Address of the Head of State Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan entitled "Kazakhstan in the new situation: the period of action"]. [Jelektronnyj resurs]. - [tengrinews.kz/kazakhstan\\_news](http://tengrinews.kz/kazakhstan_news) (In Kazakh)
- 7 Natalya I. Isupova, Ekaterina A. Mamaeva (2021) *Practical Activity on Developing a System of Tasks as a Condition for Training a Future Digital School Teacher* / *European Journal of Contemporary Education*. 10(3). 638-650.
- 8 S. N. Japarova, R. I. Bazhenov. (2020) *Interaktivnye zadaniya dlja organizacii samostojatel'noj raboty po informatike pjatogo klassa osnovnogo obshhego obrazovanija kyrgyzskoj respubliki: [Interactive tasks for the organization of independent work on computer science of the fifth grade of the basic general education of the Kyrgyz Republic]* - UDC 372.8//ISSN 2227-1384 "Vestnik Priamurskogo GU im. Sholom-Aleichem" - No. 1(38). (In Russian)
- 9 Procenko S.I. (2022) *Organization of independent work in computer science for primary school students using online services. Pedagogical perspective*. 1(5): 50–56. [https://doi.org/10.55523/27822559\\_2022\\_1\(5\)\\_50/](https://doi.org/10.55523/27822559_2022_1(5)_50/) <https://www.researchgate.net/>.
- 10 *Informatikadan okushylardyn ozindik zhumysyn ujymdastyruza arnalgan web-portal* [Web-portal for organizing the independent work of computer science students]. [Jelektronnyj resurs].– [Қол жеткізу режимі]: <https://aikoshkj9090.wixsite.com/my-site-4> . (In Kazakh)

Д.Н. Исабаева<sup>1\*</sup>, Д.К. Садирбекова<sup>1</sup>, С.З. Нишанбаева<sup>1</sup>, Э. Айтенова<sup>1</sup>

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

\*e-mail: [daraja\\_78@mail.ru](mailto:daraja_78@mail.ru)

## СТУДЕНТТЕРДІҢ ОҚУ-ЗЕРТТЕУ ҚЫЗМЕТІН ДАМЫТУДА ИНТЕРНЕТ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ КЕЙБІР МӘСЕЛЕЛЕРІ

*Аңдатпа*

Мақалада Интернет ресурстарының студенттердің оқу және ғылыми-зерттеу қызметіне әсері туралы әдебиеттерге жүйелі шолу ұсынылған. Мақаланың негізгі тұжырымдарында цифрлық технологиялар мен интернет-ресурстардың заманауи білім беру үдерісінде маңызды рөл атқаратыны атап өтіледі. Студенттердің көптеген ақпаратқа қол жеткізуге және зерттеу дағдыларын дамытуға бірегей мүмкіндігі бар. Дегенмен, осы артықшылықтарға қарамастан, студенттер цифрлық ортадағы ақпарат сапасын және ақпараттың шамадан тыс жүктелуін бағалауда жиі қиындықтарға тап болады. Педагогтар студенттерге цифрлық технологияны қалай пайдалану керектігін ғана емес, сонымен қатар ақпаратты бағалауды және әртүрлі көздерді пайдалануды үйрету арқылы цифрлық дағдыларды дамытуда маңызды рөл атқарады. Студенттер мәліметтер қорын, беделді жаңалықтар көздерін және баспа материалдарын пайдалануды қоса алғанда, ақпаратты іздеудің әртүрлі әдістерін үйренуі керек. Сонымен қатар, мақала цифрлық ресурстармен жұмыс істеу кезінде шыдамдылық пен уақытты басқару дағдыларын дамытудың маңыздылығын көрсетеді. Жалпы, зерттеу студенттер арасында ақпараттық дағдыларды дамыту қажеттілігін және бұл үдерісте білім беру мекемелері мен мұғалімдердің белсенді рөл атқаратындығына басымдылық береді. Цифрлық ресурстарды тиімді пайдалану ақпараттың қолжетімділігі мен қазіргі цифрлық білім беру ортасында оның сапасын бағалау мүмкіндігі арасындағы тепе-теңдікті талап етеді.

**Түйін сөздер:** цифрлық технология, оқу процесі, оқу-зерттеу іс-әрекеті, білім беруді цифрландыру, зерттеушілік іс-әрекет.

*Д.Н. Исабаева, Д.К. Садирбекова, С.З. Нишанбаева, Э. Айтенова*

*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан*

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ В РАЗВИТИИ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

*Аннотация*

Данная статья представляет систематический обзор литературы, посвященный влиянию интернет-ресурсов и цифровых технологий на учебную и исследовательскую деятельность студентов. Исследование основано на анализе научных статей, международных конференций, а также на результатах анкетирования студентов и преподавателей. Основные выводы статьи подчеркивают, что цифровые технологии и интернет-ресурсы играют значительную роль в современном образовательном процессе. Студенты имеют уникальную возможность получить доступ к обширной информации и развивать исследовательские навыки. Однако, несмотря на эти преимущества, студенты часто сталкиваются с трудностями при оценке качества информации в цифровой среде и переполнении информацией. Важную роль в развитии цифровых навыков играют преподаватели, которые должны обучать студентов не только использованию технологий, но и способности оценивать информацию и использовать разнообразные источники. Студентам следует научиться разнообразным методам поиска информации, включая использование баз данных, авторитетных источников новостей и печатных материалов. Кроме того, в статье подчеркивается важность развития навыков терпения и управления временем при работе с цифровыми ресурсами. В целом, исследование подчеркивает необходимость развития информационных навыков среди студентов и активной роли образовательных учреждений и преподавателей в этом процессе. Эффективное использование цифровых ресурсов требует баланса между доступностью информации и способностью оценивать ее качество в современной цифровой среде образования.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, образовательный процесс, образовательная и исследовательская деятельность, цифровизация образования, исследовательская деятельность.

*D.N. Isabaeva, D.K. Sadirbekova, S.Z. Nishanbaeva, Э. Айтенова*  
*Abay Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

## **SOME ISSUES OF USING INTERNET RESOURCES IN THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' RESEARCH ACTIVITIES**

### *Abstract*

This article presents a systematic review of the literature on the impact of Internet resources and digital technologies on the educational and research activities of students. The study is based on an analysis of scientific articles, international conferences, as well as the results of a survey of students and teachers. The main conclusions of the article emphasize that digital technologies and Internet resources play a significant role in the modern educational process. Students have a unique opportunity to access a wealth of information and develop research skills. However, despite these benefits, students often face difficulties assessing the quality of information in the digital environment and information overload. Educators play an important role in developing digital skills by teaching students not only how to use technology, but also how to evaluate information and use a variety of sources. Students should learn a variety of information retrieval techniques, including the use of databases, reputable news sources, and printed materials. Additionally, the article highlights the importance of developing patience and time management skills when working with digital resources. Overall, the study highlights the need to develop information skills among students and the active role of educational institutions and teachers in this process. Effective use of digital resources requires a balance between the availability of information and the ability to assess its quality in the modern digital educational environment.

**Keywords:** digital technologies, educational process, educational and research activities, digitalization of education, research activities.

### **1. Кіріспе**

Цифрлық технологиялар мен жоғары жылдамдықты Интернетке енген бүгінгі ақпараттық қоғамда студенттер білім мен оқудың кең әлеміне қол жеткізе алатын ерекше жағдайға ие болды. Дегенмен, ақпараттың көптігімен қатар, цифрлық әлем студенттерге оқу мен қатар зерттеуші ретінде де дамуға мүмкіндік береді. Елбасының тапсырмалары мен Үкіметтің 2023 жылы қазақстандықтардың өмірінде не өзгертіндігіне байланысты қарастырылған іс-шараларында “Ғылыми-зерттеу экожүйесін қалыптастыру және инновациялық технологияларды дамыту шеңберінде отандық университеттерді зерттеу университеттеріне айналдыру процесі жалғасады” [1] деп келтірілген. Бұл міндетті жүзеге асыруда жоғары оқу орындарына жаңа талаптар жүктеледі. Цифрлық әлемдегі студенттердің оқу және ғылыми-зерттеу қызметі заманауи білім берудің іргелі аспектісі болып табылады. Бұл оқу бағыты студенттерге оқу процесіне белсенді қатысуға, өз сұрақтарын қоюға, жауап іздеуге және зерттеу нәтижелерімен бөлісуге мүмкіндік береді. Бұл сонымен қатар сыни ойлауды, тәуелсіздік пен ақпараттық дағдыларды дамытуға көмектеседі, сонымен қатар болашақ мансабына дайындаудың ажырамас бөлігі болып табылады. Цифрлық әлем студенттерге білім беру платформалары мен кітапханалардан бастап әлеуметтік желілер мен ынтымақтастық құралдарына дейін кең ауқымды онлайн ресурстарға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, осы тақырып аясындағы зерттеу жұмыстарына шолу заманауи цифрлық ортаның студенттердің зерттеу дағдыларына әсерін негізінен оң, бірақ көп қырлы және кемшіліктерсіз емес деп сипаттайды. Олар байқалатын ең оң нәтижелердің кейбірі: Үздік студенттер өздерін қызықтыратын тақырыптар бойынша тереңірек және кең ақпаратқа қол жеткізе алады; студенттер қызықты мультимедиялық форматтардағы оқу материалдарының қолжетімділігін пайдалана алады және көпшілігі тәуелсіз зерттеушілерге айналады дейді. Дегенмен, біраз осы процесс аумағында кемшіліктер де алаңдатууда. Атап айтқанда, кейбір оқытушылар студенттердің іздеу жүйелеріне шамадан тыс тәуелділігіне алаңдайды; көптеген студенттердің онлайн ақпарат сапасын бағалаудағы қиындықтары; қазіргі студенттердің

жалпы сауаттылық деңгейі; студенттердің алаңдаушылығының артуы және уақытты басқарудың төмен деңгейі; студенттердің сыни тұрғыдан ойлау қабілетінің төмендеуі және бүгінгі студенттердің басқалардың жұмысын пайдалана алатын мүмкіндігінің жоғарылығы да бүгінгі күннің мәселесі.

**Мақаланың мақсаты:** цифрлық ортаның, интернет ресурстарының және цифрлық технологиялардың студенттердің оқу және ғылыми-зерттеу қызметіне әсерін зерттеу. Бұл мақсат келесі негізгі аспектілерді қамтиды:

– интернет ресурстары мен цифрлық технологияларды пайдалану студенттердің оқу үдерісі мен зерттеу дағдыларын қалай өзгертетінін талдау;

- студенттерге цифрлық ортаның әсерінің оң және теріс аспектілерін, сондай-ақ үлкен ақпаратқа қол жеткізу, сонымен қатар іздеу жүйелеріне тәуелділік және төмен сауаттылық деңгейі сияқты кемшіліктерді анықтау;

- болашақ мансап үшін маңызды болып табылатын олардың дағдыларын, сыни ойлауы мен тәуелсіздігін дамыту үшін студенттердің цифрлық ортада оқуы мен ізденістерінің түбегейлі маңыздылығын көрсету;

Осылайша, мақаланың мақсаты – студенттерге және жалпы білім беру ортасына цифрлық ортаның әсерін зерттеу, сондай-ақ жоғары оқу орнындағы табысты цифрлық трансформацияға ықпал ететін факторларды анықтау.

## **2. Әдіснамалық негіздері**

### **2.1 Зерттеу әдістері**

Мұнда ұсынылған әдебиеттерге шолу осы тақырып бойынша соңғы жылдарда жарияланған негізгі теориялар мен зерттеулерді қамтиды. Ол ғылыми, рецензияланған мазмұн дерекқорларында және кәсіби және халықаралық конференцияларда, концепцияларға (мысалы, цифрландыру, цифрлық мүмкіндік) қатысты басқа да негізгі зерттеулер мен есептерде табылған мета-талдаулар мен шолу материалдарына негізделген. Бұдан басқа, біз сәйкес негізгі терминдерді қосу немесе рецензияланған мақалалардың анықтамалық тізімінде табылған зерттеулерді және кәсіби және халықаралық органдар зерттейтін тұжырымдамаларға қатысты басқа да зерттеулер мен есептерді қолдандық. Біз мета-талдаулар мен шолу зерттеулеріне сүйендік, өйткені олар белгілі бір саладағы зерттеудің жан-жақты көрінісін ұсыну үшін бірнеше зерттеулердің нәтижелерін қарастыру маңызды. Дегенмен, сандық деректер оқу мен оқытудағы АКТ интеграциясы кезінде туындаған қиындықтарға түсініктеме бермейді. Осы олқылықтың орнын толтыру үшін біз әдебиеттерге шолуларды талдадық және жоғары оқу орындарындағы технология интеграциясының артықшылықтары мен салдары туралы терең сапалы дәлелдемелерді жинадық. Мұнда ұсынылған талдауға біз сонымен қатар білім берудегі цифрлық мүмкіндік пен трансформация туралы соңғы дәлелдерді қостық.

## **3. Материалдар**

Психологиялық-педагогикалық әдебиеттерді талдау (О.О. Горшкова, Н.М. Романенко, С.М. Тутаришева, Т.Н. Харитоновна және т.б.) маманды дайындау процесінде зерттеу қызметі (ҒЗҚ) маңызды рөл атқаратынын көрсетеді.

Зерттеу жұмысы келесі мақсаттарды көздейді:

– оқытылатын пәндердің теориялық негіздері саласындағы студенттердің білімін тереңдету және бекіту;

– студенттердің шығармашылық және кәсіптік әлеуетін, олардың дербестік, табандылық, логикалық және аналитикалық ойлау, ізденімпаздық және зерттеушілік қабілеттерін, танымдық қабілеттері сияқты өзіндік жеке қасиеттері мен қабілеттерін дамыту;

– болашақ педагогтардың өз бетінше зерттеу дағдыларын дамыту; зерттеу нәтижелерін дұрыс ұсыну дағдыларын дамыту; алынған нәтижелерді қорғау және дәлелдеу қабілетін арттыру;

– өзін-өзі жүзеге асыруға, өзін-өзі ұйымдастыруға, өзін-өзі дамытуға мүмкіндік беру;

– ғылым мен техниканың соңғы жетістіктеріне назар аудара отырып, студенттердің ғылыми ой-өрісін кеңейту [2].

Осы қызмет түрінің әлеуетті маңыздылығына қарамастан, көптеген зерттеушілер (П.П. Лузан, О.Н. Лукашевич, И.В. Николаева, Л.В. Чупрова және т.б.) оның жеткіліксіз дамуын және формальданған сипатын атап өтеді. Тәжірибе көрсеткендей, бар дәстүрлі ғылыми зерттеулерді ұйымдастыру студенттердің жоғарыда аталған сапаларын, қабілеттерін және жалпы олардың құзіреттілігін қалыптастыруға аз ғана ықпал етеді, бұл өз кезегінде болашақ мамандардың көбінесе нақты кәсіби мәселелерді шешуге дайын болмай қалуына әкеледі. Осылайша, қазіргі уақытта жоғары педагогикалық мектептің алдында студенттердің оқумен қатар зерттеу қызметін арттыру мақсатындағы жұмыстарының әдістемелік базасын жетілдіру және нығайту міндеті тұр. Авторлар бұл мәселені шешу жолдарының бірін интеграцияны жүзеге асыру арқылы көреді.

Педагогикада интеграция деп оқыту мен тәрбиелеу процесін ұйымдастырудың мақсаттарының, принциптері мен мазмұнының бірлігін білдірудің ең жоғарғы формасы түсініледі, оның қызмет етуінің нәтижесі студенттерде білім мен дағдының сапалы жаңа тұтас жүйесі қалыптастыру болып табылады [3].

Әртүрлі зерттеулерде кіріктірілген оқытуға үлкен мән берілді және берілуде (Я.А. Коменский, Л.И. Ломакина, С.В. Омельченко, О.Ю. Ужан, К.Д. Ушинский, Н.Г. Чернышевский, И.П. Яковлев, т.б.). Кәсіптік білім беру жүйесіндегі әр түрлі іс-әрекет түрлерінің интеграциясы Р.М. Каримова, В.Р. Нымма, В.П. Чернолес және т.б., интегративті идеяларды дамыту О.М. Волосевич, білім интеграциясының мәселелері Б.Ф. Ломов, О.Д. Симоненко, К.Н. Суханов, И.Т. Фролов еңбектерінде қарастырылған [4].

Осы мақаланың аясында біз цифрлық орта жағдайында студенттердің оқу және ғылыми-зерттеу әрекеттерінің интеграциясына тоқталамыз, оның көмегімен құрылымдық элементтердің өзара әрекеттесуі мен қызметтің осы түрлері, нәтижесінде олардың біртұтас органикалық ғылыми-білім беру жүйесі ретінде жұмыс істеуі қамтамасыз етілетін процедуралық жағдайын түсінеміз. Бұл процестің мақсаты, Т.С. Бородина [5] атап өткендей, «зерттеу арқылы оқыту» принципін жүзеге асыру болып табылады, онда оқу іс-әрекетінің оқу-зерттеушілікке, содан кейін ғылыми зерттеуге біртіндеп өзгеруі орын алады. Кіріктірілген оқытудың жетістігі көп жағдайда мұғалім қолданатын білім беру технологияларының тиімділігіне байланысты. Оқыту технологиясы – алға қойылған мақсатқа барынша тиімді қол жеткізуді қамтамасыз ететін оқытудың формалары, әдістері мен құралдарының жүйесін білдіретін оқу жоспарында қарастырылған оқыту мазмұнын жүзеге асыру тәсілі [3]. Білім беру технологиясында мазмұны, әдістері, оқу құралдары үздіксіз өзара әрекетте болады. Мұғалімнің педагогикалық шеберлігі – қажетті мазмұнды таңдап алу, бағдарламаға және берілген педагогикалық міндеттерге сәйкес оңтайлы әдістер мен оқу құралдарын қолдану.

Педагогикалық тәжірибеде бүгінгі таңда оқу іс-әрекетінің әртүрлі түрлерінде қолданылатын бірнеше перспективті білім беру технологиялары бар. Олардың бірі интернет ресурстар. Т.С. Бородина бірқатар ғылыми еңбектерінде жоғары білім беруді цифрландыру жағдайында студенттердің оқу және ғылыми-зерттеу іс-әрекетін интеграциялау оның келесі аспектілердегі ерекшеліктерін ашады.

1. Зерттеу, бақылау, эксперимент және зерттеу процесінде стандартты емес шығармашылық жұмыстарды орындау үшін цифрлық технологияларды пайдалану зерттеушілік және шығармашылық қабілеттерді тиімдірек дамытуға, сонымен қатар студенттердің цифрлық дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді, яғни болашақ кәсіптік қызметте цифрлық технологияларды тиімді және қауіпсіз пайдалану дағдылары.

2. Білім беруді цифрландыру жағдайында жаңа зерттеулердің кең ауқымы пайда болады, мысалы, оқыту технологиясының адекватты жаңа шарттарын іздеу; онлайн технологияларды пайдалану тиімділігін жан-жақты зерттеу және цифрлық білім беру платформалары; білім берудің «қақпаратқа толығуы» мәселелерін зерттеу ресурстар және т.б.

3. Білім беру ұйымдарын стратегиялық альянстарға біріктіру үшін цифрлық және білім беру ортасын пайдалана отырып, ол ғылыми-зерттеу қызметі үшін платформалар құруға, өз студенттерін тартуға, оқытудың әдістерін, құралдарын және технологияларын әзірлеуге, сол арқылы студенттердің инновациялық әлеуетін арттыруға мүмкіндік береді.

4. Пәндерді оқу шеңберінде ғылыми зерттеулер жүргізу студенттердің сауаттылығы мен белсенділігін, пәнге деген қызығушылығын, оқытушымен үздіксіз байланысын қамтамасыз етеді. Бір жағынан, цифрлық білім беру ортасы әртүрлілік арқылы студент пен оқытушы/жетекші арасындағы өзара әрекеттесу мүмкіндіктерін кеңейтуге және оны жүзеге асыруды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Екінші жағынан, біз студенттер мен оқытушылар үшін цифрлық сауаттылықтың болмауы және мамандандырылған цифрлық бағдарламалар мен технологиялармен жұмыс істеуге дайындығы сияқты мәселелерді қарастыратын боламыз.

6. Цифрлық технологиялар, тіпті әлеуметтік желілер мен мобильді технологиялар сияқты ең озық түрлерінде де ғылыми-зерттеу және эксперименттік базаны кеңейтуге және жаңа форматтарда диагностика жүргізу [6].

Т.С. Бородинамен келісе отырып, цифрлық технологиялар білім берудің табиғаты мен саласына өзгерістер әкелгендігін мойындаймыз, сондай-ақ смарт құрылғылар, заттар интернеті (IoT), жасанды интеллект (AI), толықтырылған шындық (AR) және виртуалды шындық (VR), блокчейн және бағдарламалық қосымшалар сияқты кең таралған және технологиялық инновациялар оқыту мен зерттеу іс-әрекетін жақсарту үшін жаңа мүмкіндіктермен толықтыруда. Осылайша, соңғы жылдары бүкіл әлем бойынша білім беру жүйелері ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) интеграциялауға инвестицияны көбейтті [7, 8, 9] және стратегияларды бейімдеу немесе АКТ интеграциялық саясаты білім беру бағдарламаларына басымдық берді (Еуропа комиссиясы, 2019). АКТ-ны пайдалана отырып оқыту мен оқудың сапасына қатысты, әсіресе заманауи технологиялық үрдістерге сәйкес білім беру жүйелерін түсінуге, бейімдеуге және жобалауға қатысты алаңдаушылық туғызды [10]. Зерттеулер көрсеткендей, білім беру салаларындағы технологияларды интеграциялауға салынған инвестицияларға қарамастан, нәтижелер перспективалы емес және жоспарланған нәтижелерге әлі қол жеткізілмеген. Бұл қиындықтар білім берудің барлық деңгейлерінде оқытуды онлайн режиміне көшуге мәжбүр еткен COVID-19 пандемиясы кезінде күшейе түсті [11]. Онлайн оқыту цифрлық технологияларды пайдалануды жеделдетіп, білім беру мекемелеріндегі цифрландырудың үдерісіне, сипатына, көлеміне және тиімділігіне қатысты сұрақтарды көтерді [12]. Атап айтқанда, көптеген білім беру мекемелері тәжірибенің жетіспеушілігін және төмен цифрлық мүмкіндіктерді көрсетті, бұл олқылықтардың, теңсіздіктердің және оқудағы нәтижесіздіктің кеңеюіне әкелді. Бұл нәтижелер білім беру мекемелеріндегі цифрлық мүмкіндіктерін жақсарту (Еуропа комиссиясы, 2020) және цифрландыруды арттыру үшін осы тәжірибелерді үйрену және пайдалану қажеттілігін тудырды. Цифрландыру білім беру мекемелерін түбегейлі жақсарту мүмкіндіктерін ұсынады және білім беру мекемелері дамуының көптеген аспектілеріне әсер етеді [13]. Дегенмен, бұл технология мен инфрақұрылымның техникалық аспектілерінен тыс ауқымды трансформациялық өзгерістерді талап ететін күрделі процесс. Атап айтқанда, цифрландыру цифрлық технологияларды интеграциялау арқылы мәдени, ұйымдастырушылық және операциялық өзгерістерді әкелетін «мәдениеттегі, жұмыс күшіндегі және технологиядағы және операциялық үлгілердегі терең және үйлестірілген өзгерістер сериясын» білдіреді [14]. Табысты цифрлық трансформация білім беру мекемелерінен қажетті «мәдениетті, саясатты, инфрақұрылымды және технологияны оқыту мен оқу тәжірибесіне тиімді интеграциялауды қолдау үшін студенттер мен қызметкерлердің цифрлық құзыреттілігін» жасау арқылы олардың цифрлық мүмкіндіктерін жақсартуды талап етеді [15].

Цифрлық технологияларды кіріктіру білім беру мекемелерінің экожүйесінің әр түрлі субъектілеріне әсер ететін күрделі және үздіксіз процесс екенін ескере отырып, әсер етудің әртүрлі элементтері қалай өзара байланысты екенін көрсету және тиімді әрекет етуге ынталандыратын факторларды анықтау қажеттілігі туындайды.



Оқытудағы ғылыми-зерттеушілік тәсіл студенттердің ғылыми-зерттеу дағдыларын дамытуға, шығармашылық қабілеттерін қалыптастыруға және дамытуға бағытталған. Зерттеушілік оқыту – адамның қоршаған әлемді өз бетінше зерделеуге деген табиғи ұмтылысының негізінде құрылған оқытудың ерекше тәсілі. Ізденушілік оқытуда оқу процесі білім алушының жаңа танымдық нұсқауларды өз бетінше ізденуі негізінде жүзеге асырылады. Бұл оқытудың жаңа ақпаратты игеріп қана қоймай, сонымен қатар студенттердің шығармашылық әрекетін ұйымдастыруды көздейтінін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Психологиялық тұрғыдан алғанда, студенттің оқу-танымдық әрекеті белгілі бір жағдайларда ғалымның зерттеушілік әрекетіне жақындайды. Айырмашылығы – оқу процесінде студент субъективті жаңа (өзі үшін) білім алады, ал ғалым сәйкес ғылым саласы бойынша (қоғам үшін) зерттеулер жүргізу арқылы жаңа білім алады.

Оқу және ғылыми-зерттеу іс-әрекетін оқытушы мен студенттердің белгісізді іздеу бойынша бірлескен шығармашылық жұмысы деп анықтауға болады, өйткені оқу-зерттеу қызметінің нәтижесі білім, білік, дағды жүйесін қалыптастыру, сонымен қатар әрбір студенттің жеке тұлғасын дамыту болып табылады.

### Нәтижелер мен талқылаулар

Жоғарыда көрсетілген мәселелерді шешу үшін біз келесі зерттеу сұрақтарын тұжырымдадық:

а) Цифрлық технологиялардың білімге әсері қандай?

б) Жоғарғы оқу орнының цифрлық әлеуеті мен трансформациясына қандай факторлар әсер етуі мүмкін?

Бұл зерттеуде біз цифрлық технологиялардың білім мен зерттеушілік іс-әрекетке әсері және цифрлық мүмкіндіктер мен жоғары оқу орны трансформациясына әсер ететін факторлар туралы әдебиеттерге жүйелі шолу жасадық. Әдебиеттерді шолу нәтижелері цифрлық технологиялардың білім мен зерттеу іс-әрекетіне әсері және жоғары оқу орнының цифрлық әлеуетіне әсер ететін факторлар және цифрлық трансформация туралы ұсынылған дәлелдер негізінде тақырыптық түрде ұйымдастырылды (Сурет 1).

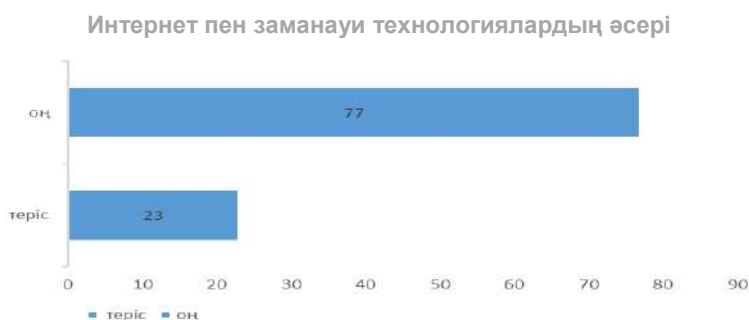


*Сурет 1. Студенттердің оқу-зерттеу іс-әрекетінде Интернет ресурстарды пайдалану деңгейі*

Бұл деректер студенттердің интернет пен заманауи цифрлық технологиялардың олардың оқу үдерісіне әсері туралы пікірлерін білдіретін сауалнамасының нәтижелері болып табылады.

Әрбір мәлімдемені жеке талдап көрейік: «Интернет студенттерге басқаша қол жетімді болмайтын ресурстарды табуға және пайдалануға мүмкіндік береді»: Студенттердің көпшілігі

(99%) Интернет оларға бұрын қол жетімді болмаған ресурстарға қол жеткізуге мүмкіндік беретінімен келіседі немесе толығымен келіседі. «Іздеу жүйелері студенттерді ақпаратты тез және оңай таба алады деп күтуге әкелді»: Студенттердің көпшілігі (99%) іздеу жүйелері ақпаратты іздеу процесін тезірек және ыңғайлы етті деп санайды. «Бүгінгі таңда Интернетте қол жетімді ақпараттың көлемі студенттердің көпшілігін таң қалдырады»: Студенттердің көпшілігі (83%) интернеттегі ақпараттың көлемі басым деп есептейтінін көруге болады. «Қазіргі заманғы цифрлық технологиялар студенттерге өз зерттеулері үшін кең ауқымды дереккөздерді табуы және пайдалануды қиындатады»: Мұнда студенттердің басым бөлігі (71%) заманауи технологиялар зерттеу үшін әртүрлі көздерді табуға кедергі келтіреді деп есептейді. «Интернет студенттерді ересектерге тәуелді емес тәуелсіз зерттеушілерге айналдырады»: Мұнда студенттердің көпшілігі (65%) Интернет оларды тәуелсіз зерттеуші етеді деп есептейді. «Қазіргі заманғы цифрлық технологиялар студенттерге сенімді дереккөздерді табуы және пайдалануды үйренуді қиындатады»: Мұнда студенттердің көпшілігі (80%) цифрлық технологиялар сенімді дереккөздерді табуы қиындатады деп есептейді. Осы талдаудан қорытынды жасауға болады, студенттер көбінесе Интернет пен заманауи технологиялардың білім берудегі оң жақтарын көреді, бірақ олар ақпараттың көптігі мен дереккөздердің сенімділігімен байланысты қиындықтарды да атап өтеді (Сурет 2).



Сурет 2. Интернет пен заманауи технологиялардың студенттердің оқу-зерттеу іс-әрекетіне әсері

Ұсынылған деректерге сүйене отырып, Интернеттің студенттердің зерттеу әдеттеріне әсерін олар негізінен оң деп бағалайды деп қорытынды жасауға болады. Студенттердің 77% Интернет олардың зерттеу дағдыларына оң әсер етті деп санайды, ал тек 23% әсер негізінен теріс болды деп есептейді. Енді студенттердің зерттеу жұмыстарына Интернет ресурстарын тиімді пайдалануын бағалау үшін сауалнама жүргізілді (Сурет 3).



Сурет 3. Студенттердің зерттеу жұмыстарына Интернет ресурстарын тиімді пайдалануын бағалау деңгейі

Сауалнама нәтижесі бойынша: Тиісті және тиімді іздеу терминдері мен сұрауларын пайдалану мүмкіндігі: Студенттердің көпшілігі (62%) осы дағды бойынша жақсы немесе жоғары бағаланады, ал көпшілігі (36%) жақсы деңгейде. Интернеттегі іздеу нәтижелері қалай жасалатынын түсіну бойынша студенттердің көпшілігі (53%) жақсы немесе жоғары деген бағаға ие, бірақ «нашар» және «қанағаттанарлық» деңгейі алдыңғы жағдайға қарағанда жоғары. Аргументтерді тиімді қолдау үшін бірнеше көздерді пайдалану мүмкіндігі бойынша студенттердің жартысынан көбі (65%) қанағаттанарлық деңгейде немесе одан төмен балл жинайды. Интернеттен тапқан ақпараттың сапасы мен дұрыстығын бағалау мүмкіндігі бойынша студенттердің көпшілігі (63%) «қанағаттанарлық» немесе одан төмен бағаға ие. Табылуы қиын ақпаратты іздеудегі шыдамдылық пен табандылық деңгейі бойынша студенттердің көпшілігі (78%) күрделі ақпаратты іздеу кезінде шыдамдылық пен шешімділікте қиындықтарды көрсететін төмен бағаға ие. Сонымен, студенттердің әртүрлі дағдылар бойынша алған ұпайларының деңгейі әртүрлі, бірақ ақпараттың сапасын бағалау дағдыларын және табу қиын ақпаратты іздеуде шыдамдылықты арттыру қажет деп айтуға болады.

Интернет «зерттеу» сөзінің мағынасын өзгертті. Бүгінгі цифрлық ортаның студенттердің зерттеу дағдыларына әсер етіп отырғанын сезінген ең үлкен әсер «зерттеу» табиғатын қаншалықты өзгерткені және «зерттеу жүргізу» дегенді білдіреді. Бірқатар мұғалімдер де, студенттер де бүгінгі студенттер үшін «зерттеу», «Google оны іздеу» дегенді білдіреді деп ойлайды. Нәтижесінде кейбір мұғалімдер өз оқушылары үшін «зерттеу жұмыстары» салыстырмалы түрде баяу интеллектуалдық қызығушылық пен жаңалық ашу үдерісінен жылдам, қысқа мерзімді, мақсатқа бағытталған жаттығуға айналды деп хабарлайды.

Бұл түсініктер мұғалімдердің сауалнамаға берген жауаптарынан анық көрінеді: сауалнамаға қатысқан мұғалімдердің 94%-ы өз оқушылары Google немесе басқа онлайн іздеу жүйелерін әдеттегі зерттеу тапсырмасын орындауда «өте ықтимал» деп есептейді, бұл оны біз сұраған барлық басқа көздерден әлдеқайда жоғары қояды. Ең жиі қолданылатын екінші және үшінші дереккөздер Wikipedia сияқты онлайн энциклопедиялар және YouTube сияқты әлеуметтік желі сайттары болып табылады. Сауалнамадағы оқытушылардың дереккөздері төмендеу ретімен студенттердің әдеттегі зерттеу тапсырмасында қолдануы «өте ықтимал» екенін айтты. Нәтижесінде сауалнамаға қатысқан оқытушылардың айтарлықтай бөлігі студенттермен іздеу жүйелерінің қалай жұмыс істейтінін, желіде тапқан ақпараттың сенімділігін қалай бағалауға болатынын және олардың іздеу дағдыларын қалай жақсартуға болатынын талқылауға сабақта уақыт өткізетіні туралы есеп берді. Олар сондай-ақ студенттерді ең жақсы онлайн ресурстарға бағыттайтын және іздеу жүйелерінен басқа көздерді пайдалануды ынталандыратын тапсырмаларды жасауға уақыт бөлу қажеттігін атап өтеді.

Студенттердің цифрлық ресурстар және интернет ресурстарын пайдалану арқылы шығармашылық әлеуетін дамытуға бағытталған оқу және ғылыми-зерттеу іс-әрекетін біріктіру мәселесінің өзектілігі мынаған байланысты: студенттерді қазіргі және болашақтағы оқу-ғылыми қызметтерінде мәселелерді шешуге дайындау; жаңа ұрпақтың білім беру стандартының талаптарын жүзеге асыру, оқу-тәрбие процесінде тек білім мен дағдының қалыптасуын ғана емес, сонымен қатар цифрлық қоғамда зерттеуші тұлғаның сапалы дамуын қамтамасыз ету. Осыған байланысты оқу мен зерттеу іс-әрекетін интеграциялап ұйымдастыру негіздері бойынша оқу жоспарын құру міндеті туындайды.

### **Қорытынды**

Интернет-ресурстар мен цифрлық технологиялардың студенттердің оқу және ғылыми-зерттеу қызметіне әсері туралы әдебиеттерге жүйелі шолу жасауды және сауалнама нәтижелерін қорытындылай келе, келесі негізгі қорытындыларды жасауға болады:

Зерттеу цифрлық технологиялар мен интернет-ресурстардың студенттердің оқу үдерісінде маңызды рөл атқаратынын растайды. Олар студенттерге көптеген ақпаратқа қол жеткізуге

және зерттеу дағдыларын дамытуға бірегей мүмкіндіктер береді. Алайда, артықшылықтарына қарамастан, студенттер цифрлық ортада ақпарат сапасын бағалауға байланысты қиындықтарға тап болады. Көбісі сыни ойлауға және ақпаратты бағалау қабілетіне әсер ететін іздеу жүйелеріне қатты сенеді. Студенттердің цифрлық дағдыларын дамытуда оқытушылар басты рөл атқарады. Олар студенттерге тек іздеу жүйелерін пайдалануды ғана емес, сонымен қатар ақпарат көздерінің әртүрлілігін және оның сенімділігін бағалау әдістерін үйретуі керек. Студенттер білім беру және зерттеу қызметінде әртүрлі ресурстарды, соның ішінде мәліметтер қорын, беделді жаңалықтар көздерін, баспа кітаптарын және басқа да анықтамалық материалдарды пайдалануға бағытталуы керек. Сонымен қатар, цифрлық ортада ақпаратты іздеу кезінде шыдамдылық пен уақытты басқару дағдыларының болуы маңызды.

Жалпы, зерттеу студенттер арасында ақпараттық дағдыларды дамытудың маңыздылығын және бұл үдерісте білім беру мекемелері мен оқытушылардың белсенді рөлін көрсетеді. Білім беруде цифрлық ресурстарды тиімді пайдалану ақпараттың қолжетімділігі мен оның сапасын бағалау мүмкіндігі арасындағы тепе-теңдікті қажет етеді.

### АЛҒЫС

Мақала “Цифрлық білім беру ортасында студенттердің оқу және зерттеу іс-әрекетін интеграциялауды теориялық-әдістемелік негіздеу” және “ «Мектеп – ЖОО» жүйесінде оқу үдерісін дамытудың әдістемелік негіздері” ғылыми жобасы негізінде жазылған. Ғылыми зерттеулер жүргізу мүмкіндігі үшін Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінің басшылығына алғысымызды білдіреміз.

### Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/porucheniya-prezidenta-i-mery-pravitelstva-chto-izmenitsya-v-zhizni-kazahstancev-v-2023-godu-3111425>
- 2 Омельченко С. В. Понятие интеграции в педагогическом процессе / С. В. Омельченко // Человек. Спорт. Медицина. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2006. – № 16 (71). – С. 14–17.
- 3 Технологии интерактивного обучения в высшей школе : учеб.-метод. пособие / С. Б. Ступина. – Саратов : Наука, 2009. – 52 с.
- 4 Алексеенко А. Е., Алексеенко А. В. Интеграция учебной и научно-исследовательской деятельности обучающихся в рамках проектной деятельности.
- 5 Бородин Т. С. Принципы интеграции учебной и научно-исследовательской деятельности студентов / Т. С. Бородин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14571>.
- 6 Бородин Т.С. Интеграция учебной и научно-исследовательской деятельности студентов в условиях цифровизации высшего образования. <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-uchebnoy-i-nauchno-issledovatel'skoy-deyatelnosti-studentov-v-usloviyah-tsifrovizatsii-vysshego-obrazovaniya/viewer>.
- 7 Gaol FL, Prasolova-Førland E. Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education. *Education and Information Technologies*. 2022;27(1):611–623. doi: 10.1007/s10639-021-10746-2.
- 8 OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots. Retrieved from: <https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-digital-education-outlook-2021>
- 9 Fernández-Gutiérrez M, Gimenez G, Calero J. Is the use of ICT in education leading to higher student outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. *Computers & Education*. 2020;157:103969. doi: 10.1016/j.compedu.2020.103969.
- 10 Bates, A. W. (2015). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning*. Open Educational Resources Collection. 6. Retrieved 30 June 2022 from: <https://irl.umsl.edu/oer/6>.
- 11 Ospankulov, E., Abdigapbarova, U., Rakhimzhanova, L., Issabayeva D., Nazarbekova, K., Issabayeva, Z. Using the digital platform in personalized student learning. *ACM International Conference Proceeding Series*, 2022, страницы 23–28.

12 Cachia, R., Chaudron, S., Di Gioia, R., Velicu, A., & Vuorikari, R. (2021). *Emergency remote schooling during COVID-19, a closer look at European families*. Retrieved 30 June 2022 from <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC125787>.

13 Delcker J, Ifenthaler D. *Teachers' perspective on school development at German vocational schools during the Covid-19 pandemic*. *Technology, Pedagogy and Education*. 2021;30(1):125–139. doi: 10.1080/1475939X.2020.1857826.

14 Brooks, D.C., & McCormack, M. (2020). *Driving Digital Transformation in Higher Education*. Retrieved 30 June 2022 from: <https://library.educase.edu/-/media/files/library/2020/6/dx2020.pdf?la=en&hash=28FB8C377B59AFB1855C225BBA8E3CFBB0A271DA>.

15 Costa P, Castaño-Muñoz J, Kamylyis P. *Capturing schools' digital capacity: Psychometric analyses of the SELFIE self-reflection tool*. *Computers & Education*. 2021; 162:104080. doi: 10.1016/j.compedu.2020.104080.

#### References:

1 <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/porucheniya-prezidenta-i-mery-pravitelstva-cto-izmenitsya-v-zhizni-kazahstancv-v-2023-godu-3111425>

2 Omelchenko S.V. *The concept of integration in the pedagogical process / S.V. Omelchenko // Man. Sport. Medicine. Series: Education, healthcare, physical education. – 2006. – No. 16 (71). – pp. 14–17.*

3 *Technologies of interactive learning in higher education: educational method. allowance / S. B. Stupina. – Saratov: Nauka, 2009. – 52 p.*

4 A. E. Alekseenko, A. V. Alekseenko. *Integration of educational and research activities of students within the framework of project activities.*

5 Borodina T. S. *Principles of integration of educational and research activities of students / T. S. Borodina // Modern problems of science and education. – 2014. – No. 5. – Access mode: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14571>.*

6 Borodina T.S. *Integration of educational and research activities of students in the context of digitalization of higher education. <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-uchebnoy-i-nauchno-issledovatel'skoy-deyatelnosti-studentov-v-usloviyah-tsifrovizatsii-vysshego-obrazovaniya/viewer>.*

7 Gaol FL, Prasolova-Førland E. *Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education. Education and Information Technologies. 2022;27(1):611–623. doi: 10.1007/s10639-021-10746-2.*

8 *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*. Retrieved from: <https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-digital-education-outlook-2021>

9 Fernández-Gutiérrez M, Gimenez G, Calero J. *Is the use of ICT in education leading to higher student outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. Computers & Education. 2020; 157:103969. doi: 10.1016/j.compedu.2020.103969.*

10 Bates, A. W. (2015). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning. Open Educational Resources Collection. 6*. Retrieved 30 June 2022 from: <https://irl.umsl.edu/oer/6>.

11 Ospankulov, E., Abdigapbarova, U., Rakhimzhanova, L., Issabayeva D., Nazarbekova, K., Issabayeva, Z. *Using the digital platform in personalized student learning. ACM International Conference Proceeding Series, 2022, страницы 23–28.*

12 Cachia, R., Chaudron, S., Di Gioia, R., Velicu, A., & Vuorikari, R. (2021). *Emergency remote schooling during COVID-19, a closer look at European families*. Retrieved 30 June 2022 from <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC125787>.

13 Delcker J, Ifenthaler D. *Teachers' perspective on school development at German vocational schools during the Covid-19 pandemic. Technology, Pedagogy and Education. 2021;30(1):125–139. doi: 10.1080/1475939X.2020.1857826.*

14 Brooks, D. C., & McCormack, M. (2020). *Driving Digital Transformation in Higher Education*. Retrieved 30 June 2022 from: <https://library.educase.edu/-/media/files/library/2020/6/dx2020.pdf?la=en&hash=28FB8C377B59AFB1855C225BBA8E3CFBB0A271DA>

15 Costa P, Castaño-Muñoz J, Kamylyis P. *Capturing schools' digital capacity: Psychometric analyses of the SELFIE self-reflection tool. Computers & Education. 2021; 162:104080. doi: 10.1016/j.compedu.2020.104080.*

Е.А. Киселева<sup>1\*</sup>, Г.А. Абдулкаримова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан  
\*e-mail: [kisseleva@gmail.com](mailto:kisseleva@gmail.com)

## ГЕНЕРАЦИЯ УПРАЖНЕНИЙ ПО ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ С ПОМОЩЬЮ CHATGPT

### Аннотация

Статья посвящена изучению возможности разработки эффективных упражнений по объектно-ориентированному программированию с использованием ChatGPT, которые обеспечивали бы глубокое понимание и применение концепций объектно-ориентированного программирования, а также определения технологических этапов процесса их генерации. Используя OpenAI Copilot в качестве большой языковой модели, мы создаем упражнения по программированию (включая примеры решений и тестовые примеры), оценивая их качественно и количественно. Результаты исследования показывают, что большая часть автоматически генерируемого контента является одновременно новым и корректно сформулированным, а в некоторых случаях полностью готовым к использованию. Для генерации упражнений были разработаны прайминги в качестве входных данных для Copilot. Они представляют собой шаблоны, описывающие концепции объектно-ориентированного программирования, структуры данных и ключевые слова для формулировки условий задач. Наш анализ показывает, что массовые модели генеративного машинного обучения представляют значительную ценность в качестве инструмента для преподавателей, хотя по-прежнему существует необходимость в некотором контроле для обеспечения качества сгенерированного контента до того, как он будет предоставлен учащимся.

**Ключевые слова:** ChatGPT, объектно-ориентированное программирование, генеративный искусственный интеллект, компетенции.

Е.А. Киселева<sup>1</sup>, Г.А. Абдулкаримова<sup>1</sup>

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

## CHATGPT КӨМЕГІМЕН ОБЪЕКТІЛІ-БАҒЫТТАЛҒАН ПРОГРАММАЛАУ БОЙЫНША ЖАТТЫҒУЛАР ГЕНЕРАЦИЯСЫ

### Аңдатпа

Мақалада ChatGPT көмегімен объектілі-бағытталған программалау концепцияларын терең түсінуді және қолдануды, сондай-ақ оларды генерациялау процесіндегі технологиялық қадамдарды анықтауды қамтамасыз ететін тиімді объектілі-бағытталған программалау жаттығуларын әзірлеу мүмкіндігі қарастырылады. OpenAI Copilot-ті үлкен тіл үлгісі ретінде пайдалана отырып, біз оларды сапалы және сандық тұрғыдан бағалай отырып, программалау жаттығуларын (үлгі шешімдер мен сынақ жағдайларын қоса) жасаймыз. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, автоматты түрде генерация жасалған мазмұнның көпшілігі жаңа және жақсы тұжырымдалған, ал кейбір жағдайларда пайдалануға толығымен дайын. Жаттығуларды генерациялау үшін Copilot бағдарламасына кіріс ретінде праймингтер әзірленді. Олар объектілі-бағытталған программалау тұжырымдамаларын, деректер құрылымдарын және проблемалық мәлімдемелерді құрастыруға арналған түйінді сөздерді сипаттайтын шаблондар. Біздің талдауымыз көрсеткендей, негізгі генеративті машиналық оқыту үлгілері оқытушыларға арналған құрал ретінде маңызды құндылықты ұсынады, дегенмен жасалған мазмұнның студенттерге жеткізілуіне дейін оның сапасын қамтамасыз ету үшін әлі де біршама қадағалау қажет.

**Түйін сөздер:** ChatGPT, объектілі-бағытталған программалау, генеративті жасанды интеллект, құзыреттер.

*E.A. Kiseleva<sup>1</sup>, G.A. Abdulkarimova<sup>1</sup>*

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

## **GENERATING OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING EXERCISES USING CHATGPT**

### *Abstract*

This article is devoted to the study of the possibility of developing effective exercises in object-oriented programming using ChatGPT, which would provide a deep understanding and application of OOP concepts, as well as determining the technological stages of the process of their generation. Using OpenAI Copilot as a large language model, we create programming exercises (including sample solutions and test cases), evaluating them qualitatively and quantitatively. Our results show that most of the automatically generated content is both new and correctly formulated, and in some cases completely ready for use. To generate exercises, primings were developed as input data for Copilot. They are templates describing the concepts of object-oriented programming, data structures and keywords for the formulation of task conditions. Our analysis shows that mass models of generative machine learning are of considerable value as a tool for teachers, although there is still a need for some control to ensure the quality of generated content before it is provided to students.

**Keywords:** ChatGPT, object-oriented programming, generative artificial intelligence, competencies.

### **Введение**

Объектно-ориентированное программирование (ООП) является ключевым компонентом в современном программировании, и его понимание критически важно для разработчиков. Однако обучение ООП может быть сложным из-за его абстрактной природы и сложности концепций, таких как наследование, полиморфизм и инкапсуляция. Одной из основных проблем обучения программированию является создание актуальных, стимулирующих и увлекательных заданий, которые студенты должны выполнить. Традиционно задачи по программированию создаются преподавателем вручную, что требует глубоких знаний и солидного опыта в этой области. При создании таких заданий необходимо учитывать множество факторов, таких как начальный уровень навыков студентов, уровень навыков учащихся по мере прохождения курса и соответствие разработанных упражнений модели компетенций в ООП, чрезвычайно важных для успешного обучения на последующих курсах. Эта задача очень сложная, и требует существенных затрат времени.

В традиционной академической среде значительные усилия, необходимые для разработки высококачественных заданий по объектно-ориентированному программированию, часто приводят к тому, что преподаватели курса используют один набор типовых заданий для всех студентов, стремясь с их помощью оценить степень усвоения материала и сформированности необходимых компетенций. Но такой подход позволяет некоторым студентам выполнять задания без должного понимания концепций ООП. Они заучивают решения, не вникая в то как оно получено или даже копируют работы своих сокурсников [1]. Несмотря на то, что распространенность обмана сильно варьируется в зависимости от большого количества факторов, случаи обмана, как сообщается, тревожно высоки, достигая 83% в определенных случаях [2]. Студенты, прибегающие к копированию чужих работ вместо того, чтобы получить ценную практику, будут в дальнейшем испытывать серьезные затруднения в процессе своего обучения. Это является одной из самых главных причин неудач при изучении языков программирования [3].

С появлением искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, образовательная сфера стала свидетелем революции в методах преподавания и обучения. Одним из таких прорывов является ChatGPT [4], модель генерации текста, разработанная OpenAI, которая использует технологию трансформеров для создания связного и информативного текста на основе предоставленного ввода. Очевидный успех таких больших языковых моделей в генерации текста привел к росту интереса к их использованию для широкого круга приложений, включая генерацию задач для программирования. Использование ChatGPT для создания практических заданий и упражнений представляет собой привлекательную перспективу, поскольку он может обеспечить высокий уровень вариативности и креативности

в задачах, одновременно демонстрируя эффективность времени и масштабируемость. Исходя из этого, генерация задач по программированию, содержащих схожие понятия, но с индивидуальными вариациями, может принести педагогические преимущества и одновременно снизить риск академической нечестности. При предоставлении всем ученикам уникальных заданий возможность дословного копирования становится невозможной и поощряется реальное обучение.

Однако, несмотря на эти преимущества, использование ChatGPT также вызывает определенные проблемы, поскольку студенты тоже могут использовать ChatGPT для получения готовых ответов на задания. Это вызывает необходимость формулировать задачи и упражнения таким образом, чтобы можно было преодолеть возможности ChatGPT.

Таким образом, цель данного исследования состоит в определении технологических этапов процесса разработки эффективных упражнений по ООП с использованием ChatGPT, которые обеспечивали бы глубокое понимание и применение концепций ООП, минимизируя при этом возможность недобросовестного использования искусственного интеллекта.

### **Материалы и методы**

В рамках исследования была проведена оценка сгенерированных упражнений по программированию смешанными методами: качественного и количественного анализа. Для качественного анализа была сформирована случайная выборка из 80 упражнений, которую проверили на логичность формулировок, новизну и готовность к использованию в учебном процессе. При оценивании описания предметной области задачи анализировалась доступность для понимания учащимися, насколько постановка задачи отражает практическую задачу с методами решения которой учащиеся знакомы. Для выявления новизны, проводился поиск в Google и в GitHub с целью выявления существующих аналогичных упражнений или дословных формулировок упражнений. Также рассматривалась адекватность сгенерированных упражнений для применения различных концепций, заданных в прайминге. Оценка готовности к использованию включала анализ объема ручной работы, которую требуется выполнить преподавателю для реализации упражнений, а также создания образцов решений и тестов, связанных с ними. Для качественного анализа сгенерированные упражнения были проверены в среде программирования на соответствие требованиям. Результаты качественного и количественного анализа были использованы для формирования выводов исследования, обеспечивая надежность и объективность наших исследовательских данных.

### **Результаты и обсуждение**

**Литературный обзор.** Анализ литературных источников показывает, что ChatGPT может быть эффективным инструментом для преподавания, в том числе и ООП. В частности, он может быть использован для объяснения концепций ООП. ChatGPT может генерировать текст, который объясняет сложные концепции ООП простым и понятным языком. Также его можно применять для предоставления обратной связи студентам по их работе, что может помочь им улучшить свои навыки программирования. ChatGPT может быть использован для проведения практических занятий по ООП, таких как разработка небольших типовых программ.

Исследования показывают, что ChatGPT может быть эффективным инструментом для генерации учебных заданий по ООП. В частности, он может быть использован для генерации заданий, которые соответствуют уровню подготовки студентов, основываясь на их предыдущих работах. Это может помочь обеспечить посильность предлагаемых упражнений. Они должны быть достаточно сложными, чтобы стимулировать обучение, но не настолько сложными, чтобы они стали невыполнимыми. В исследовании Al-Jabri и Al-Khalifa [5] было обнаружено, что использование ChatGPT для генерации учебных заданий по ООП привело к повышению успеваемости студентов. В исследовании сделан вывод, что студенты, которые использовали задания, сгенерированные ChatGPT, получали более высокие оценки, чем



студенты, которые использовали задания, разработанные преподавателями. Также ChatGPT может генерировать задания, которые охватывают широкий спектр компетенций в сфере ООП. Это может помочь студентам изучить все основные концепции ООП. Cetin и Turkmen [6] и Kumar и Kaushik [7] предоставили данные о том, что студенты, которые использовали задания, сгенерированные ChatGPT, сообщали о более высокой удовлетворенности обучением и вовлеченности в процесс обучения, чем студенты, которые использовали типовые задания.

В целом, исследования показывают, что использование ChatGPT для генерации учебных заданий по ООП может быть эффективным инструментом для повышения успеваемости, удовлетворенности обучением и вовлеченности студентов. Однако ChatGPT не является заменой преподавателя. Преподаватели должны продолжать играть активную роль в разработке и оценке учебных заданий, сгенерированных ChatGPT.

Важно отметить, что при разработке упражнений по программированию необходимо учитывать модель компетенций будущего специалиста. Для того, чтобы эффективно программировать на ООП, необходимо обладать определенными компетенциями, которые включают в себя как базовые понятия и концепции ООП, так и более сложные навыки, такие как проектирование и реализация сложных программных систем.

В области ООП существуют различные модели компетенций, которые помогают определить и измерить навыки и знания, необходимые для успешного выполнения задач программирования. Одной из таких моделей является “Структурная модель компетенций объектно-ориентированного программирования”, предложенная в проекте COMMOOP [8]. Эта модель была разработана на основе обзора существующей литературы по моделированию компетенций в других предметных областях, а также на основе анализа теоретических и эмпирических исследований по обучению и психологическим аспектам в области ООП.

В результате были выявлены четыре потенциальных измерения компетенций:

- *знание и навыки ООП*, это измерение включает в себя знания и навыки, связанные с базовыми понятиями и концепциями ООП, такими как классы, объекты, интерфейсы, наследование, полиморфизм, абстракция, инкапсуляция и композиция;
- *освоение представления*, это измерение включает в себя знания и навыки, связанные с представлением ООП, такими как язык, синтаксис, семантика;
- *когнитивные процессы*, это измерение включает в себя когнитивные процессы, связанные с решением проблем на основе ООП, такие как понимание проблемы, определение способа решения проблемы, перевод проблемы в программу на компьютерном языке, тестирование и отладка программы;
- *метакогнитивные процессы*, это измерение включает в себя метакогнитивные процессы, связанные с обучением ООП, такие как управление временем, планирование, саморегуляция и рефлексия.

Другой моделью компетенций ООП являются рекомендации CC2020 (Common Core Computing Curriculum) [9]. Эти рекомендации определяют следующие компетенции в области ООП:

- *Основы ООП*, понимание базовых понятий и концепций ООП, таких как классы, объекты, интерфейсы, наследование, полиморфизм, абстракция, инкапсуляция и композиция.
- *Проектирование ООП*, понимание принципов ООП, таких как принцип единого назначения, принцип открытости/закрытости, принцип инкапсуляции, принцип полиморфизма и принцип суперкласса.
- *Реализация ООП*, навыки разработки классов и объектов на основе базовых понятий и концепций ООП, а также навыков использования наследования и полиморфизма для разработки сложных программных систем.

На основе рекомендаций CC2020 компетенции в области ООП можно разделить на следующие уровни сложности:

*Основной уровень* – компетенции, связанные с базовыми понятиями и концепциями ООП.

*Продвинутый уровень* – компетенции, связанные с принципами объектно-ориентированного проектирования и реализацией классов и объектов.

*Мастерский уровень* – компетенции, связанные с использованием наследования и полиморфизма для разработки сложных программных систем и тестированием и сопровождением программных систем, разработанных на ООП.

Существует множество различных моделей компетенций ООП, которые могут быть использованы для определения и измерения степени усвоения материала курса. Для эффективной разработки программного обеспечения необходимо обладать компетенциями как на базовом, так и на продвинутом и мастерском уровнях. При правильном подходе к разработке тренировочных и оценочных заданий можно эффективно проверить компетенции студентов в области ООП и помочь им улучшить свои навыки программирования.

При этом недобросовестное использование ИИ студентами в процессе выполнения заданий ООП является актуальной проблемой, которая может привести к снижению качества образования. Оценке рисков при использовании ChatGPT посвящено множество публикаций [10-15]. Для минимизации недобросовестного использования ИИ студентами при выполнении заданий по ООП предлагается принимать следующие меры:

- Прозрачность оценивания, т.е. студенты должны знать, что ИИ может использоваться для проверки их работ. Это поможет им понять, что использование ИИ для недобросовестного выполнения заданий может быть обнаружено.

- Оценка навыков, которые студенты должны приобрести в ходе обучения, а не просто их способность генерировать код. Например, задание может оценивать способность студентов анализировать проблему, проектировать решение и реализовывать его.

- Индивидуализация, задание должно быть адаптировано к уровню подготовки конкретного студента. Это поможет предотвратить ситуацию, когда студент может использовать ИИ для выполнения задания, которое он не в состоянии выполнить самостоятельно.

Исследования показывают, что использование этих подходов может быть эффективным для минимизации недобросовестного использования ИИ студентами при выполнении заданий по ООП. Однако важно отметить, что эти подходы не являются универсальными и должны адаптироваться к конкретным условиям обучения.

**Использование ChatGPT.** Для генерации упражнений нами использовались чат-боты GPT-3,5 от OpenAI, Copilot от Microsoft и Bard от Google. Доступ к ним осуществлялся через веб-интерфейс. Пользователь предоставляет прайминг, т.е. подсказку, чат-боту в качестве входных данных, и чат-бот генерирует новый контент в качестве выходных данных на основе заданного прайминга. Например, при наличии описания желаемого поведения на естественном языке чат-бот может сгенерировать исходный код для программы, предоставляющей эту функциональность. Поскольку прайминг, предоставляемый чат-боту, подготавливает шаблон упражнения, которое должно быть сгенерировано, мы можем настроить чат-бот, задав ему в качестве образца существующее упражнение по объектно-ориентированному программированию. Кроме того, есть возможность описать словами новую предметную область для формулировки условия задачи. Это помогает чат-боту сгенерировать задание, похожее на шаблонное упражнение, но с заданным контекстом (рисунок 1).



Рисунок 1. Жизненный цикл упражнения по программированию

### Создание упражнений по объектно-ориентированному программированию.

**Выбор входных данных для ChatGPT.** Одной из основных задач нашего исследования является определение, разграничение и уточнение компетенций для объектно-ориентированного программирования. Связь между компетенциями, их компонентами и задачами (элементами) имеет существенное значение для валидации компетенций. Поэтому мы проанализировали структуру типовых заданий и примеры программных решений студентов, чтобы определить необходимые навыки с предметно-познавательной точки зрения. Анализ включал только навыки, необходимые для программирования конкретной типовой задачи. Во многих случаях существуют альтернативные решения (например, итерационное решение вместо рекурсивного или наоборот). Такие решения будут считаться ошибочными.

Курс «Объектно-ориентированное программирование» является обязательным в пятом семестре для программ бакалавриата 6В01507-«Информатика». В нем рассматриваются темы и формируются соответствующие компетенции, представленные в Таблице 1.

Таблица 1. Структура компетенций курса

Темы	Компетенции
Принципы ООП	Понимание концепции классов и их использования в объектно-ориентированном программировании. Способность объяснить, как классы обеспечивают модульность и повторное использование кода.
Классы, объекты, экземпляры классов в Python	Способность определить и создать классы и объекты. Понимание того, как экземпляры классов представляют конкретные объекты в коде.
Инкапсуляция. Методы и атрибуты классов	Понимание того, как атрибуты класса представляют состояние объекта. Способность определить и использовать атрибуты класса в коде. Способность использовать конструкторы для инициализации экземпляров классов. Понимание различия между атрибутами класса и атрибутами экземпляра.
Геттеры и сеттеры, property атрибуты	Понимание, как использовать геттеры и сеттеры для управления доступом к атрибутам класса. Способность правильно использовать атрибут property для создания геттеров и сеттеров в коде.
Наследование	Понимание принципа наследования: возможности одному классу наследовать атрибуты и методы другого класса. Способность применять наследование в коде, создавая иерархии классов и используя наследование для повторного использования кода
Переопределение методов	Понимание механизма переопределения методов, того, когда и как следует переопределять методы.

	Способность переопределять методы в производных классах, корректно использовать функции <i>super</i> для вызова методов базового класса
Полиморфизм	Понимание, что такое полиморфизм, какие виды полиморфизма существуют в Python. Умение использовать полиморфизм в соответствии с заданной задачей. Способность анализировать код, в котором используется полиморфизм.
Исключения	Понимание концепции исключений в Python. Способность объяснить, какие виды исключений бывают. Способность применять механизм исключений на практике.

Создание упражнений по программированию. С целью отработки технологии генерации упражнений по объектно-ориентированному программированию с использованием ChatGPT мы ограничились тремя типами упражнений, позволяющих сформировать основные компетенции в ООП.

### Задание 1 типа

--Формулировка условия задачи--

Описать класс со следующими характеристиками:

- конструктор с параметрами по умолчанию
- деструктор, который выводит сообщение об уничтожении объекта
- метод для вычисления на основе значений атрибутов
- метод для формирования строки, которая представляет информацию об объекте.

В основной программе

- должен быть создан список из нескольких экземпляров этого класса
- должна быть продемонстрирована работа всех методов класса
- динамически определить новый атрибут для экземпляра класса и продемонстрировать его

использование

- текст задания не должен содержать названий классов, атрибутов и методов (студент должен придумать их сам)
- условие задачи должно описывать реальную проблему (кейс)
- текст задачи должен быть связный в одном абзаце
- ключевое слово для кейса: "футбол| музыка| здоровье| хоккей| книги| кулинария| животные| растения| университет| хобби| космос"

[Повышение сложности задачи:

- описать еще один метод
- добавить статический атрибут класса
- продемонстрировать их в основной программе.]

--Пример решения на Python--

--Автоматические тесты--

### Задание 2 типа

--Формулировка условия задачи--

Описать класс со следующими характеристиками:

- публичные, приватные атрибуты и методы
- геттеры
- сеттеры
- декоратор `property`
- вычисляемые свойства
- содержит приватный атрибут, который хранит закрытую информацию, доступ к которой ограничен

- метод, который возвращает закрытую информацию, при выполнении определенного условия, иначе вызывает исключение

- продемонстрировать их в основной программе, выведите закрытую информацию

- текст задания не должен содержать названий классов, атрибутов и методов (студент должен придумать их сам)

- условие задачи должно описывать реальную проблему (кейс)

- текст задачи должен быть связный в одном абзаце

- ключевое слово для кейса: "поход| рыбалка| семья| футбол| музыка| здоровье| хоккей| книги| кулинария| животные| растения| университет| хобби| космос"

--Пример решения на Python--

--Автоматические тесты--

### Задание 3 типа

--Формулировка условия задачи--

Описать иерархии классов со следующими характеристиками:

- описать две иерархии классов, которые взаимодействуют друг с другом

- один из атрибутов должен быть: "словарем| множеством| кортежем| списком"

- описать расширение класса каким-то методом

- переопределить какой-нибудь метод при наследовании

- предусмотреть делегирование для некоторого метода используя функцию super()

В основной программе

- должны быть созданы списки из нескольких экземпляров разных классов каждой иерархии

- должна быть продемонстрирована работа всех методов класса

- написать внешнюю функцию, которой передаются в качестве параметров экземпляры классов из первой и второй иерархии

- добавить: взаимодействие между объектами| композицию| агрегацию| расширить иерархию классов| использовать полиморфизм| обработку исключений

- Текст задания не должен содержать названий классов, атрибутов и методов. Студент должен придумать их сам.

- Условие задачи должно описывать реальную проблему (кейс). Стилль описания должен быть художественный.

- ключевое слово для кейса: " университет| хобби| космос| музыка| здоровье| хоккей| книги| кулинария| поход| рыбалка| семья| футбол".

--Пример решения на Python--

--Автоматические тесты



Рисунок 2. Сгенерированная в Copilot формулировка условия задачи 3 типа

Разработанная структура прайминга для генерации упражнений по объектно-ориентированному программированию содержит описание задачи, пример ее решения на Python и автоматические тесты. Мы предусмотрели возможность варьировать в прайминге концепции, связанные со структурами данных (например, словари или множества), взаимодействие между объектами (композицию, агрегацию и др.) и тематическую область задачи (например, университет, хобби, космос). С помощью описанных праймингов в Copilot были сгенерированы наборы заданий трех типов. В общей сложности было разработано  $12 \times 10 \times 3 = 360$  различных комбинаций входных данных (контекстуальные понятия  $\times$  наборы понятий, связанных с программированием,  $\times$  прайминги упражнений). Пример сгенерированного упражнения по объектно-ориентированному программированию приведен на рисунках 2-5.

```
class Participant:
    def __init__(self, name, age):
        self.name = name
        self.age = age
        self.events = []

    def participate(self, event):
        self.events.append(event)
        event.participants[self.name] = 'Not confirmed'

class Adult(Participant):
    def confirm_participation(self, event):
        if event in self.events:
            event.participants[self.name] = 'Confirmed'

class Child(Participant):
    def ask_parent(self, event):
        if event in self.events:
            event.participants[self.name] = 'Waiting for parent confirmation'

class Event:
    def __init__(self, title, date):
        self.title = title
        self.date = date
        self.participants = {}

class MasterClass(Event):
    def format_event(self):
        return f"This is a master class on {self.title} happening on {self.date}"

class Competition(Event):
    def format_event(self):
        return f"This is a competition on {self.title} happening on {self.date}"

def register(participant, event):
    participant.participate(event)
```

Рисунок 3. Сгенерированное в Copilot описание классов

```
# Test the classes
p1 = Adult('John', 30)
p2 = Child('Timmy', 10)

e1 = MasterClass('Cooking', '2023-12-01')
e2 = Competition('Chess', '2023-12-05')

register(p1, e1)
register(p2, e2)

p1.confirm_participation(e1)
p2.ask_parent(e2)

print(p1.events[0].participants)
print(p2.events[0].participants)
```

Рисунок 4. Основная программа, сгенерированная Copilot для демонстрации функционала описанных классов

Оценка упражнений по программированию проводилась в виде исследования смешанными методами, где упражнения оценивались как качественно, так и количественно.

```
def test_classes():
    p1 = Adult('John', 30)
    p2 = Child('Timmy', 18)

    e1 = MasterClass('Cooking', '2023-12-01')
    e2 = Competition('Chess', '2023-12-05')

    register(p1, e1)
    register(p2, e2)

    p1.confirm_participation(e1)
    p2.ask_parent(e2)

    assert p1.events[0].participants == {'John': 'Confirmed'}
    assert p2.events[0].participants == {'Timmy': 'Waiting for parent confirmation'}

test_classes()
```

Рисунок 5 Сгенерированные в Copilot автоматические тесты

В качественном анализе мы сосредоточились на случайной выборке из 80 упражнений. Задачи проверялись на логичность формулировок, новизну и готовность к использованию созданных упражнений в учебном процессе. При оценке адекватности описания предметной области задачи анализировалось доступна ли она для понимания учащимися – описывает ли постановка задачи практическую задачу, с методами решения которой учащиеся знакомы. При оценке новизны осуществлялся поиск как в Google, так и в GitHub на предмет существования дословной формулировки упражнения или аналогичной сгенерированному. В качестве новизны также рассматривалась адекватность сгенерированных упражнений на применение различных концепций, заданных в прайминге. При оценке готовности к использованию учитывался объем ручной работы, которую преподаватель должен будет проделать для выполнения упражнений и связанных с ними образцов решения и тестов.

Качественный анализ был проведен несколькими исследователями индивидуально с использованием критериев, описанных в таблице 2, где каждый исследователь оценивал выборку упражнений с помощью утверждений «Да/Нет/Может быть» и добавлял примечания по мере необходимости. Все ответы на вопрос «Может быть» были затем совместно проанализированы, по крайней мере, двумя исследователями, работающими в тандеме, чтобы сформировать единое мнение о том, следует ли рассматривать их как «Да» или «Нет».

Таблица 2. Критерии качественного анализа упражнений

Аспект	Критерий	Оценка
Логичность формулировок	Адекватно ли постановка задачи описывает проблему?	Да / Нет / Может быть
Новизна	Постановка задачи по ООП не находится через онлайн-поиск (Google и GitHub).	Да / Нет / Может быть
Готовность: проблема и решение	Соответствует ли постановка задачи сгенерированному решению?	Да / Нет / Может быть
Адекватность взаимодействия между объектами	Соответствуют ли взаимодействия между объектами в постановке задачи запросу описанному в прайминге?	Да / Нет / Может быть
Адекватность структур данных	Включает ли постановка задачи требуемые в прайминге структуры данных?	Да / Нет / Может быть
Адекватность предметной области	Соответствует ли тема постановки задачи заданному в прайминге ключевому слову?	Да / Нет / Может быть
Примечания		

Для количественного анализа все сгенерированные упражнения были проверены в среде программирования (таблица 3) на выполнение следующих требований:

- 1) Можно ли запустить сгенерированные решения?
- 2) Прошли ли сгенерированные решения автоматизированные тесты?
- 3) Покрытие заданий автоматическими тестами.

Таблица 3. Критерии количественного анализа упражнений

Аспект «Готовность»	Критерий	Оценка
Работоспособность	Можем ли мы запустить пример решения без ошибок?	Да / Нет / Нет данных
Решение и тестирование	Проходит ли пример решения модульные тесты?	Да / Нет / Нет данных
Тестовое покрытие	В какой степени модульные тесты охватывают сгенерированное решение?	от 0 до 100% / Нет данных

### Результаты и обсуждения

Статистические данные по адекватности, новизне и готовности оцениваемых упражнений представлены в таблице 4. Из них 75,0% были разумными, 81,8% – новыми, а 76,7% имели соответствующий выборочный раствор. В заметках в свободной форме в основном обсуждались вопросы, которые включали наличие избыточной информации, отсутствующую информацию, отсутствующие или неверные значения в выборочных входах и/или выходах (некоторые из формулировок задачи содержали примеры входных и выходных данных), обсуждались несоответствия между постановкой задачи и образцом решения, а также излагались причины, по которым автоматические тесты не проходят.

Таблица 4. Результаты качественного анализа упражнений

Количество упражнений	Логичность изложения	Формулировка	Соответствие ключевого слова	Соответствие праймингу	Адекватность взаимодействия объектов	Адекватность структур данных
80	79%	82%	77%	80%	76%	76%

Статистические данные по программному анализу, проведенному по всем 360 сгенерированным упражнениям, представлены в таблице 5. Из 360 упражнений по программированию 317 имели пробное решение (88%). 331 упражнение (92%) удалось выполнить (т.е. выполнение кода не привело к ошибкам). В общей сложности 270 упражнений содержали автоматические тесты, а 265 упражнений содержали как образец решения, так и автоматические тесты.

Таблица 5. Результаты количественного анализа упражнений

Аспект «Готовность»	Есть решение	Пример можно запустить	Есть тесты	Все тесты пройдены	Тестовое покрытие
Проценты	88%	92%	75%	65%	98%
Количество	317/360	331/360	270/360	234/360	353/360



В результатах программного анализа готовности, представленных в таблице 5, мы видим, что примерно в 90% случаев сгенерированные примеры решений являются валидным работающим кодом, тесты генерируются и автоматически извлекаются.

Большинство сгенерированных упражнений оказались одновременно корректными и новыми, а также включали в себя образец решения, который компилировался и запускался. Использование ChatGPT продемонстрировало достаточно хорошую производительность при интерактивной работе с Copilot и пошаговой подсказкой.

### Заклучение

Таким образом, результаты данного эксперимента подтверждают выводы о том, что большие языковые модели обучаются с нуля [18] и с небольшим количеством попыток [19]. Мы убедились в том, что они хорошо справляются с заданиями, даже если в качестве входных данных не дается ни одного или всего несколько примеров в качестве образца. Современные модели машинного обучения, такие как OpenAI Copilot, предоставляют множество возможностей разработчикам образовательных курсов по программированию, хотя не следует игнорировать потенциальные проблемы, связанные с их использованием [20]. Проведенный нами анализ показал хорошие результаты при генерации новых и корректно сформулированных упражнений по программированию с готовыми примерами решений и автоматизированными тестами, несмотря на наличие некоторых проблем с точностью и качеством (которые могут быть легко исправлены вручную). Мы предвидим, что доступность генеративных моделей для практики компьютерного образования и научных исследований со временем будет только возрастать по мере дальнейшего развития этих технологий.

### Список использованной литературы:

1. D. Radosevic, T. Orehovacki and Z. Stapic. *Automatic on-line generation of student's exercises in teaching programming*, vol. 1, Sep. 2010.
2. S. Davis, C. Grover, A. Becker and L. McGregor. *Academic dishonesty: Prevalence, determinants, techniques, and punishments*, *Teaching of Psychology - TEACH PSYCHOL*, vol. 19, pp. 16–20, Feb. 1992. DOI: 10.1207/s15328023top1901\_3.
3. B. Ozmen Yagiz and A. Altun. *Undergraduate students' experiences in programming: Difficulties and obstacles*, *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, vol. 5, Mar. 2014. DOI: 10.17569/tojqi.20328.
4. OpenAI, *Openai chatgpt blog post*, <https://openai.com/blog/chatgpt/>, Accessed: 2023-11-10.
5. Al-Jabri, O., & Al-Khalifa, M. (2022). *Using ChatGPT for teaching object-oriented programming*. *Journal of Educational Technology & Society*, 25(3), 1-12.
6. Cetin, Y., & Turkmen, S. (2021). *A study on the effectiveness of ChatGPT on object-oriented programming education*. In *2021 13th International Conference on Informatics Education (ICIE)* (pp. 211-216). IEEE.
7. Kumar, S., & Kaushik, S. (2022). *ChatGPT: A tool for teaching object-oriented programming*. In *2022 IEEE 9th International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)* (pp. 107-112). IEEE.
8. M. Kramer, P. Hubwieser and T. Brinda, "A Competency Structure Model of Object-Oriented Programming," *2016 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTICE)*, Mumbai, India, 2016, pp. 1-8, doi: 10.1109/LaTiCE.2016.24.
9. *Computing Curricula 2020*. URL: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricularecommendations/cc2020.pdf>, 2020 (дата обращения: 23.10.2023).
10. Chen, Y., & Wang, Q. (2021). *Using artificial intelligence to detect plagiarism in object-oriented programming assignments*. In *2021 IEEE 59th Conference on Decision and Control (CDC)* (pp. 4076-4081). IEEE.
11. Kim, T., & Kim, J. (2022). *A method for preventing plagiarism in object-oriented programming assignments using artificial intelligence*. In *2022 IEEE 7th International Conference on Educational Data Mining (EDM)* (pp. 393-398). IEEE.

12. Li, H., Li, C., & Chen, H. (2022). A novel approach for detecting plagiarism in object-oriented programming assignments using deep learning. In *2022 IEEE 46th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)* (pp. 1351-1357). IEEE.

13. Abramson, J. S., & Taylor, T. (2022). *The ethics of AI in education. In Ethics of artificial intelligence: A primer* (pp. 129-146). Springer.

14. Bates, A. W., & Sangra, A. (2021). *Addressing the challenges of artificial intelligence in education. In Artificial intelligence for education: Designing and deploying effective learning experiences* (pp. 3-18). Springer.

15. Fischer, F., & Heerink, M. (2022). *Addressing the risks of artificial intelligence in education. In Ethics of artificial intelligence: A primer* (pp. 147-164). Springer.

16. Khor, K., & Yusoff, M. (2022). A systematic review of chatbot applications in education. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1035-1059.

17. Zhao, Y., & Zhang, J. (2022). A survey of chatbots in education: Applications, challenges, and opportunities. *Educational Technology Research and Development*, 70(2), 333-360.

18. Takeshi Kojima, Shixiang Shane Gu, Machel Reid, Yutaka Matsuo, and Yusuke Iwasawa. 2022. *Large Language Models are Zero-Shot Reasoners*. arXiv preprint arXiv:2205.11916 (2022).

19. Tom B. Brown, Benjamin Mann, Nick Ryder, Melanie Subbiah, Jared Kaplan, Prafulla Dhariwal, Arvind Neelakantan, Pranav Shyam, Girish Sastry, Amanda Askell, Sandhini Agarwal, Ariel Herbert-Voss, Gretchen Krueger, Tom Henighan, Rewon Child, Aditya Ramesh, Daniel M. Ziegler, Jeffrey Wu, Clemens Winter, Christopher Hesse, Mark Chen, Eric Sigler, Mateusz Litwin, Scott Gray, Benjamin Chess, Jack Clark, Christopher Berner, Sam McCandlish, Alec Radford, Ilya Sutskever, and Dario Amodei. 2020. *Language Models are Few-Shot Learners*. In *Advances in neural information processing systems*. 1877–1901.

20. James Finnie-Ansley, Paul Denny, Brett A Becker, Andrew Luxton-Reilly, and James Prather. 2022. *The Robots Are Coming: Exploring the Implications of OpenAI Codex on Introductory Programming*. In *Australasian Computing Education Conference*. 10–19.

Г.А. Мадьярова<sup>1</sup>, Б.Н. Тұрдақын<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

\* e-mail: balzhan.turdakyn@mail.ru

## “ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІ” ЭЛЕКТИВТІ КУРСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ МАЗМҰНЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

*Аңдатпа*

Қазіргі кезде жаңа технологиялардың қарқынды дамуына байланысты оқу мазмұнын жаңартуда көптеген мәселелер туындап отыр. Әсіресе, ақпараттық коммуникациялық технологиялар, цифрлық сауаттылық пәндері бойынша оқу мазмұнын үнемі заманауи жаңа ақпараттармен толықтырып, жаңартып отыру қажет. Әлемдік білім беру тәжірибесінде оқушыларға олардың бейімділігі мен қабілеттерін ашуға, кәсіби қызығушылықтары мен қажеттіліктерін қанағаттандыруға мүмкіндік беретін жеке білім беру бағдарламаларын ұсыну мақсатында орта мектептің жоғарғы сатысында элективті курстар кеңінен қарастырылған. Зерттеу барысында “Жасанды интеллект негіздері” тақырыбы бойынша қолжетімді оқу материалдарды талдау, олардың қазақ тілінде жеткіліксіз және сұраныстың көп екендігі дәлелденді. Бейіндік сыныптарда «Жасанды интеллект» тақырыбын тереңдетіп оқытуға арналған оқу мазмұнының құрылымдық моделі жасалып, 28 сағатқа негізделген элективті курстың жоспары құрылып, мазмұны жасалды. Элективті курстың құрылымдық мазмұнын қалыптастыру үшін, бейіндік сыныптарда сабақ беретін тәжірибелі мұғалімдердің пікірлері ескерілді. Оқушылардың сабаққа ынтасын, тапсырмаларды орындауға қызығушылығын тудыруға бағытталған тапсырмалар мен кері байланыстар жасалды.

**Түйін сөздер:** жасанды интеллект, элективті курс, бейіндік сынып, машиналық оқыту, Python бағдарламалық тілі.

Г. А. Мадьярова<sup>1</sup>, Б. Н. Тұрдақын<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

## ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА “ОСНОВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА”

*Аннотация*

В связи с бурным развитием новых технологий в настоящее время возникает много проблем с обновлением содержания обучения. В частности, необходимо постоянно пополнять и обновлять содержание обучения по дисциплинам информационно-коммуникационные технологии, цифровая грамотность. В мировой образовательной практике на старшей ступени средней школы широко предусмотрены элективные курсы с целью предоставления учащимся индивидуальных образовательных программ, позволяющих раскрыть их склонности и способности, удовлетворить профессиональные интересы и потребности. В ходе исследования был проведен анализ доступных учебных материалов по теме “Основы искусственного интеллекта”, которые оказались недостаточными и востребованными на казахском языке. Разработана структурная модель содержания обучения для углубленного изучения темы «Искусственный интеллект» в профильных классах, составлены план и содержание элективного курса на основе 28 часов. Для формирования структурного содержания элективного курса учитывались мнения опытных учителей, преподающих в профильных классах. Разработаны задания и обратная связь, направленные на формирование у учащихся мотивации к занятиям, интереса к выполнению заданий.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, элективный курс, профильный класс, машинное обучение, язык программирования Python.

G.A. Madyarova<sup>1</sup>, B.N. Turdakyn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

## DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL CONTENT OF THE ELECTIVE COURSE "FUNDAMENTALS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE"

### Abstract

Currently, due to the rapid development of new technologies, many problems arise in updating the content of training. Especially in the disciplines of information and communication technologies, digital literacy, it is necessary to constantly update and update the content of training with up-to-date new information. In the world educational practice, elective courses at the upper stage of secondary school are widely considered in order to provide students with individual educational programs that allow them to reveal their inclinations and abilities, satisfy their professional interests and needs. In the course of the study, the analysis of available educational materials on the topic "fundamentals of artificial intelligence" proved that they are not enough and in demand in the Kazakh language. A structural model of the educational content for in-depth study of the topic "artificial intelligence" in profile classes has been developed, a plan and content of an elective course based on 28 hours have been developed. To form the structural content of the elective course, the opinions of experienced teachers teaching in specialized classes were taken into account. Tasks and feedback have been developed aimed at forming students' motivation for classes and interest in completing tasks.

**Keywords:** artificial intelligence, elective course, profile class, machine learning, Python.

### Кіріспе

Қазіргі уақытта жасанды интеллект информатиканың ең перспективалы бағыттарының бірі болып табылады. Жасанды интеллект және онымен байланысты құрылғылар үйірмелер, іскерлік қауымдастықтар, медициналық қауымдастықтар, білім беру мен ғылыми талқылаулардың нысанына айналып отыр. Күнделікті өмірде көріп жүрген көптеген заманауи құрылғылар белгілі бір алгоритмдер мен интеллектуалды өңдеуді қолдануда, сондықтан осы саладағы білім болашақтағы мамандардың кең салаларын таңдауға мүмкіндік береді. Осы сала бойынша информатиканың қарқынды дамуы және үлкен танымалдылыққа ие болатынын, зерттеу барысында талданған ғылыми еңбектер мен әдебиеттер көрсетті. Информатикада зерттеулердің кең өрісіне байланысты, мектеп курсы берілген пәннің барлық тақырыптарын толық қамти алмайды. Мұндай жағдайда пәннің мазмұнын толықтыратын элективті және қосымша онлайн курстарды құрастыру өзекті болып табылады.

Элективті информатика курстары оқушыларды қызықтыратын салаларда қазіргі ақпараттық технологияларды, информатиканың әдістері мен құралдарын белсенді пайдалану арқылы жоғары сынып оқушыларының функционалдық сауаттылығын, олардың әлеуметтік бейімделуін және әлеуметтік ұтқырлығын қамтамасыз ете алады [1].

Оқушыларды болашақ кәсіби қызметінің негіздерімен таныстыратын элективті курстарды өткізу арқылы оқытуға қолданбалы сипат пен практикалық бағыт беруге болады. Білім беру процесінің құрылымындағы, мазмұнындағы және ұйымдастырылуындағы өзгерістер есебінен оқушылардың бейімдері мен қабілеттері неғұрлым толық ескере отырып, жоғары сынып оқушыларының білім алуына, олардың ынталарының артуына элективті курстар арқылы әсер ете аламыз. 10-11-сыныптардағы элективті курстар үш негізгі функцияны орындайды:

1) бейіндік пәндерді толығымен тереңдете оқытып енгізу;

2) базалық білімнің мазмұнын дамытады, оны зерделеу ең төменгі жалпы білім беру деңгейінде жүзеге асырылады, бұл іргелес оқу пәндерін бейіндік деңгейде оқуды қолдауға немесе білім алуға мүмкіндік береді;

3) әртүрлі салалардағы танымдық мүдделерді қанағаттандыруға ықпал етеді [2,3].

Оқытуды саралау және даралау базалық курстар, бейіндік курстар, элективті курстар арқылы жүзеге асырылады. Элективті курстары: мазмұны білім алушылардың танымдық қызығушылықтарын жеке бейімі мен таңдауына сәйкес қанағаттандыруға мүмкіндік беретін, пәндер бойынша білімдердің кеңейтілуі мен тереңдетілуіне ықпал ететін оқу курстары. Элективті курс оқу жоспарының мектеп компоненті есебінен жүзеге асырылады. Элективті

курстар жеке білім беру-кәсіби траекторияларды құрудың маңызды құралы болып табылады, өйткені олар әр жоғары сынып оқушысының қызығушылықтарына, қабілеттеріне, мектептен кейінгі өмірлік жоспарларына байланысты білім беру мазмұнын таңдауымен байланысты [4].

Жасанды интеллект тақырыбын оқу бағдарламаларында тереңдетіп оқыту қазіргі уақытта өте өзекті болып табылады. Жасанды интеллект тақырыбын беретін мұғалімдері жасанды интеллект ұғымдары, негізгі алгоритмдер, терминдер туралы терең білімді дамытып, жасанды интеллекттің әлеуметтік салдарын сыни тұрғыдан көрсетуі керек. Жасанды интеллект бойынша сабақ беретін мұғалімдердің көпшілігі академиялық оқу кезінде ресми білім алмаса, жасанды интеллект туралы қате түсініктерді тудыруы мүмкін және олардың сыныптағы тәжірибесіне және оқу бағдарламаларын әзірлеуге кедергі келтіруі мүмкін [5]. Жасанды интеллект технологиялары біздің өміріміздің көптеген аспектілеріне енді, сондықтан оның әсеріне қарсы тұрудың орнына бірлесе әрекет еткен дұрыс. Алайда оның деректерді және алгоритмнің өзі жинау, ақпаратты қолдану пайдаланушыларды өзі білмеген тәуекелдерге ұшыратуы мүмкін, сондықтан мектеп жасынан оқушыларды жасанды интеллект этикасына үйрету баса назарда болу керек [6].

Жасанды интеллект элементтерін мектептердің білім беру үдерісіне енгізу тұжырымдамасы АҚШ-та, Қытайда белсенді жүзеге асырылуда. Technavio компаниясының баяндамасына сәйкес "АҚШ - тағы Білім берудегі жасанды интеллект 2018-2022" болжамы бойынша бұл елде жасанды интеллект қолданудың өсуі, қажеттіліктер үшін және білім беру мазмұнын жаңарту 2022 жылға қарай 48% құрауы қажет. 2018 жылы жасанды интеллектті дамыту жөніндегі қауымдастықтар құрған және АҚШ информатика мұғалімдері мен жасанды интеллект саласында мектеп түлектерін даярлауға қойылатын талаптар тұжырымдалған. Жасанды интеллект Қытайда 2018 жылдан бері енгізілген, 2019 жылға қарай мектеп бағдарламаасына жасанды интеллект негіздері бойынша толықтырулар енгізілген. Ресейде 2020 жылға қарай жасанды интеллектті мектеп біліміне интеграциялауға, мемлекеттік білім беру стандарттарына сәйкес білім беру модульдерін құруға қаражат беру және гранттар беру ережелерін әзірлеу жоспарлануда [7]. Сондай-ақ Еуропалық Одақ мектеп оқушылардың деңгейлерін немесе таңдау пәндерін анықтау үшін емес, Жасанды интеллект туралы халықтың сауаттылығын арттыру үшін онлайн курстар мен ресурстарды пайдаланғаны хабарланды. Үш мемлекеттегі (Корея, АҚШ, Еуропалық Одақ) оқу бағдарламаларының мазмұны Жасанды интеллект негізгі тұжырымдамалары мен қосымшаларын (Машиналық оқыту және нейрондық желілер) қамтыды. Үндістанда Орта білім берудің Орталық кеңесі 2019 жылы 9-сынып оқушыларына арналған Жасанды интеллект тұжырымдамасы мен оның этикасын қамтитын таңдау пәні ретінде Жасанды интеллект оқу бағдарламасын жүргізген [8]. Түркияда Коч университетінің қызметкері Сабункуоглу орта мектепке арналған бір жылдық оқу бағдарламасын әзірлеген. Оқу бағдарламасы ресурстарды дамытуға пәнаралық және инклюзивті тәсілді қолданды. Осы зерттеулердің барлығы мектеп пен Жоғарғы оқу орнының (ЖОО) жасанды интеллект оқу бағдарламасын әзірлеудегі ынтымақтастығының маңызын көрсетті [9]. Қазақстанда мемлекет басшысы «Digital Almaty 2021» форумында жасаған үндеуінде жаңа технологиялар мен жасанды интеллект саласында оқушылар мен студенттер үшін мемлекетаралық білім беру бастамаларын жасау мүмкіндігін қарастыруды ұсынды. Қазақстанда жасанды интеллект технологияларын және ауқымды деректерді талдауды дамыту туралы айтылды [10].

Мектеп бағдарламасындағы жасанды интеллект сабағына білім мекемесінің инфрақұрылымы мен пәннің мазмұнын қамтамасыз ету секілді негізгі факторлар әсер етеді. Жасанды интеллект сабағына оқушылардың қызығушылығын арттыру үшін мұғалімдердің сол пәнді жетік білуі мен әр түрлі әдістерді қолдана отырып сабақ өткізуі керек [11]. Болашақ қоғамның толыққанды мүшесі болу үшін оқушыларды жасанды интеллект сияқты жаңа технологияларды құруға және сыни ойлауға дайындауымыз керек. Мектеп қабырғасы оқушыларға осы салаға байланысты дағдыларды қалыптастыруда маңызы орын болып табылады [12]. "Жасанды интеллект негіздері" элективті курсы информатика саласындағы

оқушылардың дайындық деңгейі және ақпараттық технологиялардың жетілуіне байланысты өзгеруі мүмкін [13]. Мемлекеттік жалпы білім беру стандартына (МЖМБС) сәйкес 10-11 сыныптарда жаратылыстану-математикалық және қоғамдық-гуманитарлық бағыттар бойынша міндетті оқу пәндері мен профильдеу пәндерінің үйлесімі негізінде таңдау бойынша оқу пәндері бейіндік оқыту жүзеге асырылады. Жалпы орта білім берудің типтік оқу жоспары 1-кестеде оқу бағдарламалары білім беру мазмұнын саралау, интеграциялау және кәсібилендіру негізінде әзірленеді [14].

Кесте 1. Жалпы орта білім берудің типтік оқу жоспары (жаңартылған мазмұн)

Пәндер	Сынып бойынша аптаға бөлгендегі сағат саны		Жалпы сағат саны	
	10 сынып	11 сынып	апталық	жылдық
Таңдау пәні	4	4	8	272
Элективті курс	2	2	4	136

### Әдістер мен құралдар

Теориялық және мазмұндық құрылымды анықтау мақсатында және әдістемені қалыптастыруда әдеби шолу, жасанды интеллект бойынша қолжетімді курстарды сандық салыстырмалы талдау, сауалнамалар жүргізу, сауалнамалар нәтижесін талдау қолданылды.

Білім беру платформаларында жасанды интеллект тақырыбы бойынша қолжетімді курстарға талдау жасадық (2-кесте).

Кесте 2. Білім беру платформаларында Жасанды интеллект бойынша курстарға салыстырмалы талдау

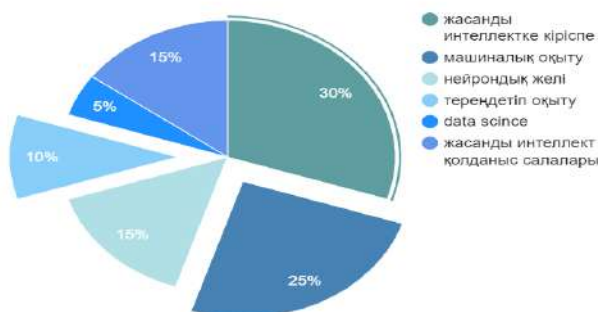
Атауы	Модуль саны	Курс атауы	Негізгі тілі	Аударылған тіл (суб-тип)	Тір-келу саны	Тап-сырма	Автор	Уақыты, мин	Жылы
Coursera	4	Artificial intelligence for every person	eng	15	951587	4 жаттығу 2 тест	Andrew NG	261	2019
Stepic	4	Быстрый запуск искусственного интеллекта	ru	7	18474	6 тест 7 жаттығу	Татьяна Гайнцева	120	2022
Udemi	4	Основа искусственного интеллекта	ru	17	129	3 тест	Roman Dushkin	180	2022
Intuit	10	Проектирование систем искусственного интеллекта	ru	1	6362	10 тест 1 экзамен	Сергей Сотник	900	2020
Udacity	6	Fundamental artificial intelligence	eng	2	39602	6 викторина 5 жаттығу	Себастьян Траун	200	2021

\*Деректер өзгермелі (10.04.2023 жылы мәліметтер алынған)

Осындай курстар оқушылардың меңгеру саласы бойынша қажетті білімді жүйелі және интенсивті түрде алуына мүмкіндік береді. Кең тараған Coursera, Stepic, Udemi, Intuit, Udacity платформаларындағы жасанды интеллект бойынша курстарды тіркелушілер мен колдаушылар саны және субтитрлік аударылған тілдер саны, курстың ұзақтығы, тапсырмалар

саны бойынша салыстырмалы түрде өзгешеліктерін бақыладық. Осы критерийлер динамикалық болғандықтан, ғылыми еңбекті жазу барысында элективтік курстың құрылымы мен мазмұнын қалыптастыруда қолдану мақсатында жасалды.

Элективтік курстың тақырыптары мен мазмұнын анықтауда кең тараған және көпшілікке назарына ашық түрде ұсынылған осы платформадағы курстардың модульдер саны мен тақырыптары және бейнесабақтардың ұзақтығы мен тапсырмалар санына ерекше көңіл аудардық. Платформада бейне сабақтар, қорытындылау тесттері немесе практикалық тапсырмалар берілген. Осы көрсетілген платформаларда жасанды интеллект тақырыбы бойынша 40% теориялық сабақтар болса, 60% практикалық бөлімге берілген. Бір модульде орташа 4-12 сабақ қарастырылған. Сабақтардың орташа уақыты 7мин-35мин. құрайды. Білім беру ресурстарында жасанды интеллект негіздері 30% , машиналық оқыту 25%, нейрондық желілер 15% тақырыбының пайыздық үлесі көрсетілген (1-сурет). Сонымен бірге Python бағдарламалық тілінің көмегімен шешілетін мысалдар келтірілген. Жасанды интеллекттің қолданыс салалары (білім беру, денсаулық, ғылым, мәдениет, қауіпсіздік, мемлекетті басқару, өндіріс, ғарыш) мен сол саладағы маңызына да тоқталып өткен.



Сурет 1. Онлайн платформалардағы «Жасанды интеллект» бойынша курстағы тақырыптардың үлесі

Көпшілікке ашық және тегін қолдануға мүмкіндік беретін YouTube арнасындағы «Жасанды интеллект негіздерін» үйретуге бағытталған бірқатар каналдарға да шолу жасадық (3-кесте).

Кесте 3. YouTube арнасындағы Жасанды интеллект тақырыбын қарастырған влогтар

Канал атауы	Влок тақырыбы	Тілі	Тіркелушілер	Лайк	Сабақ саны	Сабақ ұзақтығы
@Uzdik	Жасанды интеллект сабақтары	kaz	10,4мың	135	11	4-24 мин
@machinelearning1014	Machine learning	eng	1,83мың	34	5	4-47 мин
@CMTV_official	Нейронные сети	ru	47,8мың	3000	10	8-22мин
@ArtificialIntelligenceAllinOne	About artificial intelligence	eng	158мың	13мың	11	7-15мин
@dataschool	Data school	eng	217мың	14мың	10	6-27мин

\*Деректер өзгермелі (10.04.2023 жылы мәліметтер алынған)

Влогта жасанды интеллект жайлы контент подкаст, викторина, интервью және танымдық бейнематериалдар түрінде берілген. @CMTV\_official каналында нейрондық желілер жайлы түсінік толығымен қамтылған және визуалды түрде мысалдарымен түсіндіріледі. @Uzdik қазақ тілді каналында жасанды интеллект жайлы Python тілін қолдана отырып практикалық

жұмыстарға ерекше мән берген және Python кітапханалары жайлы ақпараттар жетік берілген. Талдау нәтежесі көрсеткендей қазақ тілінде каналдар аз болғанымен салыстырмалы түрде сұранысқа ие екенін көрсетеді. Тіркелушілер және қолдаушылар саны және пайдаланушылар қалдырған пікірлер қазақ тіліндегі материалдарға сұраныстың бар екендігін көрсетті.

Бейіндік сыныптардағы информатика пәнінің мазмұнымен танысу барысында материалдар мен деректерді жаңарту басшылыққа алынады. Информатика пәні бойынша жалпы білім беретін орта мектептің жаратылыстану-математика бағытындағы 11-сынып оқушыларына арналған оқулықтағы (Алматыкітап баспасы) жасанды интеллект бөліміндегі тақырыптары 4-кестеде көрсетілген. Біз ұсынатын элективті курс мектеп оқулығының мазмұнына қосымша білімді толықтыру мақсатында жасалады және синхронды және асинхронды білім беруге арналған контенттер жиынтығы арқылы жоспарланады.

Кесте 4. 11 сынып оқулығындағы жасанды интеллект бойынша бөлімнің тақырыптық құрылымы

<i>1-БӨЛІМ. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ</i>	
<i>1</i>	<i>Жасанды интеллект</i>
<i>1.2</i>	<i>Жасанды интеллект жүйесін қолданатын салалар</i>
<i>1.3-1.4</i>	<i>Мәшинелік оқыту қағидалары</i>
<i>1.5-1.6</i>	<i>Мәшинелік оқыту алгоритмдері</i>
<i>1.7</i>	<i>Нейрондық желілер</i>
<i>1.8</i>	<i>Нейрондық желілердің әрекет ету қағидалары</i>
<i>1.9</i>	<i>Нейрондық желілерді жіктеу</i>
<i>1.10</i>	<i>MS Excel-дегі нейрондық желіні жобалау</i>
<i>1.11-1.12</i>	<i>«MS Excel кестелік процессорындағы деректерді интеллектуалдық талдау үшін, нейрондық желілерді жобалау және мәшинелік оқыту алгоритмін қолдану»</i>
<i>1.13-1.14</i>	<i>Жобалық іс-әрекет «Жасанды интеллект» бөліміне қысқаша шолу</i>

Жасанды интеллект бойынша элективтік курстың мазмұндық құрылымын қалыптастыру мақсатында жаратылыстану-математика бағытындағы 11-сынып оқушыларына Информатикадан сабақ жүргізетін мектеп мұғалімдері арасында сауалнама жүргіздік. Сауалнамаға Алматы қаласы және Талғар ауданы, Панфилов ауданынан (№21 орта мектеп, №40 орта мектеп, Ж.Бусаков атындағы орта мектеп, Жаркент орта мектебі, Т.Рысқұлов атындағы №9 орта мектеп) жалпы 22 мұғалім қатысты. Бұл халықтың әртүрлі сипаттамалары бар мектептерді қамтуға бағытталған. Барлық қатысушы мұғалімдердің жоғары сыныптарда жасанды интеллектті оқытуда бірнеше жылдық тәжірибелері бар.

Сауалнама келесі сұрақтарды қамтыды:

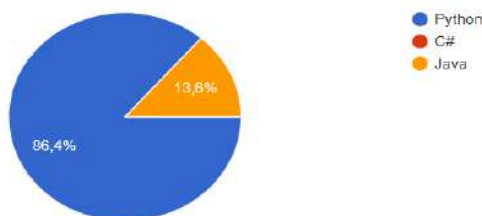
- "Информатика" пәні бойынша "Жасанды интеллект" бөліміне қосымша оқуға қандай тақырыптар қажет деп ойлайсыз?
- "Жасанды интеллект" практикалық жұмыстарына қандай бағдарламалау тілі ыңғайлы деп санайсыз?
- Оқушылар мектеп бағдарламасында "Жасанды интеллект" бойынша қандай орталарда жұмыс жасауға қызығушылық танытады деп ойлайсыз?
- Информатика пәнінен сабақтан тыс қосымшалар өткізіледі ме?
- Жасанды интеллектті элективті курстар арқылы тереңдетіп оқыту арқылы, оқушылардың қызығушылығын тудыра аламыз ба?

Элективтік курстың мазмұны бойынша қосымша оқытуға Машиналық оқыту 59,1%, Тереңдетіп оқыту 22,7%, Робототехника негіздері 31,8% бойынша пікірлер қалдырылды. Жасанды интеллект бойынша практикалық жұмыстарды Python-да 72,7%, MS Excel-де 22,7% жасауға қызығушылық танытатынын көрсетті. "Жасанды интеллект" практикалық жұмыстарына (2-сурет). Python-да 86,4%, Java-да 13,6% бағдарламалау тілі ыңғайлы



екендігін атап өтті. Элективті курстар арқылы оқушылардың қызығушылығын тудыра аламыз ба деген сауалға барлық мұғалімдер «Иә» деп жауап берді.

"Жасанды интеллект" практикалық жұмыстарына қандай бағдарламала тілі ыңғайлы?  
22 ответа



Сурет 2. Мұғалімдерге қойылған сауалнаманың нәтижесі

### Зерттеудің нәтижелері және талқылануы

Көпшілікке қол жетімді платформалармен YouTube арнасындағы «Жасанды интеллект негіздерін» үйретуге бағытталған курстардың мазмұндарын жалпы қаралымдарын, қалдырылған пікірлерді сараптай отырып, қазақ тіліндегі контенттерге сұраныс бар екендігіне көз жеткіздік. Жалпы білім беретін орта мектептің жаратылыстану бағыты бойынша «Жасанды интеллект» бөлімінің тақырыптары мен мазмұндарын саралап және мұғалімдердің пікірлерін сауалнамалар арқылы зерттей отырып, Информатика пәнінен Жасанды интеллект негіздері тілі бойынша элективті курстың мазмұндық құрылымын анықтадық. Жалпы білім беруге арналған орта мектептің білім беру стандартын басшылыққа ала отырып, 10-11 сыныпқа арналған тақырыптар іріктелді (5-кесте). Мұғалімдерге оқушылар білім алу үшін арнайы әзірленген авторлық бейне сабақтарды түсіру, тест сұрақтары, дәрістер дайындау барысында жасанды интеллект негіздерін оқытудың әдістемелік ерекшеліктері басшылыққа алынды. Сонымен қатар, әртүрлі дидактикалық материалдар, үй тапсырмалары, жеке және топтық тапсырмалар құрастырылды.

Кесте 5. «Жасанды интеллект негізі» элективті курстың құрылымдық мазмұны

№	Бөлімдер. Тақырыптар	Дәріс	Практика	Бәрі
<b>I. Жасанды интеллект Python тілінде</b>				
1	Жасанды интеллект түсінігі	1	1	2
2	Python тілінде жасанды интеллект құру	1	1	2
3	Жасанды интеллект Python кітапханалары	1	2	3
<b>II. Машиналық оқыту және оның қадамдары (процестері)</b>				
1	Машиналық оқытудың алгоритмдері: Регрессия	1	1	2
2	Машиналық оқытудың алгоритмдері: Классификация	1	1	2
<b>III. Тереңдетіп оқыту (Deep Learning)</b>				
1	Жасанды интеллект (AI) пен деректер туралы ғылым (Data Science) айырмашылығы	1	1	2
<b>IV. Нейрондық желі</b>				
1	Нейрондық жүйе құрылымы	1	1	2
2	Нейрондық жүйені оқыту	1	1	2
3	Эксперттік жүйелерге шолу	2	2	4
<b>V. Жасанды интеллект қолданыстағы салалар</b>				
1	Жасанды интеллектті робототехникада қолдану	1	1	2
2	Жобалық жұмыс. Чат-бот құру	2	2	4
	<b>Барлығы</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>28</b>

Жалпы білім беретін мектептердегі Жасанды интеллект бөлімін оқытуда таңдауға негізделген элективті курстарды әзірлеу әдістемесін жетілдіру қажеттілігі мен мазмұнын толықтыру арқылы негізделеді. Әзірленген курстың жаңалығы Жасанды интеллект негіздерін оқытуда Python тілінде тиімді практикалық жұмыстармен толықтырылуы. Оқушылардың ақпаратты өңдеудің қойылған міндеттерін тиімді шешу қабілетін дамытудың әдістемелік тәсілдері айқындалады. Жасанды интеллект негіздері бойынша анықталған элективті курс мазмұны бойынша контенттер әзірленді. Жасанды интеллект негізі бойынша таңдау курсы әзірлеу және оқыту нәтижелерінің жаңа сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін оқыту мазмұнын дамытудың тұжырымдамалық тәсілдерін негіздеуде болып табылады.

Жасанды интеллект негізі бойынша таңдау курсы орта мектептің бейіндік сыныптарында аталған бөлімді оқыту барысында қосымша ресурс ретінде де қолдануға болады.

### Қорытынды

Осы зерттеу жұмысы барысында келесі міндеттер атқарылды: үш тілдегі білім беру ресурстарына салыстырмалы талдау жасалды, талдауларға сүйене отырып, элективті курстың мазмұны құрылды. Жалпы орта мектептегі бейіндік сыныпқа арналған оқулықтардағы Жасанды интеллект бөліміне шолу жүргізілді. Бейіндік сыныптарда сабақ беретін 22 мұғалімнен сауалнама алынды. Зерттеу нәтижесінде «Жасанды интеллект негізі» атты элективті курстың оқу жоспары құрылды.

Оқушыларға көрнекі және тереңдетілген түрде Жасанды интеллект негіздері таңдау курсы келесі мүмкіндіктерді береді:

- білім алушылардың ағымдағы деңгейінен күрделі деңгейін таңдау;
- бейіндік сынып оқушыларын Python тілінде жасанды интеллектті жобалау практикалық жұмыстардың мысалдарымен таныстыру;
- бағдарламалау дағдыларын дамыту;

Осы бағыттағы зерттеушілердің болашағы зор, себебі жасанды интеллект саласы күннен-күнге қарыштап дамып, мамандарға сұраныс артып отыр.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Боженова, А. Ю. Элективные курсы по информатике как средство саморегуляции процесса обучения школьников профильных классов // Молодой ученый. 2020г. С.555-557
- 2 Еремеева Г. Р., Антонова П. В., Создание элективного курса по информатике по теме “Теория колмагоровской сложности” для учащихся старших классов физико-математического профиля.// Bulletin of Science and Practice научный журнал (scientific journal) Т. 4. №2. 2018 г.
- 3 Абдуллабегова П. Элективный курс по информатике для 10-11 класса “Алгоритмизация и программирование” DOI: <https://videouroki.net/razrabotki/elektivnyi-kurs-po-informatikie-dlia-10-11-klassa-algoritmizatsiia-i-prohramm.html> (Қаралған күні: 27.10.2022)
- 4 Палецко Е. Курс «Информационные технологии» для 11 классов. 2018г.
- 5 King Woon Yau, C. S. CHAI, Thomas K. F. Chiu (2022). A phenomenographic approach on teacher conceptions of teaching Artificial Intelligence (AI) in K- 12. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11161-x> (Қаралған күні: 5.04.2023)
- 6 Borenstein J., & Howard A. (2021). There are problems in the field of AI and the need to study AI ethics. AI and ethics: AI and ethics, 1(1), 61-65. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43681-020-00002-7>
- 7 Искусственный интеллект (ИИ) DOI: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (Қаралған күні: 10.03.2023)
- 8 “Introduction of artificial intelligence, early childhood care education and yoga as new subjects in school curriculum from the academic session 2019–2020,” Central Board Secondary Educ., New Delhi, India, Rep. 14/2019, 2019. DOI: [http://cbseacademic.nic.in/web\\_material/Circulars/2019/14\\_Circular\\_2019.pdf](http://cbseacademic.nic.in/web_material/Circulars/2019/14_Circular_2019.pdf)
- 9 A. Sabuncuoglu, “Designing one year curriculum to teach artificial intelligence for middle school,” in Proc. ACM Conf. Innovat. Technol. Comput. Sci. Educ., 2020, pp. 96–102
- 10 Жасанды интеллект: ҚР Президенті оқушылар мен студенттер үшін жоба жасауды ұсынды. 2021 ж. DOI: <https://www.inform.kz/kz/memleket-basshysy-digital-almaty-2021> (Қаралған күні: 5.04.2023)

11 Anu Vajail, Radhika Shetty, Rao R. Bhavani and Nagarajan Akshai. 2019. *emphasis on training teachers for the introduction of AI in schools: prospects and specific results*. In 2019, a whole international IEEE Conference on technologies in education (T4E) will be held. 71–77.

12 Williams R., Kaputsos S. P. and Brizil S. (2021). *Teachers took part in the training of their robot, the study plan for AI and etiquette in the middle school*. Materials of the conference AAAI on intellectual intelligence (EAAI ' 21) (STR. 15678-15686)

13 Богданова А.Н. Элективный курс «Основы искусственного интеллекта» для учащихся старших классов. Информатика в школе. 2021;(7).-С.27-33. DOI: <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2021-20-7-27-33> (Қаралған күні: 5.04.2023)

14 Методические рекомендации по профилизации в организациях образования. Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы. Нұр-Сұлтан. 2021ж.-С.4-7

#### References:

1 Bozhenova, A.Yu. (2020) “Elektivnye kursy po informatike kak sredstvo samoreguliruyemykh obusheniya shkolnikov profilnykh klassov [Elective courses in computer science as part of the self-regulation process of training school students in profile classes]. *Molodoy ushenny*. (2020).555-557 (In Russian)

2 Ereemeva G. R., Antonova P. V., (2018) “Sozdaniya elektivnogo kursa po informatike po teme “Teoriya kolmagarovskoi slozhnosti” dlya ushashyhsya starshih klassov fiziko-matematicheskogo profilya [Creation of an elective course in computer science on the theme “The Theory of collective responsibility” for studying the oldest classes of physical and mathematical profile]”. *Bulletin of Science and Practice scientific journal Vol. 4. №2*. (In Russian)

3 Abdullabegova P. (2022) *Electivni kurs po informatike dlya 10-11 klassa “Algoritmizatsiya i programmirovaniye”*[Elective course on Computer Science for class 10-11 "Algorithmization and programming DOI:<https://videouroki.net/razrabotki/elektivnyi-kurs-po-informatike-dlya-10-11-klasa-algoritmizatsiya-i-programm.html> (In Russian)

4 Paletsky E. Kurs (2018) “*Informatsionnye tehnologii [Information Technologies]*” for 11 classes. (In Russian)

5 King Woon Yau , C. S. CHAI., Thomas K. F. Chiu (2022). *A phenomenographic approach on teacher concepts of teaching Artificial Intelligence (AI) in K - 12* DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/10639-022-11161-x>

6 Borenstein J., & Howard A. (2021). *There are problems in the field of AI and the need to study AI ethics. AI and ethics: AI and ethics, 1(1), 61-65*. DOI:<https://doi.org/10.1007/s43681-020-00002-7>

7 *Artificial intelligence (AI)* DOI:<https://www.tadviser.ru/index.php/> (In Russian)

8 “*Introduction of artificial intelligence, early childhood care education and yoga as new subjects in school curriculum from the academic session 2019–2020,*” Central Board Secondary Educ., New Delhi, India, Rep. (2019). [Online]. DOI:[http://cbseacademic.nic.in/web\\_material/Circulars/2019/14\\_Circular\\_2019.pdf](http://cbseacademic.nic.in/web_material/Circulars/2019/14_Circular_2019.pdf)

9 A.Sabuncuoglu, “*Designing one year curriculum to teach artificial intelligence for middle school,*” in *Proc. ACM Conf. Innovat. Technol. Comput. Sci. Educ.*, (2020). 96–102.

10 *Jasandy intellect [Artificial intelligence]: Kazakhstan Prezidenty okushylar men studentter ushyn zhoba jasaudy usyndi Artificial Intelligence: the president of Kazakhstan proposed to create a project for schoolchildren and students, 2021* DOI:<https://www.inform.kz/kz/memleket-basshysy-digital-almaty-2021> (In Kazakh)

11 Anu Vajail, Radhika Shetty, Rao R. Bhavani and Nagarajan Akshai. *emphasis on training teachers for the introduction of AI in schools: prospects and specific results*. In 2019, a whole international IEEE Conference on technologies in education (T4E) will be held. (2019).71–77.

12 Williams R., Kaputsos S. P. and Brizil S. (2021). *Teachers took part in the training of their robot, the study plan for AI and etiquette in the middle school*. Materials of the conference AAAI on intellectual intelligence (EAAI ' 21) . 15678-15686

13 Bogdanova A. N. (2021) *Electivny kurs “Osnovy iskustvennogo intellekta” dlya ushashyhsya starshyh klassov*. [Elective course “Fundamentals of research intelligence” for senior classes. *Computer science in the school*]. (7). 27-33. DOI: : <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2021-20-7-27-33> (In Russian)

14 *Methodological recommendations for the profile of education organizations [Methodological recommendations for profiling in educational organizations]*. Y. Altynsarın National Academy of Education. Nur-Sultan, (2021). 4-7 (In Russian)

Қ.М. Мухамедиева<sup>1\*</sup>, Г.Ш. Нургазинова<sup>1</sup>, И.Ш. Абишева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті, Павлодар қ., Қазақстан  
\*e-mail: kymbatsha@mail.ru

## РОБОТОТЕХНИКА БОЙЫНША БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

*Аңдатпа*

Еліміздегі жоғары оқу орындарының стратегиялық деңгейдегі басты міндеті цифрлық трансформациялауды қалыптастыру болып табылады. Жоғары білімнің сандық трансформациясы - бұл жалпы қоғамға әсер ететін өзгерістер үрдісінің бөлігі. Мектептер, колледждер және жоғары оқу орындарында робототехника бойынша негізгі және қосымша сабақтар өткізетін мамандарды кең ауқымда оқыту мәселесі маңызды болып табылады. Бұл мақаланың мақсаты робототехника бойынша білім беру қызметін ұйымдастыруға мүмкіндік беретін, оқыту нәтижесіне қол жеткізуді қамтамасыз ететін робототехника бойынша білім беру технологиясын жобалау тәсілдерін зерттеу болды, біздің зерттеу жұмысымыз да осыған арналған. Бұл мәселелердің шешімін робототехника бойынша білім беру технологиясын жобалаудың функционалды моделін жасау қажеттілігінен көреміз, бұл білім беру технологияларын мақсатты елестетуден бастап жобалау мен жүзеге асыру үрдісін егжей-тегжейлі көруге мүмкіндік береді. Робототехника саласындағы іскери кәсібилікті қалыптастыру үшін оқу процесі субъектілерінің өзара әрекеттесу үдерісі үшін цифрлық технологияларды қолдана отырып робототехника бойынша білім беру технологияларын тиімді жобалаудың алғышарты болып табылатын цифрлық экоортаны ұйымдастырдық.

**Түйін сөздер:** цифрландыру, STEM-білім беру, білім беру технологиясы, робототехника, цифрлық экоорта, технологиялық карта.

Қ.М. Мухамедиева<sup>1</sup>, Г.Ш. Нургазинова<sup>1</sup>, И.Ш. Абишева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Павлодарский педагогический университет имени Әлкей Марғұлан, г. Павлодар, Казахстан

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО РОБОТОТЕХНИКЕ

*Аннотация*

В плане стратегического развития казахстанских вузов одной из ключевых задач является формирование цифровой трансформации. Для современного высшего образования цифровая трансформация является важной составляющей процесса изменений на общество в целом. Вопросы всеобщего обучения преподавателей к проведению основных и дополнительных занятий по образовательной робототехнике повсеместно в школах, колледжах и вузах на сегодняшний день является важной проблемой. Сейчас системе образования требуются педагоги, которые на высоком уровне владеют соответствующими методиками обучения. Цель данной статьи исследовать подход к проектированию образовательной технологии по образовательной робототехнике. Данный подход позволит нам обеспечить организацию учебной деятельности по робототехнике таким образом, что будет гарантировано достижение результата обучения. Для решения проблемы и достижения цели исследования нами выявлена необходимость в разработке функциональной модели проектирования образовательной технологии по робототехнике. Разработанная модель предоставит возможность целостного представления детализации процессов проектирования и реализации образовательной технологии. С целью формирования деятельностного профессионализма в области робототехники была организована цифровая экосреда как процесса взаимодействия субъектов образовательного процесса. Организация такой экосреда это необходимое условие для эффективного проектирования образовательных технологий по робототехнике с использованием цифровых технологий.

**Ключевые слова:** цифровизация, STEM-образования, образовательная технология, робототехника, цифровая экосреда, технологическая карта.

*K.M. Mukhamediyeva<sup>1</sup>, G.Sh. Nurgazinova<sup>1</sup>, I.Sh. Abisheva<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> Pavlodar Pedagogical University named after Alkey Margulan, Pavlodar, Kazakhstan*

## **DESIGN AND IMPLEMENTATION OF EDUCATIONAL TECHNOLOGIES ON ROBOTICS**

### *Abstract*

The formation of digital transformation is a objective for Kazakhstani universities at the highest strategic level. An important problem is the widespread training of teachers to conduct basic and additional classes in robotics in schools, colleges and universities. The education system has a clear need for teachers who are proficient in appropriate teaching methods at a high level. The purpose of this article was to study the approach to designing educational technology (ET) in robotics, which allows organizing educational activities in robotics to ensure the achievement of learning outcomes, which is what our study is devoted to. We see the solution to these problems in the need to develop a functional model for the design of educational technology in robotics. The process of interaction between the educational process subjects involved in the formation of activity-oriented professionalism in robotics has led to the organization a digital environment, which is a prerequisite for the effective design of ET in robotics utilizing digital technologies.

**Keywords:** digitalization, STEM education, educational technology, robotics, digital environment, technological map.

### **Кіріспе**

Бүгінгі таңда Қазақстан Республикасының білім беру мекемелерінің, оның ішінде педагогикалық жоғары оқу орындарының алдында білім беруді цифрландыру саласындағы мамандарды жүйелі түрде даярлау мәселесі тұр, оны болашақ мұғалімдерді цифрлық технологияларды пайдалану жағдайында кәсіби қызметін жүзеге асыруға дайындау деп қарастырамыз [1].

Постцифрлық білім берудегі және биоцифрлық технологиялардағы төртінші өнеркәсіптік революцияның басталуына байланысты сұраныстың артуы жағдайында робототехника адам интеллектін қолдауда және ғылым, технология, инженерия мен математика Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) және жоғары білім берудің кең салаларындағы зиялылардың дамуына ықпал етуде маңызды рөл атқарады.

Жоғары оқу орындар (ЖОО) үшін сандық трансформациялауды қалыптастыру жоғары стратегиялық деңгейдегі басты міндет болып табылады. Жоғары білімнің цифрлық трансформациясы - бүкіл қоғамға әсер ететін өзгерістер үрдісінің бөлігі.

Автоматтандыру, жасанды интеллект, 3D нысанды модельдеу технологиясы, робототехника, робототехника және мехатроника, «үлкен деректермен» ғылым, технология, инженерия мен математика (STEM) және жоғары білім берудің кең салаларындағы білім мен адами капиталға негізделген экономиканы дамытуға ықпал етеді. Айта кетерлігі, STEM ұзақ уақыт бойы әртүрлі кәсіптік салалардағы көптеген адами жобалар мен міндеттерді жүзеге асыруға көмектесе отырып, жоғары білім беру инфрақұрылымы мен сараптамалық орталықтардың зерттеулерін дамытуға үлес қосып келеді [2-4].

Сондықтан студенттердің оқуына енгізуге қолайлы озық цифрлық технологиялар мәселесін төртінші өнеркәсіптік революцияның осы элементтеріне сүйене отырып шешуге болады. Өнеркәсіптік революцияны жүзеге асырудың және экономиканың заманауи дамуының маңызды салаларының бірі болып табылатын робототехника саласы мамандарды, оның ішінде робототехника пәнін оқытатын мұғалімдерді даярлауды талап етеді. Мектептер, колледждер және жоғары оқу орындарында робототехника бойынша негізгі және қосымша сабақтарды өткізетін мұғалімдерді жан-жақты дайындау маңызды мәселе болып табылады. Білім беру жүйесінде оқытудың тиісті әдістемелерін жоғары деңгейде меңгерген мұғалімдерге деген қажеттілік айқын [1].

### **Зерттеу материалдары және әдістері**

Қазақстандағы жоғары технологиялық өнеркәсіп секторларының дамуы мектептегі білім беру жүйесін білім интеграциясына және STEM-білім беру ролін арттыруға бағытталған білім

беруді дамыту стратегиясына әсер етті. STEM-білім беру бағыты пәнаралық және қолданбалы тәсілді пайдалана отырып, жаратылыстану ғылымдарын инженерия, технология және математикамен үйлестіре отырып оқытуды қамтитын толыққанды жүйелі білім беруді көздейді. STEM-білім беру аясында робототехниканы зерттеу және оның мүмкіндіктерін басқа пәндердің оқу үдерісінде пайдалану дегенді білдіретін білім беру робототехникасы кеңінен таралған болатын: мектепке дейінгі дайындауда [5]; бастауыш мектепте [6, 7]; арнайы кәсіби даярлық ретінде ЖОО-да [8, 9, 10]; оқушылар мен студенттердің мотивациясын арттыруда [11, 12, 13]; пәнаралық білімді тереңдетудің бірегей құралы ретінде [14, 15].

Мектеп жүйесіне робототехниканы енгізу білім беру робототехникасын оқытуға дайын мұғалімдерді сапалы дайындау қажеттілігін анықтады. Қазіргі таңда педагогикалық жоғары оқу орындары болашақ информатика және робототехника мұғалімдерін дайындап жатыр [1].

Білім беру робототехникасы бойынша оқитын студенттерді болашақ педагогикалық іс-әрекетке даярлаудың шарттарын қарастырған зерттеуші ғалымдар көп емес. Робототехниканы оқыту әдістемесін әзірлеудің бастамасы бір топ ғалымдардың TERESoP - білім беру робототехникасы және оны оқыту әдістемесі саласындағы мұғалімдердің біліктілігін арттыру жобасы аясындағы зерттеуінде қаланды [14]. Зерттеуде робототехниканы оқытудың белсенді әдістері, конструкциялық негізде құрылған дидактикалық құралдар қарастырылады. Қолданыстағы әзірлемелерге қарамастан, робототехниканы оқытудың сипатталған тәжірибесі бар көптеген зерттеулер эмпирикалық материал болып табылады, робототехниканы оқыту аясында мұғалімнің оқушыға педагогикалық әсерін дамыту және оны жетілдіру мәселелерін шешу жолдары толық сипатталмаған, робототехника бойынша оқу материалын әзірлеу технологиясын қамтымайды. Көп жағдайда конструкцияға негізделген оқыту әдістері мен түрлерін қолдануда қиындықтар туындайды, жобалар әдісі ішінара ғана қолданылады, материал көп жағдайда дайын және қадам бойынша нұсқаулар түрінде беріледі. Әдістемелік жүйенің құрамдас бөлігі болып табылатын білім беру технологиясы деп аталатын әдісті қолдану арқылы аталған олқылықтарды жоюға болады. Егер әдістемелік жүйе мынадай міндеттерді шешуге бағытталатын болса: 1) нені оқыту керек? 2) неге оқыту керек? 3) қалай оқыту керек? Онда оқыту технологиясы, ең алдымен, үшінші сұраққа бір маңызды қосымшамен жауап береді: 4) қалай тиімді оқыту керек? Осылайша, әдістемелік оқыту жүйесі білім беру технологиясын дамытудың негізін құрайды, жүйенің мәліметтері робототехниканы оқытудың нақты жағдайында оқыту әдістерін, құралдарын, формаларын таңдау үшін пайдаланылады.

Оқыту теориясының әдіскерлері П.И. Пидкасистый, В.А. Слостенін және тағы басқа зерттеушілер өз еңбектерінде оқу үдерісінің тиімділігін арттырудың кепілді жолдарының бірі оқу технологиясын пайдалану екендігін дәлелдеді.

Білім беру технологиясы (білім беру саласындағы технологиялар) – оқытудың барлық саласында тиісті нәтижеге жетудің ғылыми және практикалық негізделген әдіс-тәсілдерінің жиынтығы. Білім беру технологиясын оқыту процестері мен ресурстарын жобалау, дайындау, қолдану, басқару және бағалаумен байланыс жүзеге асырылатын алаң деп қарастыруға болады. В.П. Беспалько, Ю.К. Бабанский және басқа да ғалымдардың зерттеулері білім беру технологиясына негізделген оқытушының жұмыс жүйесін жобалау мәселесіне арналған. Жоғарыда аталған ғалымдардың зерттеулеріне сәйкес білім беру технологиясы күрделі элементтер жүйесі болып табылады және оқытудың әсер ету үрдісінде нәтижеге жетуге кепілдік беру үшін оқу үдерісін ұйымдастырудың алгоритм бойынша қадамдар тізбегін дәл құрастыру қажет.

Білім берудің әдістемелік жүйесі аясындағы білім беру технологиясының құрылымы қойылған білім беру мақсатына сәйкес көптеген факторлармен анықталады және оған төмендегілер енеді:

– күзиреттілік-мақсатты кезең: студенттердің күзиреттіліктерінің бастапқы деңгейіне талдау жүргізіледі, соған қоса пәнді оқу барысында қалыптасатын күзиреттер жиынтығы таңдалады және оқу мақсаттары анықталады;

– мазмұнды кезең: білім мазмұны үлгілік оқу жоспарлары, кәсіптік оқытудың типтік оқу бағдарламалары, студенттердің мүмкіндіктері, ғылым мен техниканың дамуының қазіргі заманғы тенденциялары, сондай-ақ оқу материалын меңгерту логикасына сәйкес оқыту бағдарламасына орналасуы ескеріле отырып таңдалады;

– әдістемелік кезең: оқу материалының мақсаты мен мазмұнына сәйкес әдістемелік қамтамасыз етуді әзірлеу, оқу құралдарын таңдау немесе оларды аспаптық-дидактикалық құралдармен құру, жүйедегі әрбір тақырыптық блоктың мазмұны қалыптастырылады;

– бағалау және диагностикалық кезең: диагностикалық жүйені және әрбір тақырыптық блок бойынша бақылау-өлшеу материалдарын әзірлеу, қойылған мақсатқа жетуді бағалайды.

Елімізде және әлемдегі робототехниканы оқытудың жай-күйін талдауымыз көрсеткендей, робототехниканы оқыту әдістемесін құру кезінде авторлар білім беру технологиясын қолданады, бірақ олардың зерттеулерінде білім беру робототехникасы педагогикалық жобалаудың нысаны ретінде толық пайдаланылмаған.

Робототехниканы оқыту материалдарын әзірлеу технологиясын толық қамту үшін робототехника бойынша оқытуда нәтижелерге қол жеткізуге кепілдік беретін педагогикалық жобалаудың нысаны ретінде білім беру технологиясын пайдалану қажет екені анық болғандықтан, біз жүргізген зерттеулер осы мәселелерге арналған.

Робототехниканы оқыту технологиясын жобалау сандық технологияларды қолдану арқылы іске асырылуы мүмкін робототехника саласындағы сараптамалық білім мен шешімдерді қамтитын қатаң логикалық жүйелілікті қажет етеді.

В.В. Гриншкун, Е.Ы. Бидайбеков, Т.О. Балыкбаев, М.П. Лапчик, Ж.К. Нурбекова және т.б. [1, 9, 16] ғалымдардың еңбектері сандық трансформациялау мәселелеріне арналған. Бұл зерттеулерде сандық трансформациялау жоғары оқу орындары үшін жоғары стратегиялық деңгейдегі басты міндетке айналып отырғаны аталып көрсетілген. Цифрландыру іргелі деңгейде бар мәселелерді шешу ретінде ЖОО-лардың жалпы дамуына біріктірілген. Сондай-ақ цифрландыру жоғары оқу орындарының беделін және халықаралық деңгейде көрінуін арттыру, қоғамдағы орнын кеңейту және нығайту үшін жаңа мүмкіндіктер мен іс-қимыл бағыттарын тудырады.

Бірнеше мақалада цифрлық технологияларды педагогикалық жобалау үшін қолдану қарастырылған. Педагогика ғылымдарының докторы Д.Ш. Матрос мектептердегі информатика сабақтарының жүйесін жобалау бағдарламасын құрастырды. Сонымен қатар профессор Ж.К. Нурбекова [9] оқу курсының мазмұнын жобалауға мүмкіндік беретін графикалық теорияны пайдалана отырып, мазмұны құрылымдалған және оның ақпараттық моделі құрастырылған бағдарламалық қамтамасыз етуді жасады. Зерттеу тек білім беру мазмұнын құрылымдау саласын қамтыды, бірақ соған қарамастан білім беру процесін құруда цифрлық технологияларды пайдалану қажеттілігін көрсетеді.

Робототехника бойынша білім беру технологияларын жобалауға арналған бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу білім беру робототехникасын оқытудың мазмұнын педагогикалық ЖОО-ларға қатысты пәнаралық мазмұнды ескере отырып құрылымдауды, робототехниканы оқытудың әдістемелік жүйесін жүйелеуді және формализациялауды талап етеді.

Робототехника бойынша білім беру технологиясын жобалауға ұсынылып отырған көзқарас пәнаралық деректер мен зерттеулердің мақсатты нәтижесі болып табылатын робототехника бойынша оқу іс-әрекетін жобалау әдісімен ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, робототехникада STEM (ғылым, технология, инженерия және математика) жобаларын қолдану оқушылардың дағдылары мен құзыреттіліктерін, соның ішінде сыни ойлауды, мәселелерді шешуді, ынтымақтастықты және техникалық шеберлікті дамытады.

### **Нәтижелері мен талқылау**

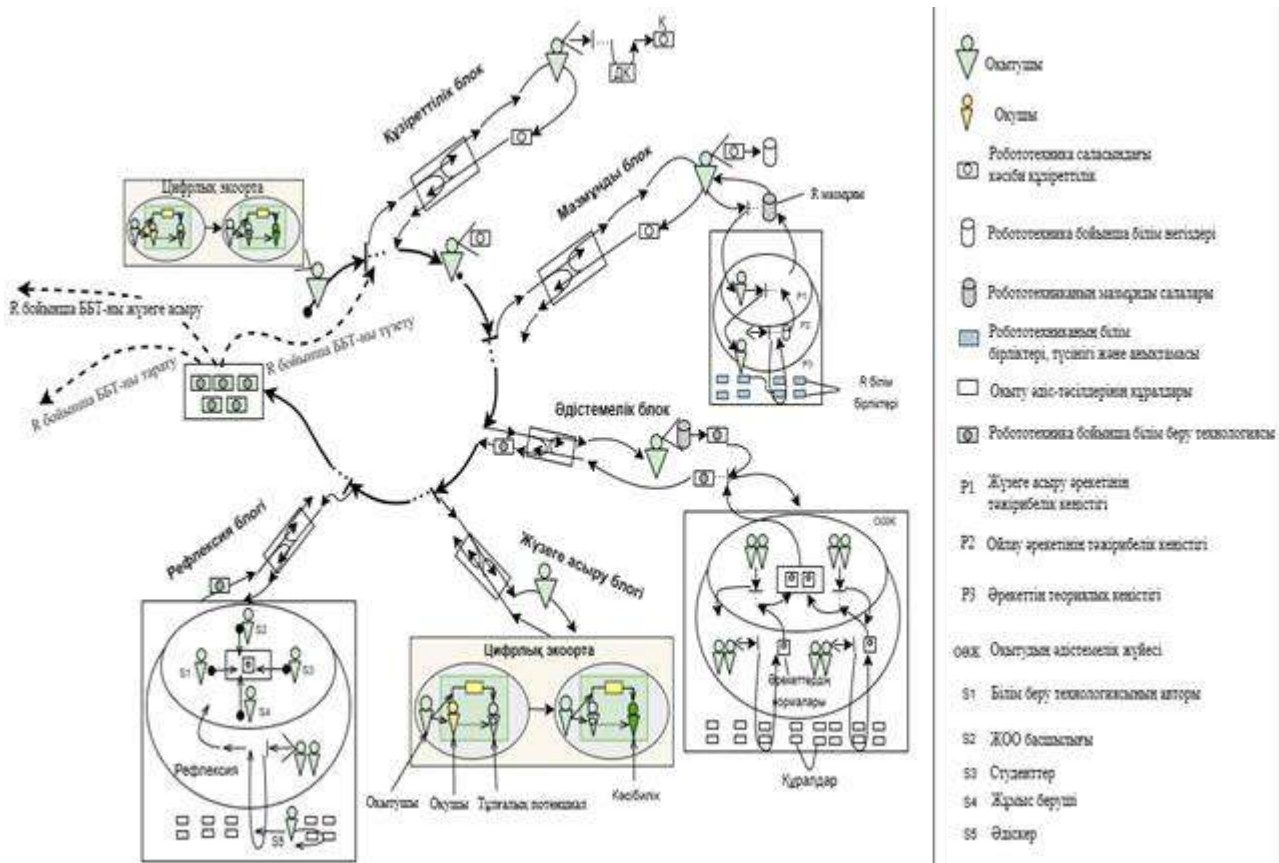
Білім беру технологиясын жобалау – педагогикалық объектіні жобалауға жүйелі көзқарасты қажет ететін көп сатылы әрекет. Білім беру технологиясының барлық

элементтеріне талаптар қойылады. «Ойластыру» кезеңінен бастап нәтижелерді енгізу және таратумен аяқталатын білім беру технологияларын жобалау процесінің өндірістік қабілеттілігін көрнекі түрде көрсету үшін схемалық бейнелерді қолдандық [17].

Модельді құру үшін функционалдық модельдеу құралдарын қолдандық. Функционалдық модельдеу деп автоматтандыру объектісінің немесе жеке процестердің функционалдық үлгілерін құру процесі түсініледі. Робототехника бойынша білім беру технологияларының жобалау ерекшеліктерін, жобалау ретін, әрекеттің әдістемелік теориясының тілін және схемалық бейнелерді [17] пайдалана отырып, білім беру технологиясын жобалаудың функционалдық моделі құрастырылды (1-сурет).

Ұсынылып отырған робототехника бойынша білім беру технологиясын жобалаудың функционалдық моделі білім беру технологиясын жобалау мен жүзеге асыруды тұтас көріністен егжей-тегжейлі процестерге дейін көруге мүмкіндік береді.

Бұл модель құзіреттілік, мазмұнды және әдістемелік блоктар бойынша білім беру технологияларын жобалаудың логикалық дәйекті кезеңдерін сипаттайды, сонымен қатар диагностика мен кері байланыс үшін жүзеге асыру үдерісі мен рефлексияны ұйымдастыруды көрсетеді.



Сурет 1. Білім беру технологиясын жобалаудың функционалдық моделі

Білім беру технологияларын жобалаудың функционалдық үлгісіне құзіреттіліктерді анықтау блогі (мақсат/оқытудың жоспарланған нәтижелерін қою), оқыту мазмұнын қалыптастыру блогі, әдістемелік блогі (робототехниканы оқытудың әдіс-тәсілдерін, құралдарды таңдау), цифрлық экоортада білім беру технологиясын енгізу блогі, рефлексия блогі (білім беру технологиясын талдау, бағалау, қажет болған жағдайда түзету) енеді.

Робототехника саласындағы қызметтік кәсібиілікті қалыптастыру үшін білім беру үдерісі субъектілерінің өзара әрекеттесу процесі, цифрлық технологияларды пайдалана отырып,



робототехника бойынша білім беру технологияларын тиімді жобалаудың қажетті шарты болып табылатын цифрлық экоортаны ұйымдастырдық. Цифрлық экоорта білім беру процесіне қатысушылар арасындағы қарым-қатынасты ұйымдастыруға баса назар аудара отырып түсіндіріледі.

Цифрлық экоорта мұғалімнің ІТ құралдарын пайдалана отырып, білім беру технологияларын жобалайтын және жүзеге асыратын кеңістікті құрайды. Білім беру технологияларын жобалау және жүзеге асыру кезеңдеріне сәйкес цифрлық экоортада күзiреттiлiктердi дамыту блоктары, оқыту мазмұны, оқытудың нақты үлгілері, диагностикалау және бақылау блоктары анықталады. Оқытуды жүзеге асыру үшін цифрлық технологияларға негізделген оқу құралдары мен ресурстары да (Augmented reality (AR) объектілерінің элементтері бар цифрлық білім беру ресурстары, білім беру технологияларын жобалауға арналған компьютерлік бағдарлама, білім беру робототехникасы бойынша электронды практикум, анимациялық презентациялар, STEM зертханалары мен саябақтары, роботтық платформалар) өте маңызды.

Робототехника бойынша білім беру технологияларын оқыту мұғалімінің цифрлық экоортаны жобалаудағы орталық элемент болып табылатыны - бағдарламалық қамтамасыз ету, білім беру технологиясы бойынша оқыту үдерісін кезең-кезеңмен сипаттайтын технологиялық карта жасау, оның мазмұны роботтың өмірлік циклінің логикасына сәйкес (жоспарлау, прототиптеу, жобаны бағалау, диагностикалау, құжаттамалау) құрылымдалған. Технологиялық карта мақсаттарды (жоспарланған нәтижелерді), технологияның ұзақтығын, материалдық-техникалық базаны, мақсатты топты және алғышарттарды, оқу іс-әрекетін, мақсатқа жетуді бағалауды, білім беру технологиясын басқару механизмдерін қамтиды.

Технологиялық карта – бұл кадамдық, кезеңдік әрекеттер тізбегі түріндегі процестің сипаттамасы (2-сурет).

«Мақсат қою» блогі белгілі бір тақырып бойынша негізгі микромақсаттарды қамтиды. Микромақсаттар жоба картасын жасау кезеңінде қалыптасады, болашақта технологиялық картаның «мақсат қою» блогіне микромақсаттар енгізу ғана қалады. Әрбір тақырып бойынша 2-ден 5-ке дейін диагностикаланатын микромақсаттар анықталады. Микромақсаттар нақты және қысқа тұжырымдалған, олар диагностикаланады - диагностикалық тапсырмалар әрбір микромақсатқа сәйкес келеді.

Диагностикалық компонентті жобалау кезінде диагностика (өздік жұмыс) күрделіліктің үш деңгейіндегі төрт тапсырманы қамтитындығынан шығамыз:

- бірінші деңгей (міндетті) – бұл деңгей студенттің робототехника бойынша базалық деңгейдегі есептерді шешу үшін меңгерген ақпаратты қолдануын көздейді;
- екінші деңгей күрделі есептерді шешу үшін үйренген ақпаратты қолдану қабілетін көздейді (біріктірілген білімді пайдалана отырып, көп әрекеттермен);
- үшінші деңгей – ақпаратты меңгеру және білім мен білікті түрлендіру арқылы кез келген шығармашылық есептерді шеше білу қабілеті.

«Өздік даярлыққа арналған тапсырма». Өздік даярлыққа арналған тапсырма диагностикалауға кепілдік берілген дайындықты қамтамасыз етуі керек. Тапсырмаларды диагностикалау жүйесі көп деңгейлі болғандықтан, өзін-өзі дайындауға арналған тапсырмалар күрделіліктің үш деңгейіне сәйкес келеді. Оқу тақырыбының «логикалық құрылымы» - бұл әр сабақтағы іс-әрекеттердің сипаттамасы, микромақсаттан микромақсатқа жету траекториясы, жақын даму аймағына қозғалыстың траекториясын анықтау. Оқу процесінің логикалық құрылымы – оқу пәні мазмұнының логикалық құрылымымен біріктірілген сабақтар тізбегі. Курстың логикалық құрылымы оқу тақырыптары бұзылмайтындай етіп құрастырылған.

«Түзету». Бұл жоба циклін жабатын технологиялық картаның соңғы құрамдас бөлігі. Бұл блок диагностикалаудан өте алмаған, яғни нақты микромақсат көлемінде оқу материалын меңгермеген студенттерге арналған. Мұғалім типтік қателерді анықтайды және жүйелейді,

олардың алдын алу және жою жолдары мен әдістерін ұсынады. Бұл блокта берілген типтік қателер студентке өзін-өзі бақылауға көмектеседі.

Осылайша, технологиялық тәсіл негізінде құрылған оқу процесі:

- тұлғаға бағытталған, оқушыны саналы және өз бетінше өзіндік оқу траекториясын құратын субъектіге айналдырады;
- ашық болады және оқушылардың шамадан тыс жүктемесін азайтады;
- әр оқушының оқу материалын меңгеруіне кепілдік береді және оқу материалын меңгеру деңгейін объективті және біржақты бағалауды қамтамасыз етеді;
- оқушылардың өз бетінше танымдық әрекетін ұйымдастырады;
- білім беру бағдарламасының мақсатына сәйкес студенттердің кәсіби құзіреттілігін қалыптастырады. 2-суретте «Жарыс көлігі» жобасы бойынша технологиялық картаның үлгісі берілген.

«Жарыс көлігі» жобасы					
Оқу процесінің логикалық құрылымы	Құзіреттіліктер		Оқыту әдістері		Оқыту ортасы
			Жобалау әдістері, ойын технологиялары, жарыстар		Платформалар: LegoMindstorms Education EV3/NXT, Arduino жынтығы, ПЖ: LabView, C++, RobotC
	Оқуға арналған тақырыптар		Оқыту тәсілі		Ресурстар
			Топтық, командалық, ойындық		ЦББPNо2,3,5,7, 14 Практикум: Тарау 1,5,6,7,8
Максат қою		Күні	Диагностика	Күні	Түзету
<b>1М. Білу</b> - жылжымалы роботтарды құрастыру механизмдері; - берілген траектория бойынша жарысқа арналған шиналардағы роботтарды құрастыру. <b>2М. Білу</b> - берілген траектория бойынша жылдам қозғалуға арналған бағдарлама алгоритмін құру; - кедергілерді айналып өтіп, қоршаулар шетімен қара сызықтар бойынша жүретін роботтарға арналған бағдарлама құру.			D1-2. Белгілі уақыт ішінде кедергілерді айналып өтіп, типтік элементтерден құрылған траектория бойынша старт зонасынан мәре зонасына дейін жүре алатын автономды роботты даярлау 		Типтік қателер
Өздік жұмысқа арналған тапсырмалар					
Күрделілігі ★ Құрастыру	Уақыт Программалау:	Күрделілігі ★★ Құрастыру	Уақыт Программалау:	Күрделілігі ★★★ Құрастыру	Уақыт Программалау:
Жылжымалы автономды роботты құрастыру. Берілген траектория бойынша жүре алатын роботқа арналған бағдарлама құру. 	Жылжымалы автономды роботты құрастыру. Берілген траектория бойынша жүре алатын роботқа арналған бағдарлама құру. Траектория типтік элементтерден (тунел, кішкентай төбешік) тұрады. 	Жылжымалы автономды роботты құрастыру. Берілген траектория бойынша жүре алатын роботқа арналған бағдарлама құру. Траектория типтік элементтерден (грамплин, үлкен төбешік) тұрады. 			

Сурет 2. Технологиялық карта

Жоғарыда айтылғандар негізінде, білім беру технологиясы бойынша оқыту процесі робототехниканы оқыту жобалары әзірленетін технологиялық карталарды құру бағдарламасы арқылы жүзеге асырылады.

### Қорытынды

Цифрлық трансформациялауды қалыптастыру ЖОО-лар үшін басты міндет болғандықтан, біз құрған цифрлық экоорта материалдық әлемнің жансыз объектілері, АКТ инфрақұрылымы, бағдарламалық қамтамасыз етуден ғана тұрмайды, сонымен қатар білім беру технологиясы арқылы жүзеге асырылатын білім беру үдерісіндегі өзара әрекеттесу қатысушыларын да қамтиды, онда студенттер мен мұғалімдердің, басқару органдарының қажеттіліктері, сондай-ақ олардың бір-бірімен өзара әрекеттесуі қанағаттандырылады. Бұл ретте тең құқылы басқару жүзеге асырылады: экологиялық ортаға, атап айтқанда, оқу процесінің субъектілеріне зиян келтірмей, білім беру процесіне қатысушылардың барлығының пікірлері келісіледі. Цифрлық экоорта цифрлық құралдар мен цифрлық шешімдер арқылы оқу және оқыту субъектілерінің өзара әрекеттесу ортасы ретінде ұсынылған.

Тәжірибелік-эксперименттік жұмыс барысында алынған мәліметтердің статистикалық өңдеу нәтижелері әдістемелік негіз ретіндегі цифрлық технологияларға негізделген білім беру технологияларын жобалаудың функционалдық моделін пайдалану робототехника бойынша білім беру технологиялары мұғалімдерінің жобалау деңгейін жоғарылататынын көрсетті. Білім беру технологиясын жүзеге асыруда цифрлық экоортаны пайдалану студенттердің робототехника бойынша оқу материалын меңгеру деңгейін арттырады.

*Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінен бөлінетін жобаны гранттық қаржыландыру (№AP13068252 грант) шеңберінде орындалды.*

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Балыкбаев Т.О., Бидайбеков Е.Ы. О подготовке педагогов в условиях цифровизации образования. *Высшая школа Казахстана*, №3.2018 (3), С.39-42. (In Russian)
- 2 Hughes, B. S., Corrigan, M. W., Grove, D., Andersen, S. B., & Wong, J. T. Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. *International Journal of STEM Education* 9(1). 2022 1–19. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00375-7>
- 3 Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., Zhang, N., Pang, Y., Wang, R., & Star, J. R. A systematic review of high impact empirical studies in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 2022. 72. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00389-1>
- 4 Wu, C. H., Liu, C. H., & Huang, Y. M. The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load. *International Journal of STEM Education*, 9(1). 2022. 1–22. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00346-y>
- 5 Keren G., Ben-David A., Fridin M. Kindergarten Assistive Robotics (KAR) as a Tool for Spatial Cognition Development in Pre-school Education. 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. - Vilamoura, Algarve, Portugal. - 2012.-October 7-12.
- 6 Bers M. U. *Beyond Coding: How children learn human values through programming*, Cambridge, MA: The MIT Press. 2022.
- 7 Benitti F.B.V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education* 58. - 2012. - P. 978–988.
- 8 Abishev N.K., Bidaibekov Y.Y., Dalinger V.A., Knyazyev O.V. Higher education in Russia and Kazakhstan in modern condition // *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*. - 2016. - V. 8. - Iss. 2. - Impact Factor: 0,101. - P. 117-127.

9 Nurbekova Zh., Mukhamediyeva K., Assainova A. *Educational robotics technologies in Kazakhstan and in the world: comparative analysis, current state and perspectives* // *Astra Salvensis*. – 2018. – V.6. – Iss. 11. – P. 665 – 686.

10 Tewolde G., Kwon J. *Robots and Smartphones for Attracting Students to Engineering Education. Proceedings of 2014 Zone 1// Conference of the American Society for Engineering Education (ASEE Zone 1). - 2014. North Central Section. P. 235-242.*

11 Zawieska K., Sorenson J., Vermeulen B. *Perspectives on Robots. A reality check on imagined futures.*- 2019, ISBN 978-87-7684-548-3.

12 Wyffels, F., Degraeve J., Hermans M.: *A Differentiable Physics Engine for Deep Learning in Robotics, Volume 13-2019.*-P.5–9.

13 Alfieri L., Higashi R., Shoop R., Schunn C. *Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills*// *International Journal of STEM Education*. 2015. Pittsburgh USA, P.57-62

14 Alimisis D. *Technologies for an inclusive robotics education. Open Res Europe 2021* (<https://doi.org/10.12688/openreseurope.13321.2>).

15 Carme J., Juan O.A. *Spatial ability learning through educational robotics*// *International Journal of Technology and Design Education, Tarragona, Spain, 2016. P. 185–203.*

16 Grinshkun V., Bidaibekov E., Koneva S., Baidrakhmanova G. *An essential change to the training of computer science teachers: The need to learn Graphics* // *European Journal of Contemporary Education*. – 2019. - V.8. – Iss. 1. – P. 25-42.

17 Цой В.И. *Модельные диалоги – инновационные средства формирования функционально-системного мышления учащихся. Вестник Инновационного Евразийского университета. 2021. № 3 ISSN 2709-3077. 15 – 25 с.*

#### References:

1 Baly`kbaev T.O., Bidajbekov E.Y. (2018) *O podgotovke pedagogov v usloviyax cifrovizacii obrazovaniya* [On the training of teachers in the context of digitalization of education]. *Vy`sshaya shkola Kazaxstana*, №3. (3), 39-42.

2 Hughes, B. S., Corrigan, M. W., Grove, D., Andersen, S. B., & Wong, J. T. *Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. International Journal of STEM Education* 9(1). 2022 1–19. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00375-7>

3 Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., Zhang, N., Pang, Y., Wang, R., & Star, J. R. *A systematic review of high impact empirical studies in STEM education. International Journal of STEM Education*, 9(1), 2022. 72. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00389-1>

4 Wu, C. H., Liu, C. H., & Huang, Y. M. *The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load. International Journal of STEM Education*, 9(1). 2022. 1–22. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00346-y>

5 Keren G., Ben-David A., Fridin M. *Kindergarten Assistive Robotics (KAR) as a Tool for Spatial Cognition Development in Pre-school Education. 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. - Vilamoura, Algarve, Portugal.- 2012.-October 7-12.*

6 Bers M. U. *Beyond Coding: How children learn human values through programming, Cambridge, MA: The MIT Press. 2022.*

7 Benitti F.B.V. *Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Computers & Education* 58. - 2012. - P. 978–988.

8 Abishev N.K., Bidaibekov Y.Y., Dalinger V.A., Knyazyev O.V. *Higher education in Russia and Kazakhstan in modern condition* // *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*. - 2016. - V. 8. - Iss. 2. - Impact Factor: 0,101. - P. 117-127.

9 Nurbekova Zh., Mukhamediyeva K., Assainova A. *Educational robotics technologies in Kazakhstan and in the World: comparative analysis, current state and perspectives* // *Astra Salvensis*. – 2018. – V.6. – Iss. 11. – P. 665 – 686.

10 Tewolde G., Kwon J. *Robots and Smartphones for Attracting Students to Engineering Education. Proceedings of 2014 Zone 1// Conference of the American Society for Engineering Education (ASEE Zone 1). - 2014. North Central Section. P. 235-242.*

11 Zawieska K., Sorenson J., Vermeulen B. *Perspectives on Robots. A reality check on imagined futures.- 2019, ISBN 978-87-7684-548-3.*

12 Wyffels, F., Degraeve J., Hermans M.: *A Differentiable Physics Engine for Deep Learning in Robotics, Volume 13-2019.-P.5–9.*

13 Alfieri L., Higashi R., Shoop R., Schunn C. *Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills// International Journal of STEM Education. 2015. PittsburghUSA, P.57-62*

14 Alimisis D. *Technologies for an inclusive robotics education. Open Res Europe 2021 (https://doi.org/10.12688/openreseurope.13321.2).*

15 Carme J., Juan O.A. *Spatial ability learning through educational robotics// International Journal of Technology and Design Education, Tarragona, Spain, 2016. P. 185–203.*

16 Grinshkun V., Bidaibekov E., Koneva S., Baidrakhmanova G. *An essential change to the training of computer science teachers: The need to learn Graphics // European Journal of Contemporary Education. – 2019. - V.8. – Iss. 1. – P. 25-42.*

17 Czoi V.I. (2021) *Model'ny'e dialogi – innovacionny'e sredstva formirovaniya funkczional'no-sistemnogo my'shleniya uchaschihhsya [Model dialogues - innovative means of developing functional-system thinking of students]. Vestnik Innovacionnogo Evrazijskogo universiteta. № 3 ISSN 2709-3077. 15 – 25. (In Russian)*

*N.N. Ospanova<sup>1</sup>\*, O.S. Li<sup>1</sup>, G.M. Tkach<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan*

*\*e-mail: [nazira\\_n@mail.ru](mailto:nazira_n@mail.ru)*

## THE PROJECT METHOD OF EDUCATION IN TRAINING FUTURE SPECIALISTS IN THE SPHERE OF INFORMATION TECHNOLOGIES

### *Abstract*

This article addresses the relevant topic of practice-oriented education in higher education institutions. Its objective is to examine the utilization of the project method as a teaching technology for IT students, analyzing its primary features and real-life application in pedagogical activities. The focus of the article is on the practical application of the project method in the study of "Web-technology" at Innovative Eurasian University in Pavlodar. It provides an overview of key concepts related to the project method, examines international experiences of this technology in education, and outlines the various stages involved in studying "Web-technology" with the project method. The experiment resulted in students developing projects that focused on local businesses in Pavlodar, which were well-received during the defense and used as a basis for diploma projects. The positive outcomes of this study demonstrate the practical relevance of the project method in education.

**Keywords:** project method, project technology, web-technologies, distance learning, education, information technologies.

*Н.Н. Оспанова<sup>1</sup>, О.С. Ли<sup>1</sup>, Г.М. Ткач<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан*

## АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР САЛАСЫНДАҒЫ БОЛАШАҚ МАМАНДАРДЫ ДАЯРЛАУ КЕЗІНДЕГІ ОҚЫТУДЫҢ ЖОБАЛЫҚ ӘДІСІ

### *Аңдатпа*

Бұл мақалада қазіргі білім беру үшін жоғары оқу орындарының білім беру процесіндегі практикаға бағдарлану мәселесі қарастырылады. Мақаланың мақсаты ІТ мамандықтарының студенттерін даярлаудың педагогикалық технологиясы ретінде жоба әдісін қолдануды қарастыру болып табылады. Бұл жұмыста оның негізгі аспектілері және нақты педагогикалық іс-әрекетте қолданылуы қарастырылады. Мақалада Павлодар қаласындағы Инновациялық Еуразия университеті базасында «Web-технологиялар» пәнін оқытуда жобалар әдісін қолдану туралы айтылады. Жоба әдісімен байланысты негізгі анықтамалар беріліп, пәндік салаға талдау жасалды. Аталған технологияны білім беру үдерісінде қолданудың халықаралық тәжірибесі қаралды. Өткізілген эксперимент нәтижесінде студенттер Павлодар қаласының жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарына бағдарланған жобалар әзірледі, олар қорғауда оң баға алды және дипломдық жобаларды әзірлеу үшін база ретінде пайдаланылды. Пәнді оқытуда Жоба әдісі технологиясын қолдану нәтижелері зерттеудің өзектілігін растайды.

**Түйін сөздер:** жобалар әдісі, жобалау технологиясы, web-технологиялар, қашықтықтан оқыту, білім беру, ақпараттық технологиялар.

*Н.Н. Оспанова<sup>1</sup>, О.С. Ли<sup>1</sup>, Г.М. Ткач<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Торайғыров университет, г. Павлодар, Казакстан*

## ПРОЕКТНЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### *Аннотация*

В данной статье рассматривается актуальный для современного образования вопрос практико-ориентированности в образовательном процессе высших учебных заведений. Целью статьи является рассмотрение применения метода проектов как педагогической технологии подготовки студентов ІТ

специальностей. В данной работе рассматриваются её основные аспекты и применение в реальной педагогической деятельности. В статье речь идет о применении метода проектов в изучении дисциплины «Web-технологии» на базе Инновационного Евразийского университета города Павлодар. Даны основные определения связанные с методом проектов и проведен анализ предметной области. Рассмотрен международный опыт применения данной технологии в образовательном процессе. В результате проведенного эксперимента студентами были разработаны проекты ориентированные на действующие предприятия города Павлодар, которые получили положительные оценки на защите и использованы в качестве базы для разработки дипломных проектов. Полученные результаты применения технологии метода проектов в изучении дисциплины подтверждают актуальность проведенного исследования.

**Ключевые слова:** метод проектов, проектная технология, web-технологии, дистанционное обучение, образование, информационные технологии.

## **Introduction**

At the present stage of society development there is a need for graduates of higher education institutions, who can apply their knowledge in real professional activities, to independently identify and solve emerging problems, to be able to think creatively. Every year the need to train and educate the younger generation in such a way that they can live in a modern open society, able to communicate with all the diversity of the real world, have a holistic view of the surrounding world and its informational unity is increasing. The need to orient education not only to the formation of a certain baggage of knowledge in students, but also to the development of cognitive and creative abilities, is obvious. Students should develop independence, initiative, be able to set goals, define tasks, and look for ways to achieve them. All these competences will allow successfully adapting to the future profession, as well as socializing in the society. The use of project activity in the training of future IT specialists allows the teacher to expand didactic capabilities, which allow transforming ordinary lessons into interactive, visualized ones, where a student can visually see the real process of software product development.

Authors, Btemirova R.I. considers the project activity of students as one of the main interactive forms of work with students. The paper describes in detail the analysis of the essence of the project method, which allows us to conclude that the project method stimulates the activity of the learning process, the development of creative abilities, forms professional competencies, increasing independence and personal growth. The author concludes that it makes sense to integrate this method into the educational process of a higher educational institution [1].

The analysis of the results of research on project activities, project technology, project method showed that these concepts are identical. Most researchers consider the project method as one of the ways to organize the educational process in the direction of individual research design.

Boone M., Orozco M., Sivakumar K., and Johnson K.W., researchers from abroad, have observed that current undergraduate and graduate programs are designed to train students to become researchers and professionals who can perform applied scientific research. Their research focuses on instructing students on the methodology of conducting scientific research. In modern academic education, research is often carried out through project-based learning, an innovative educational approach that emphasizes learning through practical application [2, 3].

The project method is multifaceted and finds its application in various areas of training future specialists. As an example, we consider the work of a team of scientists led by Larsen P., which examines the extensive experience of teaching compulsory philosophy courses to students from several programs at the University of Copenhagen. The authors highlight some of the lessons they learned to demonstrate the application of practice-oriented learning in teaching philosophy to science students [4].

The team of scientists Green S., Andersen H., and others in their work describe the application of the project method to teaching computer systems development. The authors show that motivation is improved by using valid examples taken from industrial projects and by using a set of industrial tools. The paper is illustrated with examples from courses and discussions of student evaluations and exam

results. The paper emphasizes the need for practice-oriented exercises and tests to support the development of abstraction skills [5, 6].

Ezeamuzie, N.O. looks at the development of several instructional approaches for teaching programming. Thirty-eight students from schools without technology participated in this study. The experiment consisted of 10 hours of project-based instruction. Using Friedman's repeated measures test and Spearman's rank correlation, trends in students' programming abilities were assessed. The results showed that students' programming abilities increased on the first day, remained stable throughout the intervention [7].

The project method can also be considered through the prism of engineering education, which according to Solodikhina, A., Solodikhina, M. should be changed following the changes in the labor market. The authors believe that the cult of innovation has led to the demand for innovators who have both the mindset of an inventor, who can see a problem and find a way to solve it, and the mindset of an entrepreneur, who is ready to implement this solution [8].

S.V. Zaitsev's research findings led us to the conclusion that project-based learning is a framework for enabling students to engage in independent and innovative activities. It is unique and specific as it allows to effectively use the creative potential of both the teacher and the student, integrate their knowledge, experience, while generating new ideas and solutions, promotes activation of independent and scientific work [9].

At the present stage of the development of the education system, the relevance of research using the project method is emphasized by the need to search for innovative and sustainable approaches to achieving success in the professional sphere. The relevance of research on the project method in this context is manifested by several key aspects, such as scientific and practical significance, optimization of the project management methodology, and the solution of practical problems. The study is based on experiments and practical experience and provides valuable information for the scientific and practical community in the field of education. The results obtained can be used to develop more effective strategies for applying the project method in real conditions.

Our research is focused on creating and evaluating a methodology for teaching future specialists in the information technology field using the project-based learning approach. The problematic provisions of the study are the methodological features of the organization of project activities of IT students, which contribute to the formation of professional competence of students. The project method consists in the fact that the students are set a goal - to develop a real software product, the range of tasks is determined, the time limit is set. In this case, the teacher guides students, observes their cognitive and research activities, allowing independent and creative approach to the learning process. Also, the teacher needs to emphasize the current state of the issue, supervise some specific points, correct inaccuracies in time, thus organizing an external evaluation of the activity. The productivity of a student's self-directed work is evaluated based on the quality and amount of knowledge gained, rather than the quantity of tasks completed, through the implementation of the devised methodology.

### **Materials and methods**

In our research, we carried out an experiment that involved implementing our project-based teaching methodology for the "Web-technology" course in a high school classroom. This methodology aimed to enhance students' research abilities, decision-making skills, independent analysis, and practical application of acquired knowledge, skills, and abilities, encouraging creative problem-solving. During "Web-technologies" at the Innovative Eurasian University, the students were tasked with developing a fully operational project (website) on a specific topic by the end of the semester. The sole requirement for conducting the experiment was the step-by-step development of the projects within the set timeframes. The project method includes the following stages: formulation of the problem; planning of ways to solve the problem, search and analysis of information; product development; defense of the project.



At the first stage of the experiment for two weeks students conducted a study of the object of research (as a rule it was real enterprises of the city) - collected the necessary information. Conducted an analysis of existing similar websites on their topics. The result of this stage was - the analysis of the subject area, the definition of the set of problems to be solved. As a result of this stage students formed a theoretical report. The role of the teacher at this stage was to accompany and guide students, explaining the main points. At this stage students had questions on the choice of sources for independent study of the subject area.

At the next stage of the experiment, which also lasted for two weeks, the algorithm and requirements for software and hardware were developed. A general algorithm for solving the tasks, requirements and selection of software tools, as well as a set of technical means were developed. At this stage, students applied the acquired knowledge in the study of other disciplines, such as "Computer systems architecture", "Operating systems" and the like. To implement the development of a website students independently determined what software will be used to achieve the goal. The choice has been made in favor of software CMS WordPress (with a condition of development of own themes), Django framework. As programming languages students have chosen PHP and Python. As a result, a report was also formed and further algorithm for the development of the software product. The main problematic issues of this stage were the choice of technology for the development of websites.

Then within 10 weeks there was the process of developing a website. This stage is the longest, most creative and therefore the most interesting. Students had to determine the functional load of the site, develop the structure of the website, determine the number and purpose of pages, set and location of visual components.

During the work on the projects students showed activity, creativity, independence. Students developed not only informational websites, but also automated workplaces. During the development of informational websites also showed creativity, such as the development of independent themes for CMS WordPress using HTML, CSS, PHP programming language, which allows you to develop the structure and content of the website strictly according to the requirements of the intended customer.

To evaluate the results of the projects, innovative criteria were identified, which took into account modern trends and requirements of Web development. Such criteria include the use of the latest technologies, mobile adaptability, security, Progressive Web Applications (PWAs), performance optimization, user interface (UI/UX), use of APIs and external services, modern patterns and architecture, automated testing, and compliance with standards. Each of these criteria can be adapted according to the specific requirements of the course and the objectives of the project in the discipline "Web-technologies".

### **Results and discussion**

The learning outcomes of the project method include the development of professional skills and preparation for successful practical activities rather than the classical assimilation of knowledge, skills and abilities. During the study of the discipline "Web-technologies" using the technology of the project method various websites were developed. Many websites had not only information component, but also automation of enterprise processes.

Since the project method involves not limiting students in the choice of means of solving the problem, the students themselves chose the development environment.

One of the results of work on the project was the developed website for the enterprise of Pavlodar region "Pavlodar heating networks" LLP (hereinafter LLP "PHN").

The website for PHN LLP is a web resource that combines information about the company and helps users obtain it in a high-quality and timely manner. In addition, the site makes it possible to automate the activities of the dispatch service and provide information about outages in real time.

The site for LLP "PHN" will be especially useful for:

- consumers of PHN LLP services;
- consumers who need information about outages.

Typical tasks solved with the help of the site for LLP "PHN":

- informing consumers about the company's activities;
- providing current information on blackouts.

The index.html home page contains a welcome screen, as shown in Figure 1 with a link to a page about the company and a news summary, where three recent news items are selected from the database, as shown in Figure 2. To make the site look more dynamic, the welcome text and button appear using the Animate.css library animations.

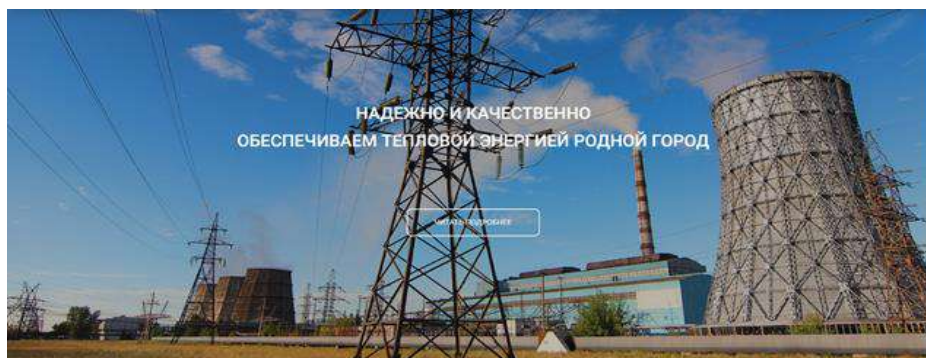


Figure 1. Welcome screen

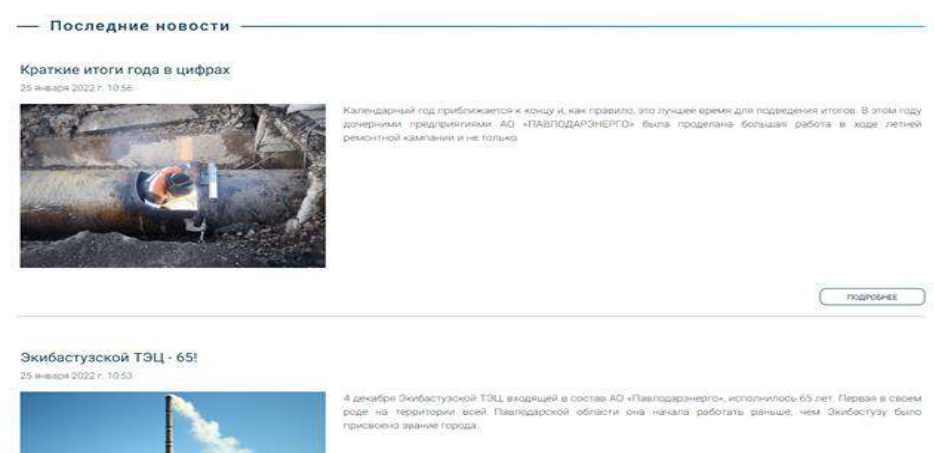


Figure 2. Selecting the latest news on the home page

The news is generated in a loop, where template elements are assigned values from the database table. Logging in to the system is carried out by the login and password issued by the site administrator. To log into the system, find the "Login to the system" link at the bottom of the site. The user must click on the link and go to the authorization form. Authorization form is shown in Figure 3. On the authorization form you need to fill in the required fields and click "Login".

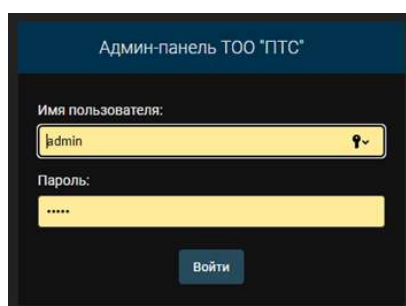


Figure 3. Authorization form

The main screen of the admin panel for the administrator LLP "PHN" is shown in Figure 4.

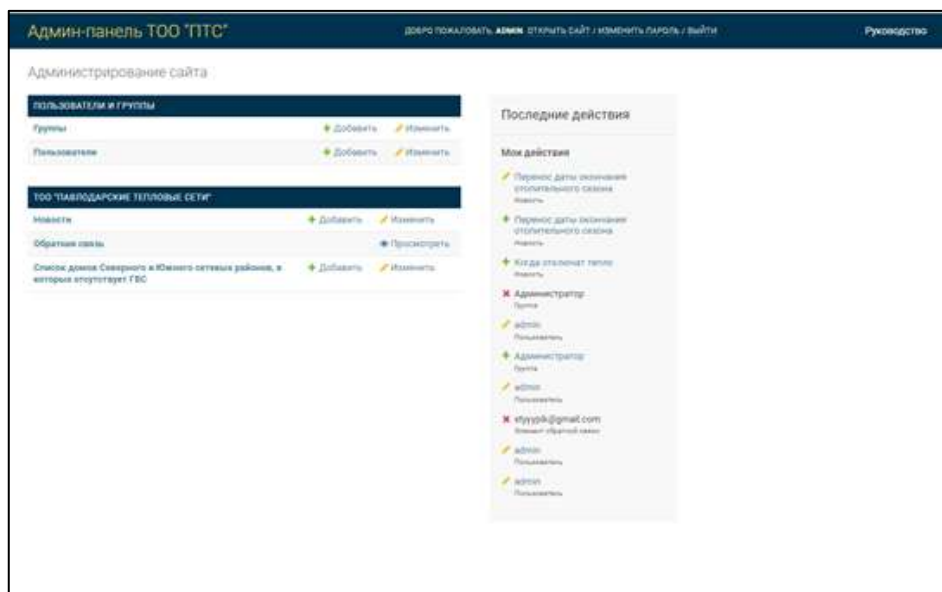


Figure 4. Main screen of the admin panel

The admin panel provides functionality for the administrator to create new users and groups, as well as to work with information in such blocks as "News", "Feedback", "List of houses in the Northern and Southern network districts without hot water supply" and "Pages", and for the dispatcher to work with the block "List of houses in the Northern and Southern network districts without hot water supply".

The functionality of the "News" block allows you to add, edit and delete entries from the table. Filtering by such fields as: "Publication", "Creation time", "Modification time". Hierarchy by dates is performed by the "Creation time" field. Checking the "Publication" field adds news to the site, if there is no such a checkmark, the news will not be displayed on the site. To add news, click on the "Add news" button. Go to editing by clicking on the field "ID" or "Title". Such actions as "Delete selected news", "Mark selected news as unpublished" and "Mark selected news as published" are provided.

The functionality of the Feedback block allows you to read messages from users. Filtering by such fields as: "Read", "Message type", "Date". The hierarchy by date is carried out by the field "Date". The checkbox in the "Read" field allows you to mark the messages that have already been read. The deletion process is performed by pressing the "Delete" button and "Yes, sure" to confirm the intentions. The following actions are provided: "Delete selected Feedback", "Mark selected messages as unpublished" and "Mark selected messages as published".

The functionality of the "DHCP list" block allows you to add, edit and delete table entries. Filtering by such fields as: "Network area", "Cause of no DHW", "Date of disconnection" and "Approximate date of elimination". Hierarchy by date is carried out by the field "Date of shutdown". For the fields "Approximate date of elimination" and "Reason" you can edit without necessarily viewing the record. To add, click on the "Add item to the list" button. You can go to editing by clicking on the "ID" field. Checking the field "Publish" performs the addition of the element to the site, if there is no such a checkbox the element will not be displayed on the site. There are such actions as "Delete selected List of houses in the Northern and Southern network areas with no DHW", "Mark selected items as unpublished", "Mark selected items as published" and "Export to Excel (.xls)". Data filtering is provided for each block.

The "Pages" block has the same functionality for editing and allows you to change the data on the pages of the site.

During the study, students had some questions for the instructor as a mentor. The main questions concerned the choice of sources as a basis for independent study and the choice of website development technology.

The authors conducted a survey among students enrolled in the educational program "Computer Engineering and Software". The data was collected online using a google form. The online survey made it possible to conduct a comparative analysis and visual interpretation of the data obtained for analysis. To determine the effectiveness of the project method for teaching the discipline "Web-technologies", a questionnaire was developed, which was offered to students at the beginning, middle and end of the experimental period. The survey was conducted anonymously for the purpose of impartiality of respondents. The students were divided into two groups. One group studied the discipline of "Web-technologies" using the traditional method, the other using the project method. At the initial stage of the study, the average level of knowledge of students in the control group was 65.3%, and in the experimental group – 63.4%. As a result of the experiment, the level of knowledge of students in the experimental group increased by 17.5%, and in the control group by 9%. This indicates the effectiveness of the project method in teaching students of IT specialties.

The implementation of the methodology created during the study for teaching the "Web-technology" course resulted in eight out of 14 students selecting website development as their topic for their diploma projects. During the defense of these projects, three students received a "good" grade, while five students earned an "excellent" grade. Two students provided feedback from businesses that their work is located on the enterprise server and are in the testing phase, as is considered the actual implementation of the developed software product.

In the process of implementing the above method, students gain professional skills, which will allow future professionals to decide on the field of future profession. If the trainee is interested in the field of work, he/she will choose this direction and will work in it purposefully.

As for the scientific significance of the research results, it is possible to emphasize the ability of students to expand their knowledge in a certain field, to provide new practical, sometimes non-standard approaches and solutions. An important aspect of scientific significance is the promotion of the development of project management methodology. The results obtained can be important for the scientific community and education, helping to improve processes, increase efficiency and create new technologies or methods.

## **Conclusions**

After conducting the study, a methodology was developed and tested for practice-oriented education, focusing on the project method, in training future specialists in the field of information technology. This method emphasizes practical skills and enables students to become more independent, creative, and effective problem solvers. Results from the experiment showed that the project-based approach was effective in developing competencies and skills in students, thereby preparing them better for their future careers as IT specialists. The findings of this study have practical and scientific significance and can be utilized in educational activities for training IT professionals.

This study emphasizes the importance of project-based learning in higher education, especially in the field of information technology. The results of the study show the need for graduates to have not only theoretical knowledge but also practical skills, creativity and problem-solving abilities. The authors discuss the implementation of their project-based methodology for teaching the Web-Technology course and the positive results they observed in student learning and project development. Project-based learning can be seen as an effective approach to bridging the gap between theoretical knowledge and practical application as it allows students to engage in real-world problem solving and gain practical experience and encourages students to think critically, take initiative and make decisions independently. This can lead to improved problem-solving skills and the ability to adapt to different situations, which are essential qualities in a professional environment.

Project-based learning can help students acquire practical skills, work on real-world projects and develop software products that have practical applications. The study examined the challenges that

students may face during project-based learning, such as time management, teamwork, and overcoming uncertainties. The study found benefits for students such as increased motivation, deeper understanding of concepts, and improved problem-solving abilities.

Project-based learning can be applied to disciplines other than IT. The results of the study may be applicable in exploring in more depth whether the approach is equally effective in different fields and considering the potential adaptations required for different subjects.

The role of the instructor in project-based learning is as a mentor, guide and facilitator to support students throughout their project. The study showed the importance of providing timely feedback and encouragement to students.

Overall, it can be concluded that this approach better prepares students for the labor market and aligns with the demands of an ever-changing professional landscape. The study provides valuable information about the potential of project-based learning in higher education institutions, especially in the field of information technology.

#### References:

- 1 Btemirova R.I., *Project method in the conditions of modern higher education // Modern problems of science and education.* – 2016. – №. 3. – P. 217-227.
- 2 Boon, M., Orozco, M., Sivakumar, K. *Epistemological and educational issues in teaching practice-oriented scientific research : roles for philosophers of science // European journal for philosophy of science.* – 2022. – T. 12. – №. 1. – P. 16.
- 3 Johnson, K. W. *An Exploration of Employer Participation in Internships and Other Work-Based Learning Experiences // Journal of Career and Technical Education.* – 2022. – T. 37. – №. 1. – P. 1-20.
- 4 Larsen, P. G., Fitzgerald, J. S., Riddle, S. *Practice-oriented courses in formal methods using VDM++ // Formal aspects of computing.* – 2009. – T. 21. – №. 3. – P. 245-257.
- 5 Green, S. et al. *Adapting practice-based philosophy of science to teaching of science students // European Journal for Philosophy of Science.* – 2021. – T. 11. – №. 3. – P. 75.
- 6 Malyuga, E., Sibul, V., Tomalin, B. *Project method and ICT opportunities of distance learning // Modern Journal of Language Teaching Methods (MJLTM).* – 2019. – T. 9. – №. 6. – P. 0-0.
- 7 Ezeamuzie, N. O. *Project-first approach to programming in K-12 : Tracking the development of novice programmers in technology-deprived environments // Education and Information Technologies.* – 2022. – P. 1-31.
- 8 Solodikhina, A., Solodikhina, M. *Developing an innovator's thinking in engineering education // Education and Information Technologies.* – 2022. – T. 27. – №. 2. – P. 2569-2584.
- 9 Zaitsev, V.S. *Metod proektov kak sovremennaya tekhnologiya obucheniya : istoriko-pedagogicheskij analiz. [The project method as a modern learning technology : historical and pedagogical analysis] // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta.* – 2017. – no. 6. - P. 52-62.

А.А. Өмірзақова<sup>1</sup>, З.К. Калкабаева<sup>1</sup>, М.У. Мукашева<sup>2\*</sup>, Л.К. Казангапова<sup>3</sup>, Д.С. Найманова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Национальная академия образования им. Ы. Алтынсарина, г. Астана, Казахстан

<sup>3</sup>Торайгыров университет, г. Павлодар, Казахстан

\*e-mail: mg.mukasheva@gmail.com

## ВОЗМОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ

### Аннотация

Актуальность исследования обусловлена растущим интересом педагогического, медицинского, психологического и родительского сообщества к вопросам безопасности школьного образования в условиях масштабной цифровой трансформации общества. В этом контексте изучение влияния виртуальной реальности на физическое и психическое здоровье обучающихся является одним из важных направлений современного образования. В статье представлены некоторые результаты эмпирического исследования поведения и общего физического состояния учащихся 5-11 классов при их погружении в виртуальную реальность. Предполагается, что результаты будут способствовать выявлению и устранению возможных проблем в использовании виртуальной реальности в образовании, в том числе и в общеобразовательной школе.

**Ключевые слова:** иммерсивные технологии, виртуальная реальность, образование, коллаборативное обучение, VR-игры, киберболезнь, физическое здоровье, психическое здоровье, агрессия, поведение.

А.А. Өмірзақова<sup>1</sup>, З.К. Калкабаева<sup>1</sup>, М.У. Мукашева<sup>2</sup>, Л.К. Казангапова<sup>3</sup>, Д.С. Найманова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, Астана қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Торайгыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан

## ОҚЫТУДА ВИРТУАЛДЫ ШЫНАЙЫЛЫҚТЫ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ЫҚТИМАЛ МӘСЕЛЕЛЕР

### Аңдатпа

Зерттеудің өзектілігі педагогикалық, медициналық, психологиялық және ата-аналар қауымдастығының қоғамның ауқымды цифрлық трансформациясы жағдайында мектептегі білім беру қауіпсіздігі мәселелеріне қызығушылығының артуына байланысты. Бұл тұрғыда виртуалды шынайылықтың оқушылардың физикалық және психологиялық денсаулығына әсерін зерттеу виртуалды шынайылық саласындағы маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Мақалада виртуалды шынайылыққа ену кезіндегі 5-11 сынып оқушыларының мінез-құлқы мен жалпы физикалық жағдайын эмпирикалық зерттеудің кейбір нәтижелері келтірілген. Нәтижелер білім беруде, оның ішінде жалпы білім беретін мектепте виртуалды шынайылықты пайдаланудағы ықтимал мәселелерді анықтауға және оның алдын-алуға ықпал етеді деп болжануда.

**Түйін сөздер:** иммерсивті технологиялар, виртуалды шынайылық, білім беру, бірлескен оқыту, VR ойындары, кибер ауру, физикалық денсаулық, психологиялық денсаулық, агрессия, мінез-құлқы.

Omirezakova A.A.<sup>1</sup>, Kalkabayeva Z.K.<sup>1</sup>, Mukasheva M.U.<sup>2</sup>, Kazangapova L.K.<sup>3</sup>, Naimanova D.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>Y. Altynsarin National Academy of Education, Astana, Kazakhstan

<sup>3</sup>Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

## POSSIBLE PROBLEMS WHEN USING VIRTUAL REALITY IN LEARNING

### Abstract

The relevance of the study is due to the growing interest of the pedagogical, medical, psychological and parental community in the safety of school education in the context of a large-scale digital transformation of society. In this context, the study of the impact of virtual reality on the physical and psychological health of students is one of the important directions in the field of virtual reality. The article presents some results of an empirical study of the behavior and general physical condition of students in grades 5-11 when immersed in virtual reality. It is assumed that the results will contribute to the identification of possible risks in the use of virtual reality in education, including in secondary schools.

**Keywords:** immersive technologies, virtual reality, education, collaborative learning, VR games, cyberbullying, physical health, psychological health, aggression, behavior.

### Введение

Иммерсивные технологии, известные как виртуальная и дополненная реальность, развиваются быстрыми темпами и внедряются во все сферы человеческой деятельности. В последние годы в связи с технологическими решениями, способствующими улучшению рынка и доступности иммерсивных технологий, все чаще стали обсуждаться вопросы об использовании виртуальной реальности для обучения. Возможно, повсеместному и масштабному использованию данной технологии в преподавании и обучении препятствовали значительная стоимость гарнитуры виртуальной реальности, высокие требования к сетевым ресурсам, трудоемкость разработки приложений виртуальной реальности для образования с учетом безопасности обучения. Изучение образовательных возможностей иммерсивных технологий - это относительно новое направление в области образования. Тем не менее, по прогнозам аналитических компаний и ученых перспективы развития и распространения виртуальной реальности достаточно высокие, и в самом ближайшем времени ее технологии непосредственно станут неотъемлемой частью образовательного процесса в учебных заведениях. Ожидается, что технологии 5G могут инициировать новую волну иммерсивных решений, представив пользователям виртуальной реальности возможность быстро загружать качественный и разнообразный виртуальный контент. По результатам исследования ассоциации XRA (XR Association), объединяющей экспертов, исследователей, разработчиков, производителей иммерсивных технологий, и международной юридической фирмы Perkins Coie LLP (2019) ожидается, что к 2025 году иммерсивные технологии могут стать такими же доступными и повсеместными, как и мобильные устройства [1]. Последующие результаты данного исследования показали согласие абсолютного большинства респондентов (97%) с тем, что иммерсивные технологии будут способствовать значительному прогрессу в образовании в течение следующих пяти лет [2,3]. Результаты недавних исследований российских ученых также подтверждают, что «практически каждый пятый младший подросток использует технологии дополненной и виртуальной реальности» в повседневной жизни [4].

В исследованиях отмечается, что наиболее важные и глобальные изменения внесут в обучение следующие возможности виртуальной реальности: получение несимволического (non-symbolic) опыта от первого лица, а также предоставление учебных материалов и ситуаций, реализация которых невозможна или сложно реализуема в реальной действительности; обеспечение благоприятных условий для свободного и непринужденного обучения с использованием концепции аватаров, способствующей снижению психологического напряжения; геймификация обучения, которая способствует реализации вовлеченного и захватывающего обучения в большей степени, нежели—традиционное

обучение; содействие изучению иностранного языка и снижению языкового барьера, так как среда виртуальной реальности, имеющая различные языковые настройки, позволяет учащимся взаимодействовать с окружающей их средой в различном формате (автономно, с командой, с учителем или без учителя) и сосредоточиться на реальности, где они находятся, чтобы извлечь максимальную пользу из этих занятий [5].

Следовательно, эти и другие возможности виртуальной реальности как учебной среды, альтернативной традиционному классному обучению, могут инициировать повышение мотивации и интереса к учебе, вовлеченности в процесс приобретения новых знаний, привлекательности научного и STEM-образования, тем самым улучшая результаты обучения. Результаты исследований по использованию виртуальной реальности в образовании показывают, что иммерсивные технологии имеют большие перспективы и ряд преимуществ, однако не исключают существования определенных проблем, в первую очередь, касающихся вопросов эргономики и здоровья обучающихся.

Предыдущие наши исследования показали, что среда обучения виртуальной реальности состоит из следующих структурных компонентов: педагогический, технологический, социальный и здоровьесберегающий. Технологический контекст включает в себя соответствие программного обеспечения и технических устройств требованиям полного погружения в среду виртуальной реальности. В педагогическом контексте охватываются содержание и средства обучения, соответствие учебной среды целям и ожидаемому результату, в социальном контексте – влияние на когнитивный процесс пользователя, его отношения к окружающей среде и обществу, а в здоровьесберегающем контексте - влияние на физиологическое, психологическое состояние пользователя [5].

**Целью исследования является** выявление возможных проблем, с которыми сталкиваются школьники при первом использовании виртуальной реальности в обучении.

В исследовании приняли участие учащиеся 5-11 классов общеобразовательной школы. В качестве виртуальной реальности были выбраны: обучающее VR приложение First Step и учебно-познавательные VR контенты National Geographic Explore VR. Погружение в виртуальную реальность выполнено с помощью VR гарнитуры Oculus Quest 2.

### **Методология исследования**

Виртуальная реальность — это не расширение ранее существовавшего носителя, например, добавление эффектов 3D в фильмы или на телевидение, её следует рассматривать как совершенно новую среду со своими уникальными свойствами и эффектами. И сейчас, когда виртуальная реальность стала доступной, и ожидается ее массовое внедрение в образование, возникает необходимость подумать о социальных аспектах данного явления [6].

В использовании виртуальной реальности для обучения в школе существует ряд вопросов, касающихся здоровья и безопасности, психоэмоционального и социального благополучия обучающихся. Учеными все чаще отмечается необходимость комплексных исследований проблем влияния виртуальной реальности на здоровье детей школьного возраста. Например, недавний опрос, проведенный исследователями показал, что использование виртуальной реальности вызывает у родителей обучающихся целый ряд вопросов: чем виртуальная реальность отличается от других медиаинструментов? Какое влияние оказывает виртуальная реальность на развитие детей? Есть ли когнитивные последствия длительного погружения в виртуальную реальность? Какие характеристики контента, представленного в виртуальной реальности, меняют взгляды и поведение детей? [7]. Не менее озабочены сообщества педагогов, психологов и медицинских работников по поводу перспектив воздействия информационных технологий, в том числе иммерсивных инструментов, на психику не только детей и подростков, но теперь и взрослых людей [8]. В исследованиях Драммонд и других авторов представлены результаты, противоположные предположению о том, что погружение в VR-игры может усиливать влияние на психику и поведение игрока, а также на проявление агрессивного поведения [9]. Исследование тайваньских ученых, которые изучили состояние



страха при погружении в виртуальную реальность с элементами жанра ужасов, выявило элементы PI и PSI, вызывающие страх. 145 студентов университетов сообщили о более высоком страхе перед элементами PSI, чем перед элементами PI (PI – такие сигналы окружающей среды, как звуковые эффекты и темнота, PSI – такие воспринимаемые правдоподобные действия, как приближение стрелы, автомобиля, зомби) [10]. В технологическом контексте исследователи считают, что повышение уровня точности (четкости изображения, точность навигации и охвата, детализированности действия) может помочь пользователям чувствовать себя комфортнее при погружении в среду виртуальной реальности [11].

Однако, несмотря на множество преимуществ, которыми располагают иммерсивные технологии для обучения, ряд обзорных исследований по виртуальной реальности перечисляют следующие проблемы [8,12,13]:

– киберболезнь (киберзаболевание) — вид болезни, которая может появиться при продолжительном и долгом пребывании в виртуальной реальности или при первом погружении в настоящую виртуальную среду. Симптомами киберболезни могут быть укачивание, головокружение, головные боли, тошнота, дезориентация и др.;

– переутомление зрительной функции – оно является одним из выраженных проблем при погружении в виртуальную реальность. Это связано с тем, что дисплеи VR-гарнитуры обычно расположены очень близко к глазам пользователей. Чтобы решить эту проблему, разработчики работают над созданием дисплеев для VR-гарнитур с более высоким разрешением и частотой обновления;

– изоляция – это, по мнению исследователей, также считается одной из проблем виртуальной реальности в социальном контексте. Это связано с тем, что VR-гарнитуры изолируют пользователей от внешнего мира, что может привести к чувству одиночества и беспокойства. Чтобы бороться с этим, разработчики создают коллаборативный опыт виртуальной реальности, который позволит пользователям взаимодействовать друг с другом в виртуальном мире;

– проблемы с конфиденциальностью возникают при передаче личных данных пользователя для работы с гарнитурой виртуальной реальности. Как подчеркивают эксперты, все эти данные собираются для повышения качества работы с виртуальной реальностью и включают в себя от биометрической информации до данных о местоположении. Существует риск утечки или использования этих данных без согласия. Чтобы снизить этот риск, важно использовать VR-гарнитуры только известных брендов и обеспечивать безопасность всей личной информации. Кроме того, эта проблема может быть преждевременной, например, гарнитуры-комплексы ClassVR, предназначенные для образования, управляются администратором без доступа к данным каждого пользователя VR очков;

– технологические проблемы и невысокий уровень разработанности VR рынка также могут быть причинами, которые препятствуют массовому использованию виртуальной реальности в образовании. Технологические проблемы, как и в случае с любой новой технологией, подразумевают неизбежность возникновения аппаратно-технических конфликтов по совместимости и настройке программного обеспечения для гарнитур виртуальной реальности. Незавершенность рынка VR-приложений, в основном, обусловлена временными затратами и необходимостью больших ресурсов для разработки. С каждым годом количество доступных VR-приложений растет, однако рынок образовательных VR все еще сильно отстает от других видов цифровых ресурсов для обучения, и это является одним из возможных препятствий для массового внедрения виртуальной реальности.

Вместе с тем многие исследователи утверждают, что такие проблемы являются неотъемлемой частью человеческого прогресса, и они будут присутствовать и в цифровом развитии. Отказ же от рисков и проблем, по сути, означает отказ от развития, последствия которых могут быть непредсказуемыми. Поэтому стремление свести все риски к нулю или их

преувеличение затрудняют процессы управления рисками. Такой подход может привести к цифровой изоляции ребенка или цифровой эксклюзии [14,15].

### Методы и материалы

В эмпирическом исследовании по изучению безопасности применения технологий виртуальной реальности использовалась высокотехнологичная VR– гарнитура Oculus Quest 2, характеристика которой представлена в Таблице 1. Приложения виртуальной реальности First Step и National Geographic Explore VR также были выбраны с учетом обеспечения наилучшего качества и минимальных неудобств для пользователей.

Таблица 1. Характеристика гарнитуры Oculus Quest 2

Название	Автономность	Особенности дисплея шлема (пиксель)	Частота кадрового обмена (Гц)	Инструмент управления	Возможности трансляции
Oculus Quest 2	без кабеля/ с кабелем	1440x1600 (на 1 глаз)	72 Гц	контроллер	Компьютер/ смартфон

Для измерения биометрики физического состояния, в частности, температуры, артериального давления и пульса, использовались специальные медицинские устройства: электронные тонометры и бесконтактные инфракрасные электронные термометры. Измерение проводились до погружения в виртуальную реальность и после. Присутствие других физиологических и психологических дискомфорта при погружении в виртуальную реальность определены с помощью опросника, разработанного авторами исследования на основе анкеты Sybersickness Questionnaire [15].

### Результаты и дискуссия

Результаты предыдущих исследований по изучению динамики биометрических данных пользователей при погружении в VR подтверждают, что окружающая обстановка и взаимодействие с аватарами, объектами виртуального мира действительно могут повлиять на температуру тела, частоту пульса, артериальное давление и другие. Вместе с тем результаты этих исследований также подчеркивают, что знания и опыт, применимые к безопасному использованию таких неиммерсивных цифровых технологий, как 2D, 3D или 360 видео, не могут быть автоматически переведены в иммерсивную виртуальную реальность, хотя эти технологии также используют аватары, эффекты присутствия и погружения. В этой связи, важность и необходимость долгосрочных исследований для предотвращения непреднамеренного негативного влияния на опыт пользователей в настоящей виртуальной реальности очевидны [16]. В ходе проведенного нами исследования выявлено, что колебания температуры тела наблюдаются при погружении в виртуальную реальность в пределах от – 2,1 до + 2, 3. Однако, у большинства участников (82,9%) колебание температуры отсутствует или наблюдаются незначительные колебания в пределах от -1 до 1 (Рисунок 1). Диаграмма колебания частоты пульса до и после погружения в VR показывает, что они менялись у немногих участников (11,84%) Однако полученные данные подтверждают, что при погружении в виртуальную реальность, частота пульса у некоторых участников все же увеличивается. Возможно, при погружении в виртуальную реальность также важно учитывать предыдущие опыты участников и их темперамент, которые могут повлиять на результаты эмпирических исследований (Рисунок 2).



Рисунок 1. Диаграмма колебания температуры тела до и после погружения в виртуальную реальность



Рисунок 2. Диаграмма колебания частоты пульса до и после погружения в виртуальную реальность

Ответы участников исследования на вопросы анкеты показали, что практически треть респондентов испытывали чувство дискомфорта, связанного с дисбалансом сохранения равновесия при навигации (27%), с помутнением зрения (37%), с тошнотой (13%) и др. Кроме того, 8% участников подтверждают, что у них был легкий страх и дрожь в теле, 28% - почувствовали признаки потливости. В большинстве случаев чувства страха и дрожание наблюдались у школьников подросткового возраста (12-13 лет).

## Заключение

В целом результаты данного эмпирического исследования согласовываются с выводами исследований [8,12,13,14] и не исключают наличие определенных проблем, которые нужно учитывать при использовании виртуальной реальности для обучения (или игры). В этом плане будет целесообразным включение в структуру среды виртуальной реальности здоровьесберегающие инструменты. Это подразумевает необходимость глубоких исследований по безопасному использованию VR в обучении. Возможно, на основе результатов комплексных и глубоких исследований с участием специалистов в области медицины, психологии, педагогики и информационных технологий могут быть разработаны рекомендации по данной проблеме. Виртуальная реальность является ведущей технологией, которая очень быстрыми темпами внедряется во все сферы деятельности человека, и перспективы ее использования в образовании очень высоки. Тем не менее, очень важно осознавать риски, связанные с виртуальной реальностью, и принять соответствующие меры, чтобы результаты использования VR были положительными и полезными.

*Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP14870741).*

## Список использованной литературы:

- 1 Perkins Coie LPP. (rep.). *Augmented and Virtual Reality. Survey Report.* – 2019. – Vol. 3, Ser. March.
- 2 Perkins Coie LPP. (rep.). *XR Industry Insider. XR Survey.* – 2021. – Vol. 5, Ser. July.
- 3 Rueda Márquez de la Plata, A.; Cruz Franco, P.A.; Ramos Sánchez, J.A. *Applications of Virtual and Augmented Reality Technology to Teaching and Research in Construction and Its Graphic Expression. Sustainability.* – 2023. – 15. – 9628. <https://doi.org/10.3390/su15129628>
- 4 Солдатова Г.У., Рассказова Е.И., Вишнева А.Е., Теславская О.И., Чигарькова С.В. *Рожденные цифровыми: семейный контекст и когнитивное развитие.* – М.: – 2022. – 356 с.
- 5 Mukasheva M., Kornilov I., Beisembayev G., Soroko N., Sarsimbayeva S., Omirzakova A. *Contextual structure as an approach to the study of virtual reality learning environment. Cogent Education.* – 2023. – 10, 1. <https://10.1080/2331186X.2023.2165788>
- 6 Bailenson, J. *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do.* W.W. Norton & Company. – 2019.
- 7 Aubrey, J. S., Robb, M. B., Bailey, J., & Bailenson, J. *Virtual Reality 101: What You Need to Know About Kids and VR.* San Francisco, CA: Common Sense. – 2018.
- 8 Войскунский А.Е. *Киберпсихологический подход к анализу мультисенсорной интеграции // Консультативная психология и психотерапия.* – 2019. – Т. 27. № 3. С. 9–21. doi: 10.17759/cpp.2019270302
- 9 Drummond, A., Sauer, J.D., Ferguson, C.J., Cannon, P.R., Hall, L.C. *Violent and non-violent virtual reality video games: Influences on affect, aggressive cognition, and aggressive behavior. Two preregistered experiments, Journal of Experimental Social Psychology.* – 2021. – Vol. 95, 104119. DOI: 10.1016/j.jesp.2021.104119
- 10 Lin, Jih-Hsuan Tammy. *Fear in virtual reality (VR): Fear elements, coping reactions, immediate and next-day fright responses toward a survival horror zombie virtual reality game, Computers in Human Behavior.* – 2017. – Vol. 72, Pages 350-361, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.057>
- 11 Davis, S., Nesbitt, K., Nalivaiko, E. *Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters. Proceedings of the 11th Australasian Conference on Interactive Entertainment.* – 2015. – Vol. 167, pp. 3-14.
- 12 Gupta, Alinda. *Virtual reality is changing how we view the world, literally. But it is not without its risks! Jumpstart Magazine.* – 2022. – Issue 31: September 12. <https://www.jumpstartmag.com/virtual-reality-the-different-types-and-the-risks-involved/>
- 13 Kourtesis, P.; Linnell, J.; Amir, R.; Argelaguet, F.; MacPherson, S.E. *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR): A Validation and Comparison against SSQ and VRSQ. Virtual Worlds.* – 2023. – 2, 16-35. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds2010002>

14 Солдатова Г.У., Рассказова Е.И., Нестик Т.А. С 60 Цифровое поколение России: компетентность и безопасность. — М.: Смысл, — 2017. — 375 с.

15 Robert S. Kennedy, Norman E. Lane, Kevin S. Berbaum & Michael G. Lilienthal. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness, *The International Journal of Aviation Psychology*. — 1993. — 3:3, 203-220, DOI: 10.1207/s15327108ijap0303\_3

16 Kocur Martin, Jackermeier Lukas, Schwind Valentin, and Henze Niels. The Effects of Avatar and Environment on Thermal Perception and Skin Temperature in Virtual Reality. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '23)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 231. — 2023. — 1–15. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580668>.

#### References:

1 Perkins Coie LPP. (2019). *Augmented and Virtual Reality. Survey Report. Vol. 3, Ser. March.*

2 Perkins Coie LPP. (2021). *XR Industry Insider. 2021 XR Survey. Vol. 5, Ser. July.*

3 Rueda Márquez de la Plata, A.; Cruz Franco, P.A.; Ramos Sánchez, J.A. (2023). Applications of Virtual and Augmented Reality Technology to Teaching and Research in Construction and Its Graphic Expression. *Sustainability*. Vol. 15, 9628. <https://doi.org/10.3390/su15129628>

4 Soldatova G.U., Rasskazova E.I., Vishneva A.E., Teslavskaja O.I., Chigar'kova S.V. (2022). Rozhdennye cifrovymi: semejnij k kontekst i kognitivnoe razvitie. [Born Digital: Family Context and Cognitive Development] M.: 356.

5 Mukasheva M., Kornilov I., Beisembayev G., Soroko N., Sarsimbayeva S., Omirzakova A. (2023). Contextual structure as an approach to the study of virtual reality learning environment. *Cogent Education*, 10, 1. <https://10.1080/2331186X.2023.2165788>

6 Bailenson, J. (2019). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W.W. Norton & Company.

7 Aubrey, J. S., Robb, M. B., Bailey, J., & Bailenson, J. (2018). *Virtual Reality 101: What You Need to Know About Kids and VR*. San Francisco, CA: Common Sense.

8 Vojskunsij A.E. (2019). Kiberpsihologicheskij podhod k analizu mul'tisensornoj integracii. [Cyber psychological approach to the analysis of multisensory integration]. *Konsul'tativnaja psihologija i psihoterapija*. T. 27. № 3. 9-21. doi: 10.17759/cpp.2019270302

9 Drummond, A., Sauer, J.D., Ferguson, C.J., Cannon, P.R., Hall, L.C. (2021). Violent and non-violent virtual reality video games: Influences on affect, aggressive cognition, and aggressive behavior. Two preregistered experiments, *Journal of Experimental Social Psychology*. Vol. 95, 104119. DOI: 10.1016/j.jesp.2021.104119

10 Lin, Jih-Hsuan Tammy. (2017). Fear in virtual reality (VR): Fear elements, coping reactions, immediate and next-day fright responses toward a survival horror zombie virtual reality game, *Computers in Human Behavior*, Volume 72, Pages 350-361, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.057>

11 Davis, S., Nesbitt, K., Nalivaiko, E. (2015). Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters. *Proceedings of the 11th Australasian Conference on Interactive Entertainment*. Vol. 167, pp. 3-14.

12 Gupta, Alinda. (2022). Virtual reality is changing how we view the world, literally. But it is not without its risks! *Jumpstart Magazine Issue 31: September 12*. <https://www.jumpstartmag.com/virtual-reality-the-different-types-and-the-risks-involved/>

13 Kourtesis, P.; Linnell, J.; Amir, R.; Argelaguet, F.; MacPherson, S.E. (2023). Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR): A Validation and Comparison against SSQ and VRSQ. *Virtual Worlds*, 2, 16-35. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds2010002>

14 Soldatova G.U., Rasskazova E.I., Nestic T.A. (2017). С 60 Цифровое поколение России: компетентность и безопасность. [C 60 Digital generation of Russia: competence and security]. M.: Smysl. 375.

15 Robert S. Kennedy, Norman E. Lane, Kevin S. Berbaum & Michael G. Lilienthal (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness, *The International Journal of Aviation Psychology*, 3:3, 203-220, DOI: 10.1207/s15327108ijap0303\_3

16 Kocur Martin, Jackermeier Lukas, Schwind Valentin, and Henze Niels. (2023). The Effects of Avatar and Environment on Thermal Perception and Skin Temperature in Virtual Reality. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '23)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 231, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580668>

M. Ulman<sup>1</sup>, A.O. Aldabergenova<sup>2\*</sup>, I.Zh. Yessengabylov<sup>2</sup>, D.K. Kabdualiyev<sup>2</sup>, I.T. Salgozha<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Czech University of Life and Science, Prague, Czech Republic

<sup>2</sup> Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan

<sup>3</sup> Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

\*e-mail: [aigul\\_ao@mail.ru](mailto:aigul_ao@mail.ru)

## EXPANDING THE OPPORTUNITIES OF KAZAKHSTAN'S EDUCATION THROUGH INTEGRATION OF ICT

### Abstract

The article presents the possibilities of expanding Kazakhstan's education through the integration of information and communication technologies (ICT) in educational institutions. Possible ways to solve the problem and implement the implementation of ICT in the education system of Kazakhstan are presented, through investments in infrastructure and technology, training and support for teachers and students, as well as the development of digital content and resources that comply with national curricula and standards. It also outlines that a virtual laboratory is a computer-based environment that simulates laboratory work and allows students to conduct experiments and learn scientific concepts, and describes the benefits of a virtual laboratory. They are concluded to improve educational outcomes in STEM subjects and provide opportunities for international collaboration and research.

**Keywords:** information and communication technologies, education, virtual laboratories, strategies, infrastructure, innovation, integration.

М.Ульман<sup>1</sup>, А.О. Алдабергенова<sup>2</sup>, И.Ж. Есенгабылов<sup>2</sup>, Д.К. Кабдуалиев<sup>2</sup>, Салгожа И.Т.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Чехия агротехникалық университеті, Прага қ., Чехия

<sup>2</sup> І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан

<sup>3</sup> Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

## АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНТЕГРАЦИЯСЫ АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БІЛІМ БЕРУ МҮМКІНДІКТЕРІН КЕҢЕЙТУ

### Аңдатпа

Мақалада білім беру мекемелеріне АКТ-ны интеграциялау арқылы қазақстандық білім беруді кеңейту мүмкіндіктері қарастырылған. Халықаралық ұйымдар және университеттер арасындағы ынтымақтастық пен серіктестікке, ресурстарға және озық тәжірибеге қолжетімділікті қамтамасыз ету баяндалған. Инфрақұрылым мен технологияға инвестициялар, оқытушылар мен оқушыларды оқыту және қолдау, сондай-ақ ұлттық оқу бағдарламалары мен стандарттарына сәйкес келетін цифрлық контент пен ресурстарды әзірлеу арқылы Қазақстанның білім беру жүйесіне АКТ-ны енгізуді іске асыру және мәселені шешудің мүмкін жолдары келтірілген. Сондай-ақ зертханалық жұмыстарды имитациялайтын және студенттерге эксперименттер жүргізуге және ғылыми тұжырымдамаларды зерттеуге мүмкіндік беретін компьютерлік орта - бұл виртуалды зертхана екендігі баяндалып, виртуалды зертханадың артықшылықтары берілген. Олардың STEM пәндері бойынша оқу нәтижелерін жақсартуға ықпал ететіндігі және халықаралық ынтымақтастық пен зерттеулер үшін мүмкіндіктер беретіндігі тұжырымдалған.

**Түйін сөздер:** ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, білім беру, виртуалды зертханалар, стратегиялар, инфрақұрылым, инновациялар, интеграция.

М.Ульман<sup>1</sup>, А.О. Алдабергенова<sup>2</sup>, И.Ж. Есенгабылов<sup>2</sup>, Д.К. Кабдуалиев<sup>2</sup>, И.Т. Салгожа<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Чешский агротехнический университет, г. Прага, Чехия

<sup>2</sup> Жетысуский университет имени И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Казахстан

<sup>3</sup> Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

## РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАЗАХСТАНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### Аннотация

В статье представлены возможности расширения казахстанского образования за счет интеграции информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательных учреждениях. Приведены возможные пути решения проблемы и реализации внедрения ИКТ в систему образования Казахстана, посредством инвестиций в инфраструктуру и технологий, обучение и поддержку преподавателей и учащихся, а также разработку цифрового контента и ресурсов, соответствующих национальным учебным программам и стандартам. Также излагается, что виртуальная лаборатория – это компьютерная среда, которая имитирует лабораторные работы и позволяет студентам проводить эксперименты и изучать научные концепции, а также описываются преимущества виртуальной лаборатории. Сделан вывод, что они способствуют улучшению образовательных результатов по предметам STEM и открывают возможности для международного сотрудничества и исследований.

**Ключевые слова:** информационно-коммуникационные технологии, образование, виртуальные лаборатории, стратегии, инфраструктура, инновации, интеграция.

### Introduction

*Relevance.* The integration of Information and Communication Technologies (ICT) in education is a global trend that has the potential to transform traditional learning experiences into innovative and engaging ones. Kazakhstan, a rapidly developing country in Central Asia, is also actively pursuing the integration of ICT in its education system, with a focus on improving access to quality education for all. The use of Information and Communication Technologies in the education system of Kazakh universities and schools has been steadily increasing over the past decade.

*Goal.* Consideration of opportunities to expand Kazakhstan's education through the integration of information and communication technologies.

*Significance of the study.* In recent years, the government has made significant investments in ICT infrastructure and digital learning resources to enhance the quality of education and increase access to education for all. One example of the use of ICT in Kazakh education is the implementation of online learning management systems (LMS) in universities and schools. LMS platforms such as Moodle, Blackboard, and Canvas are widely used to facilitate online learning, communication, and collaboration between students and teachers. These platforms allow teachers to create and share digital resources, assessments, and assignments, as well as monitor student progress and provide feedback. Another example is the use of educational software and applications to support student learning. These include interactive simulations, virtual labs, and gamified learning platforms that engage students and make learning more fun and interactive. Some popular educational software and applications used in schools and universities include Kahoot!, Quizlet, and Scratch. In addition, video conferencing tools such as Zoom and Google Meet have become increasingly important in the wake of the COVID-19 pandemic, enabling teachers to conduct online classes and meetings with students and colleagues [1].

### Research Methodology

*Research methods.* Comparison, observation, generalization. The use of ICT in Kazakh education has the potential to improve the quality of education, increase access to education for all, and prepare students for the demands of the modern workforce. However, there are also challenges that need to be addressed, such as inadequate ICT infrastructure and limited access to technology. To realize the full potential of ICT in education, it is important to continue investing in ICT infrastructure and providing training and support for teachers and students. The use of ICT in education varies greatly

across different countries, depending on factors such as infrastructure, resources, policies, and cultural attitudes towards technology. Here are some examples of the situation in other countries:

- South Korea: South Korea is widely recognized as a global leader in the use of ICT in education. The government has made significant investments in ICT infrastructure and teacher training, and almost all schools have access to high-speed internet and digital devices. Online learning platforms are widely used, and students are encouraged to learn coding and programming skills from an early age.

- Estonia: Estonia has been a pioneer in digital learning, with a national strategy for digital education that aims to integrate ICT in all aspects of education. All schools have access to high-speed internet and digital devices, and a number of innovative digital learning resources have been developed. Teachers are also provided with training and support to effectively integrate ICT in their teaching.

- India: India has made significant efforts to increase access to ICT in education, particularly in rural areas. The government has launched initiatives such as Digital India and Digital Saksharta Abhiyan to promote digital literacy and provide digital devices to students. However, challenges remain, such as inadequate infrastructure and the need for more effective teacher training.

- Nigeria: Nigeria faces significant challenges in integrating ICT in education, particularly in rural areas. Only a small percentage of schools have access to ICT infrastructure, and there is a shortage of trained teachers and digital learning resources. However, the government has launched initiatives such as the School Connectivity Project to increase access to ICT in education.

The use of ICT in education varies greatly across different countries, and there is no one-size-fits-all solution. Successful integration of ICT in education requires a comprehensive approach that takes into account local context, infrastructure, resources, and cultural attitudes towards technology. There are several countries that have been successful in integrating ICT in education, and have become leaders in this area (Table 1).

*Table 1. Comparative analysis of ICT integration in education in foreign countries*

<i>Country</i>	<i>Integration of ICT in Education</i>	<i>Investments and Initiatives</i>	<i>Results and Challenges</i>
<i>Czech Republic</i>	<i>Progressive integration of ICT in education with a focus on infrastructure, digital resources, teacher training, and IT skills development.</i>	<i>Government support, efforts to promote technology use.</i>	<i>Achievements in preparing students for the digital demands of the modern world, challenges remain.</i>
<i>Finland</i>	<i>Extensive use of ICT in education with investments in infrastructure and teacher training.</i>	<i>Teacher and student accessibility to digital devices and software.</i>	<i>Model for successful ICT integration in education.</i>
<i>Singapore</i>	<i>Recognized global leader in the use of ICT in education. Investments in infrastructure and teacher training.</i>	<i>National e-learning platform, facilitating online collaboration between teachers and students.</i>	<i>Strong outcomes in ICT integration in education.</i>
<i>Canada</i>	<i>Significant efforts to integrate ICT in education, particularly in online learning and digital literacy.</i>	<i>Initiatives such as the Digital Canada 150 strategy to expand access to digital resources and develop digital skills.</i>	<i>Widespread use of online learning and digital tools to enhance education.</i>



<i>Russia</i>	<i>Active integration of ICT in education with the aim of improving the quality of education and preparing students for the digital age.</i>	<i>Development of programs and initiatives for technology use in education.</i>	<i>Gradual progress in preparing students for the digital challenges and opportunities of the 21st century.</i>
<i>USA</i>	<i>ICT is widely integrated into education at all levels, from elementary school to higher education.</i>	<i>The government and private sector invest significant resources in the development of ICT in education.</i>	<i>Increased accessibility to education, more flexible teaching methods. Challenges include access inequality and data privacy concerns.</i>
<i>China</i>	<i>ICT is crucial in education in China.</i>	<i>There is active development of virtual classrooms and online courses, making education more accessible and interactive.</i>	<i>Greater education accessibility, but challenges include ensuring the quality of content and access for all segments of the population.</i>
<i>India</i>	<i>India is actively expanding ICT in education.</i>	<i>Investments in online platforms and educational apps.</i>	<i>Enhanced accessibility to education, especially in remote areas. Challenges include access inequality and education quality.</i>
<i>Germany</i>	<i>ICT plays a significant role in education in Germany.</i>	<i>Investments in digital infrastructure and teacher training.</i>	<i>Effective use of technology to improve education. However, challenges include content quality and assessment of results.</i>

All of these countries have been successful in integrating ICT in education due to their comprehensive approach, which includes investment in infrastructure, teacher training, and digital resources. They also have a culture that values and encourages the use of technology in education, which has contributed to their success. Such scientists as O.I. Agapova, G.R. Gromov, V.F. Sholokhovich, O.A. Krivosheev, S. Papert, G. Kleiman, V.I. Gritsenko, B. Sendov, B. Hunter, A.P. Ershov, A.A. Kuznetsov, T.A. Sergeeva, I.V. Robert, B.S. Gershunsky, E.I. Mashbitsa, N.F. Talyzina etc. made a great contribution to the development of computer learning technology [2].

In the works of domestic scientists, the problem of learning using ICT in the field of education is considered: G.K. Nurgaliev, Zh.A. Karaev, E.Y. Bidaibekov (new information technology); D.M. Zhusibalieva (Remote form of learning in negizin of new technology); Sh.Kh. Kurmanalina (Electronic justice system); R.Ch. Bekturganova (impact of Information Technology on research work); A.K. Alzhanov (Training without Information and Communication Technology), Zh.K. Nurbekova, B. Bostanov, K.Z. Khalykova, Zh.S. Sardarova and others.

In the research of scientific article [3, 4, 5, 6] devoted to the influence of digital competence on the professional development of teachers, primary and secondary education is devoted. Studies focused on the secondary level of education emphasize the need to adapt ICT curricula for teachers to their needs, the didactic use of technology in teaching methods and the role of leadership in the introduction of technology in schools. Sarac Bilal, Alptekin Nesrin have stated following regarding the open education: «Limited time, physical and financial opportunities in the field of education led to the expansion of the education system and the emergence of new alternatives. One of these alternatives is open education and distance learning, which emphasize the philosophy of free and open exchange of information and materials used in teaching and learning [7].

Mass Open Online Courses (MOOCs) represent a modern phenomenon in education, allowing students from various parts of the world to access courses and educational materials over the internet.

They provide the opportunity to scale education and make it more accessible to a wide audience. In the work of M.B. Lebedeva, she may explore the following aspects of MOOCs in education:

- Accessibility and Proliferation: MOOCs have become accessible to many students worldwide, enabling education in remote areas.

- Innovations in Education: Mass Open Online Courses often introduce new approaches to learning, including interactive online platforms, assessment of learning outcomes, and access to experts from various fields.

- Challenges and Prospects: The author may also discuss the challenges MOOCs face, such as student retention, outcome assessment, and the quality of education [8].

A number of specialized educational technologies are used in distance education: cases (analysis and solution of practical situations), Internet technologies, telecommunication technologies etc. In the state program for the development of education and science in the Republic of Kazakhstan for 2020-2025, it was stated that «it is necessary to develop IT infrastructure, digital educational resources, networks and platforms of open online courses, automation of public services in educational organizations».

### **Research results**

Besides the challenges mentioned earlier, the integration of ICT in the education system of Kazakhstan has showcased several positive results. One notable advantage is the enhanced engagement and motivation of students in the learning process. Interactive and multimedia resources, including educational software and online platforms, have made learning more appealing and dynamic for students of all ages. This newfound enthusiasm has the potential to improve learning outcomes and student performance in the long run.

Another key result is the globalization of education. ICT integration has connected Kazakh universities and schools with educational institutions worldwide. Students and educators now have the opportunity to collaborate with peers from other countries, sharing knowledge and experiences, which broadens their perspectives and helps develop a global mindset. This international exposure can be invaluable for students preparing to enter a globalized workforce.

Furthermore, the implementation of ICT in education has led to the creation of a vast digital knowledge base. This not only supports students' learning but also contributes to the advancement of research and development in various academic disciplines. The digital resources generated in the process have the potential to stimulate innovation and academic excellence in Kazakhstan's educational landscape. While these results are promising, it is important to address the challenges mentioned earlier to ensure that the benefits of ICT integration are accessible to all students. Bridging the digital divide, providing necessary infrastructure and support, and conducting continuous evaluation are essential steps toward realizing the full potential of ICT in Kazakhstan's education system. Having analyzed the work of specialists who can contribute to the development of ICT in education in Kazakhstan, the following recommendations and ideas were identified (Table 2).

*Table 2. Recommendations and ideas of experts on the integration of ICT in Kazakhstan Education*

<i>Expert</i>	<i>Experience and Contribution</i>	<i>Recommendations and Ideas</i>
<i>Andreas Schleicher</i>	<i>Director for Education and Skills at the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Extensive experience in education policy and research on technology use in education.</i>	<i>Recommendations for improving education policy and implementing ICT.</i>
<i>Sugata Mitra</i>	<i>Education researcher and professor who has conducted extensive research on self-directed learning and the use of technology in education. Known for the "Hole in the Wall" experiment.</i>	<i>Ideas for applying technology to support self-directed learning and skill development.</i>

<i>Karen Cator</i>	<i>President and CEO of Digital Promise, a non-profit organization focused on improving education through technology. Experience in education policy and enhancing teacher training and digital literacy.</i>	<i>Recommendations for enhancing teacher training and integrating technology into educational practice.</i>
<i>Local Experts and Educators</i>	<i>In addition to international experts, local specialists and educators in Kazakhstan can contribute to ICT development in education. They have a deep understanding of the local context and culture, offering recommendations tailored to Kazakhstan's educational system.</i>	<i>Providing contextual solutions and recommendations, taking into account Kazakhstan's specific needs.</i>

The solution to the problem of the limited integration of ICT in the education system of Kazakhstan is complex and multifaceted. Here are some potential solutions that could be considered:

- Increased investment in ICT infrastructure: One of the main barriers to effective integration of ICT in education is the lack of adequate infrastructure. To overcome this, the government could invest in building and upgrading ICT infrastructure in schools and universities, including providing high-speed internet access and up-to-date hardware and software.

- Teacher training: Teachers play a critical role in integrating ICT in education, and therefore, they need to be equipped with the necessary skills and knowledge. The government could invest in comprehensive and ongoing teacher training programs that focus on the effective use of ICT in teaching and learning.

- Access to digital learning resources: Another challenge faced by educators is the lack of access to high-quality digital learning resources. The government could work to improve access to digital resources by providing funding for the creation and distribution of digital content, as well as by promoting the use of open educational resources.

- Collaboration and partnerships: Collaboration and partnerships between the government, the private sector, and educational institutions could also be a valuable solution. Private sector companies could provide expertise and resources to support the integration of ICT in education, while educational institutions could collaborate on research and development of new approaches and tools.

- Monitoring and evaluation: Finally, monitoring and evaluation of the effectiveness of ICT integration in education is important to identify areas for improvement and to ensure that resources are being used effectively. The government could invest in robust monitoring and evaluation systems to assess the impact of ICT integration on student learning outcomes and to inform future policy and investment decisions.

A combination of these solutions could help to address the challenges of limited integration of ICT in education in Kazakhstan and support effective and sustainable integration of technology in teaching and learning.

## Discussion

Discussion of the policy implications of ICT integration in Kazakh education is important to ensure that the full potential of ICT is realized and that challenges are addressed. A comprehensive policy framework can provide guidance and direction for the integration of ICT in education in Kazakhstan, ensuring that it aligns with national development priorities and objectives. The policy framework should address issues related to infrastructure, capacity building, content development, and monitoring and evaluation. For example, it should address the need for adequate infrastructure and connectivity, including ensuring that schools and universities have access to reliable and high-speed internet connectivity. The policy should also address capacity building needs, including providing training and support for teachers and students on the effective use of ICT in education.

Content development is another critical area that the policy should address, ensuring that digital content and resources are aligned with the national curriculum and standards. The policy should also

encourage the development of open educational resources and the sharing of best practices and resources across institutions.

Monitoring and evaluation should also be an integral part of the policy framework, ensuring that the impact of ICT integration in education is measured and evaluated regularly. This can help to identify areas where improvements are needed and can guide the development of future policies and strategies. Strategies for overcoming the challenges of ICT integration in education in Kazakhstan can include partnerships and collaboration, investment in infrastructure and technology, and the development of innovative solutions. For example, partnerships with international organizations and universities can provide access to expertise, resources, and best practices. Investment in infrastructure and technology can help to ensure that schools and universities have access to the necessary tools and resources for effective ICT integration.

The development of innovative solutions, such as virtual laboratories, can provide cost-effective and accessible opportunities for students to engage with scientific concepts and conduct experiments. Discussion of the policy implications of ICT integration in Kazakh education and the development of strategies for overcoming challenges can help to ensure that the full potential of ICT in education is realized, providing students with opportunities to learn and succeed in the digital age.

Virtual laboratories, also known as online or remote laboratories, are computer-based environments that simulate real-world laboratory experiments and provide students with opportunities to conduct experiments and explore scientific concepts in a virtual environment. Here are some examples of virtual laboratories and their benefits:

1. **PhET Interactive Simulations:** PhET Interactive Simulations is a free online resource developed by the University of Colorado Boulder that provides over 150 virtual laboratory simulations in subjects such as physics, chemistry, biology, and earth science. These simulations are designed to be interactive and engaging, and allow students to explore scientific concepts through experimentation and visualization.

2. **Labster:** Labster is a virtual laboratory platform that provides over 150 virtual laboratory simulations in subjects such as biology, chemistry, and physics. These simulations are designed to be immersive and interactive, and allow students to conduct experiments and explore scientific concepts in a safe and cost-effective virtual environment.

3. **Smart Science:** Smart Science is a virtual laboratory platform that provides over 200 virtual laboratory simulations in subjects such as biology, chemistry, and physics. These simulations are designed to be interactive and engaging, and provide students with opportunities to conduct experiments and explore scientific concepts through virtual experimentation.

4. **Virtual Labs:** Virtual Labs is a platform developed by the Indian government that provides over 190 virtual laboratory simulations in subjects such as physics, chemistry, and biology. These simulations are designed to be interactive and engaging, and provide students with opportunities to conduct experiments and explore scientific concepts in a cost-effective and accessible virtual environment.

5. **MERLOT Virtual Labs:** MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) is a valuable resource that provides a wide range of virtual laboratory simulations across multiple disciplines, including physics, chemistry, biology, and more. These simulations are known for their versatility and accessibility, making them a great choice for educators and students alike. MERLOT's virtual labs offer an interactive and engaging environment for conducting experiments and exploring scientific concepts, aligning well with the goals of ICT integration in education. The platform's vast collection of virtual labs caters to a diverse array of scientific fields, enhancing the educational experience for students in Kazakhstan.

Studies have shown that virtual laboratories can be particularly effective in improving student learning outcomes in STEM subjects. For instance, research conducted by the University of Utah revealed that the utilization of virtual laboratories in a physics course resulted in notable improvements in student learning outcomes. These included increased conceptual understanding and enhanced problem-solving skills. Similarly, a study carried out by the University of Illinois at Urbana-

Champaign demonstrated that integrating virtual laboratories in a chemistry course led to remarkable enhancements in student learning outcomes, including an elevated conceptual understanding and greater retention of scientific concepts. Virtual laboratories have thus emerged as a valuable tool in the broader context of integrating ICT in education. They provide students with opportunities to conduct experiments and explore scientific concepts in a safe, engaging, and cost-effective virtual environment.

The incorporation of virtual laboratories into lessons presents an effective means of integrating ICT in education within the context of Kazakhstan. Virtual laboratories offer a secure and economical way to conduct experiments and simulations, making them particularly beneficial in subjects pertaining to science, technology, engineering, and mathematics (STEM). In Table 3, we outline some potential benefits of incorporating virtual laboratories into the educational process.

Table 3 Benefits of Using Virtual Laboratories in Education

<i>Advantage</i>	<i>Description</i>
<i>Increased Accessibility</i>	<i>Virtual laboratories can be accessed from anywhere with an internet connection, making them particularly useful in areas where physical laboratories may not be available or accessible.</i>
<i>Cost-Effective</i>	<i>Setting up and maintaining physical laboratories can be expensive, particularly in remote or rural areas. Virtual laboratories can provide a more cost-effective way to conduct experiments and simulations, without the need for expensive equipment and materials.</i>
<i>Improved Safety</i>	<i>Some experiments in physical laboratories can be dangerous or pose health risks to students. Virtual laboratories provide a safe environment for conducting experiments and simulations without the risk of injury.</i>
<i>Increased Student Engagement</i>	<i>Virtual laboratories can be interactive and engaging, making learning more fun and interesting for students. They can also provide opportunities for students to explore and experiment in a way that may not be possible in a physical laboratory.</i>

Using virtual laboratories in lessons can be a valuable way to integrate ICT in education in Kazakhstan. They can provide opportunities for students to learn and explore in a safe and engaging environment, and can help to support improved learning outcomes in STEM subjects.

Virtual laboratories can play an important role in the universities of Kazakhstan by providing students with access to a range of laboratory simulations and experiments in various subjects. As I mentioned earlier, virtual laboratories can be a cost-effective and accessible way for universities in Kazakhstan to provide students with opportunities to conduct experiments and explore scientific concepts, particularly in areas where physical laboratories may not be available or accessible. Virtual laboratories can be particularly useful in STEM subjects, where laboratory experiments and simulations are an important part of the curriculum. By using virtual laboratories, universities in Kazakhstan can provide students with opportunities to explore scientific concepts and conduct experiments in a safe and engaging environment, without the need for expensive equipment or materials [10]. Additionally, virtual laboratories can provide opportunities for universities in Kazakhstan to collaborate with international universities and researchers. Many virtual laboratory platforms, such as PhET Interactive Simulations and Labster, have been developed by international universities and research institutions, and can provide access to a range of laboratory simulations and experiments from around the world. The role of virtual laboratories in the universities of Kazakhstan can be significant, providing students with access to a range of laboratory simulations and experiments, supporting improved learning outcomes in STEM subjects, and providing opportunities for international collaboration and research.

## Conclusion

The integration of Information and Communication Technologies (ICT) in education has the potential to transform the learning experiences of students in Kazakhstan. The use of ICT, such as virtual laboratories, can provide cost-effective and accessible opportunities for students to engage with scientific concepts and conduct experiments. While there are challenges to the integration of ICT in education, such as infrastructure and capacity building needs, a comprehensive policy framework can provide guidance and direction for addressing these challenges. To realize the full potential of ICT in education in Kazakhstan, it is important to invest in infrastructure and technology, provide training and support for teachers and students, and develop digital content and resources that are aligned with the national curriculum and standards. Collaboration and partnerships with international organizations and universities can also provide access to expertise, resources, and best practices. We believe that the integration of ICT into education in Kazakhstan is an important step towards preparing students for the digital age and ensuring that they have the skills and knowledge necessary to succeed in an increasingly digital world.

## References:

- 1 Yergaliyeva, A., & Tursynbayeva, A. *Distance learning during COVID-19 pandemic: A case of Kazakhstan* // *Eurasian Journal of Educational Research*. -2020. –Vol.20(87), -Pp. 69-86. DOI not available
- 2 Călin Florea, Doina David, Anisoara Pop. *An approach to the didactic activity involving the use of new information and communication technology* // *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2. -2010. –Pp. 1699–1702. Available from: doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.968.
- 3 Revuelta-Domínguez, Francisco Ignacio, Jorge Guerra-Antequera, Alicia González-Pérez, María Inmaculada Pedrera-Rodríguez a Alberto González-Fernández *Digital Teaching Competence: A Systematic Review* // *Sustainability*. -2022. –Vol.14(11), 6428. ISSN 20711050. Available from: doi:10.3390/SU14116428/S1
- 4 Esteve-Mon, Francesc M, María Ángeles Llopis-Nebot a Jordi Adell-Segura. *Digital teaching competence of university teachers: A systematic review of the literature* // *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*. -2020. –Vol.15(4). –Pp. 399–406. ISSN 1932-8540. Available from: doi:10.1109/RITA.2020.3033225.
- 5 Darazha, Issabayeva, Rakhimzhanova Lyazzat, Abdigapbarova Ulzharkyn, Zhiyenbayeva Saira, Zhumartov Manat *Digital Competence of a Teacher in a Pandemic* // *9th International Conference on Information and Education Technology*. -2021. –Pp.324-328. Available from: doi:10.1109/ICIET51873.2021.9419644
- 6 Fernández-Batanero, José María, Marta Montenegro-Rueda, José Fernández-Cerero, Inmaculada García-Martínez. *Digital competences for teacher professional development. Systematic review* // *European Journal of Teacher Education*. -2022. –Vol.45(4). –Pp. 513–531. ISSN 0261-9768. DOI not available
- 7 Sarac Bilal, Alptekin Nesrin *Efficiency in open and distance education: a research at Anadolu University* // *Turkish Online Journal of Distance Education*. -2022. –Pp. 153-168. ISSN 1302-6488. Available from: doi:10.17718/tojde.1096414.
- 8 Lebedeva M.B. *Mass open online courses as a tendency for the development of education* / M. B. Lebedeva // *'chelovek i obrazovanie' (Man and Education)*. — 2015. — No. 1(42). –Pp. 105–108. Available from: doi: 10.17513/spno.30185.
- 9 Akkuyruk, F., Ismanov A. *Analyzing the ICT use in the Kazakhstan higher education: opportunities and challenges* // *Education and Information Technologies*. -2020. –Vol.25(6), -Pp. 5725-5739. DOI not available
- 10 Zhumatayeva, S., Nugmanova, R. *Implementation of digital technologies in Kazakhstan education: A review of progress and challenges* // *Central Asian Journal of Education Research*. -2021. -Vol.2(2), -Pp. 126-134. DOI not available

Б.М. Усеинов<sup>1\*</sup>, А.А. Солодовник<sup>1</sup>, С.А. Сизоненко<sup>1</sup>, Н.В. Бобкова<sup>1</sup>, А.Д. Сыздыкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, город Петропавловск, Казахстан

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

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ КАНООТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

### Аннотация

В статье рассмотрена эффективность использования платформы Kahoot при изучении физики в дистанционном формате в современной школе. Основными задачами исследования являлись разработка оптимальных краткосрочных планов проведения учебных занятий различных типов и соответствующих методических материалов, а также подбор заданий для платформы Kahoot. Особое внимание уделялось анализу формативного оценивания знаний и навыков учащихся, пользовавшихся интерактивной платформой Kahoot. В итоге проделанной работы разработаны методические материалы, предусматривающие разные виды работ на уроках физики. Критерием эффективности применения вновь разработанных методических материалов стали результаты педагогического эксперимента, проведенного в двух школах СКО с использованием интерактивной платформы Kahoot. Результаты эксперимента, представлены в виде диаграмм. Реализация педагогического эксперимента при изучении физики в восьмых классах средней школы учитывала тип интеллекта учащихся и способ восприятия информации обучающимися. Достигнутые результаты позволяют говорить о заметном положительном влиянии предложенных методов обучения физике на успеваемость учащихся средней школы.

**Ключевые слова:** преподавание физики, обновлённое содержание образования, проблема оценивания знаний, оптимизация планирования занятий, методические материалы, педагогический эксперимент.

Б.М.Усеинов<sup>1\*</sup>, А.А.Солодовник<sup>1</sup>, С.А.Сизоненко<sup>1</sup>, Н.В.Бобкова<sup>1</sup>, А.Д.Сыздыкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті

## ҚАЗІРГІ МЕКТЕПТЕГІ ФИЗИКАНЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ КЕЗІНДЕ КАНООТ ПЛАТФОРМАСЫН ҚОЛДАНУ

### Аңдатпа

Мақалада дәстүрлі оқыту жүйесінен орта мектепте оқу процесін ұйымдастырудың күндізгі және қашықтықтан формалары шеңберінде жаңартылған білім беру мазмұны бойынша физиканы оқытуға көшудің кейбір педагогикалық және әдістемелік аспектілері қарастырылған. Зерттеудің негізгі міндеттері критериалды бағалауды қолданудың тиімділігін зерттеу, әртүрлі типтегі оқу сабақтарын өткізудің оңтайлы қысқа мерзімді жоспарларын және тиісті әдістемелік материалдарды әзірлеу болып табылады. Бұл ретте Kahoot интерактивті платформасын пайдалана отырып, оқушылардың білімі мен дағдыларын қалыптастырушы бағалауды талдауға басты назар аударылды. Атқарылған жұмыстың нәтижесінде физика сабақтарына арналған әртүрлі типтегі жүйелі әдістемелік материалдар әзірленді. Жаңадан әзірленген әдістемелік материалдарды қолдану тиімділігінің өлшемі Kahoot интерактивті платформасын пайдалана отырып, СҚО екі мектебінде өткізілген педагогикалық эксперименттің нәтижелері болды. Эксперимент нәтижелері диаграмма түрінде ұсынылған. Орта мектептің сегізінші сыныптарында физиканы оқытуда педагогикалық экспериментті жүзеге асыру оқушылардың интеллектінің түрін және оқушылардың ақпаратты қабылдау тәсілін ескерді. Қол жеткізілген нәтижелер физика пәнін оқытудың ұсынылған әдістерінің орта мектеп оқушыларының үлгеріміне айтарлықтай оң әсерін айтуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** физиканы оқыту, білім берудің жаңартылған мазмұны, білімді бағалау мәселесі, сабақтарды жоспарлауды оңтайландыру, әдістемелік материалдар, педагогикалық эксперимент.

*B.M. Useinov<sup>1\*</sup>, A.A. Solodovnik<sup>1</sup>, S.A. Sizonenko<sup>1</sup>, N.V. Bobkova<sup>1</sup>, A.D. Syzdykova<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Manash Kozybaev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan*

## **USING THE KAHOOT PLATFORM WHEN STUDYING PHYSICS IN A DISTANCE FORMAT IN A MODERN SCHOOL**

### *Abstract*

The article discusses some pedagogical and methodological aspects of the transition from the traditional system of education in teaching physics according to the updated content of education in the framework of full-time and distance formats of instruction in secondary school. The main objectives of the study were to study the effectiveness of the use of criteria assessment, the development of optimal short-term plans for conducting training sessions of various types and appropriate methodological materials. At the same time, the main attention was focused on the analysis of the formative assessment of students' knowledge and skills using the Kahoot interactive platform. As a result of the work done, system methodological materials of various types for physics lessons have been developed. The criterion for the effectiveness of the newly developed methodological materials was the results of a pedagogical experiment conducted in two schools of the North Kazakhstan Region using the Kahoot interactive platform. The results of the experiment are presented in the form of diagrams. The implementation of a pedagogical experiment in the study of physics in the eighth grades of secondary school took into account the type of intelligence of students and the way students perceive information. The achieved results allow us to speak about a noticeable positive impact of the proposed methods of teaching physics on the academic performance of secondary school students.

**Keywords:** teaching physics, updated content of education, the problem of knowledge assessment, optimization of lesson planning, methodological materials, pedagogical experiment.

### **Введение**

Современный мир внёс изменения во всех сферах жизни людей. Существенные изменения произошли и в сфере образования Республики Казахстан. С 2016 года многие школы начали внедрять обновленное содержание образования. И 2021 год стал завершающим этапом в становлении данной системы образования. Главной целью образования стало воспитание функционально грамотного гражданина, способного использовать знания, полученные в стенах школы, в любых жизненных ситуациях, решать различные проблемы. Изменение системы обучения в Республике Казахстан в течение последних 5 лет наглядно показывает вектор дальнейшего развития обучения молодого поколения. Информационные технологии и всеобщая цифровизация диктуют свои требования. Сегодня педагог не просто даёт знания, он прививает навыки и умения применения этих знаний в повседневной жизни при решении ситуационных задач. Сейчас большой акцент в образовании делается на развитие креативного мышления, нестандартных путей решения поставленных задач через применение умения критически оценивать получаемую информацию и находить пути решения. Развитие критического мышления занимает ведущую роль в становлении современного человека, оно позволяет сравнивать между собой различные факты и находить связь между ними, т.е. интерпретировать их. Наряду с функциональной грамотностью учащихся развивается и их конкурентоспособность. Такая личность должна быть мобильной, гибкой, нацеленной на конечный результат. В связи с этим развитие знаний, умений и навыков по традиционной системе образования сейчас неактуально. В рамках обновленного содержания образования обучающийся должен приобрести умения и навыки использовать полученную информацию для решения практических задач [1]. Переход на обучение в рамках обновленного содержания образования повлек трудности с методическим обеспечением. Наряду с данной проблемой в марте 2020 года все казахстанские школы были вынуждены перейти на дистанционный формат обучения. Тут наряду с методологическим сопровождением возникли трудности и в техническом обеспечении. За короткое время задача технического характера была решена. Однако остро встал вопрос – методическое обеспечение учебных дисциплин, одним из которых является предмет физика [2].



Рассмотрим один из вариантов использования информационного и методического обеспечения преподавания физики в рамках обновленного содержания образования в условиях дистанционного формата обучения на примере применения платформы Kahoot для проведения формативного оценивания в рамках урока или раздела, а также проверки его эффективности. Кратко опишем возможности Kahoot. Kahoot – это популярная обучающая платформа для проведения викторин, создания тестов и образовательных игр. Основным режимом Kahoot! – это режим создания викторин. На данной платформе легко сделать задания для формативного оценивания в рамках темы одного урока, или для обобщения по разделу [3].

Таким образом, целью исследования следует считать разработку оптимального комплекса методических материалов, позволяющих реализовать критерии нового педагогического подхода в условиях ограничений дистанционной формы обучения. Для реализации этой цели разработаны методические аспекты планов занятий, адаптированных в рамках дистанционного обучения, методические материалы для уроков объяснения нового материала, решения задач и закрепления знаний с использованием интерактивной платформы Kahoot при изучении разделов «Электричество» и «Тепловая физика» в 8 классе и апробация этих приёмов в рамках очного и дистанционного обучения.

### **Методология исследования**

Обновленное содержание образования основывается на ожидаемых результатах, которые позволяют оценивать работу учащегося и его достижения. Учет индивидуальных особенностей и способностей учеников является главной составляющей в планировании и преподавании учителя. Цель дифференциации – помочь всем учащимся достичь цели урока и дать возможность ученикам с разными способностями углубить свои знания и развить навыки по предмету. Дифференциация при этом основывается на том, что педагог учитывает особенности и способности своих учеников.

Как побудить ученика к преодолению трудностей учебного материала? По мнению Брунера, «это бросить ему вызов испытать свои силы, заставить его выложиться полностью, открыть для него радость успешного совершения трудной работы. Хороший учитель знает силу этого соблазна. Ученик должен испытать чувство полного поглощения работой». Для более успешного овладения знаниями учителю необходимо учитывать и тип мышления учащихся. Точная формулировка ожидаемых результатов располагает к объективной оценке учебных достижений учащихся, позволяет определить индивидуальную траекторию обучения и развития каждого ученика с учетом его индивидуальных способностей, направленных на развитие функциональных навыков, а также способствует улучшению качества образовательного процесса.

Это реализуется введением системы критериального оценивания, которое складывается из суммативного и формативного оцениваний [4]. Цель исследования заключена в разработке краткосрочных планов уроков, методических материалов ко всем видам занятий, составление заданий для формативного оценивания на уроке с использованием платформы Kahoot (рисунок 1). Проведение педагогического эксперимента и сравнение полученных результатов также входит в цель исследования. В ходе исследования были разработаны методические материалы для уроков объяснения нового материала, решения задач и закрепления знаний с использованием платформы при изучении разделов «Электричество» и «Тепловая физика» в 8 классе [5] (рисунок 2).

В качестве материала для викторин на платформе Kahoot взяты задания из краткосрочных планов урока, подготовленные для дистанционного формата обучения. Некоторые задания разработаны совместно с учащимися и использовались в качестве одного из письменных заданий, которые необходимо было выполнить обучающимся с целью закрепления изученного материала.

Раздел:		Постоянный ток	
ФИО педагога			
Дата:			
Класс:	Количество присутствующих:	Количество отсутствующих:	
Тема урока	Экспериментальная цель и ее составные части, сила тока, напряжение		
Цели обучения в соответствии с учебной программой	применять условные обозначения элементов электрической цепи при графическом изображении электрических схем; - объяснить физический смысл напряжения, его единицы измерения.		
Цели урока	Все учащиеся смогут начертить схему электрической цепи, используя условные обозначения элементов. Большинство учащихся смогут применить формулу расчета силы тока и напряжения при решении задач. Некоторые учащиеся смогут объяснить физический смысл напряжения.		


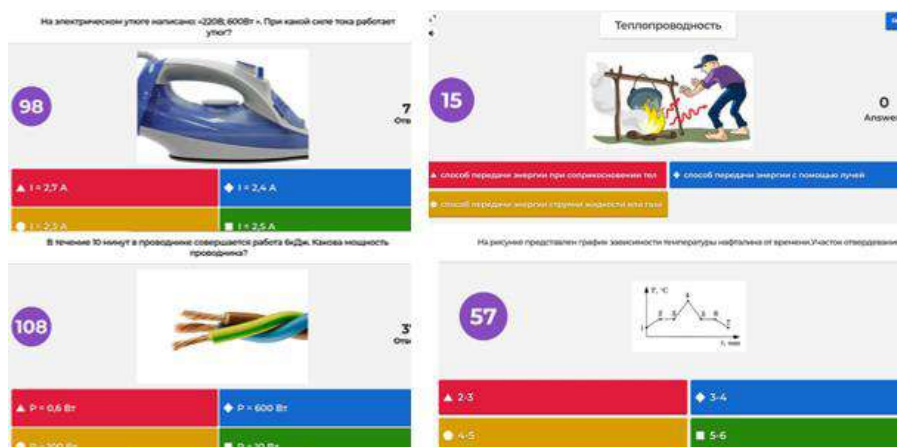
Ход урока		
Запланиро- ванные этапы урока	Запланированная деятельность на уроке	Ресурсы
Начало урока 5 мин	Учитель приветствует учащихся. 1. (W) с помощью следующих слов (написанных заранее на доске): <b>тепловой поток, частицы, тепловая энергия; коаквекции; плотность, распад; вращение, облучение, отраженные и поглощенные лучи</b> , должны полностью описать свои рисунки (слайд 1): 	Карточки

Рисунок 1. Фрагменты КСП

<p><b>Задание 3.</b> Тест: контроль полученных знаний. 1. Чему равно полное сопротивление последовательной цепи из резисторов <math>R_1 = 200 \text{ Ом}</math>, <math>R_2 = 0,40 \text{ кОм}</math>, <math>R_3 = 500 \text{ Ом}</math>? Выберите один из 4 вариантов ответа: 1) 1100 Ом 2) 700,4 Ом 3) 700 Ом 4) 1,1 мОм 2. Где применяется последовательное соединение проводников? Укажите истинность или ложность вариантов ответа: 1) на космических станциях 2) влочная гирлянда 3) производство 4) квартира 3. Последовательное соединение - это: Укажите истинность или ложность вариантов ответа: 1) такое соединение, при котором проводники имеют по три общие точки. 2) такое соединение, при котором проводники имеют по две общие точки. 3) такое соединение, при котором проводники не имеют общих точек. 4) такое соединение, при котором проводники имеют по одной общей точке. 4. Каково сопротивление участка из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлением <math>R_1 = 200 \text{ Ом}</math>, <math>R_2 = 300 \text{ Ом}</math>? Выберите один из 4 вариантов ответа: 1) 120 Ом 2) 500 Ом 3) 100 Ом 4) 0,0083 Ом 5. Где применяется параллельное соединение проводников? Выберите несколько из 4 вариантов ответа: 1) квартиры 2) влочная гирлянда 3) бытовые помещения 4) промышленность 6. При параллельном соединении сила тока в неразветвленной части цепи: Выберите один из 4 вариантов ответа: 1) равна сумме сил токов в ветвях. 2) равна отношению сил токов в ветвях. 3) равна силе тока в цепи. 4) равна сумме сил токов в ветвях. 7. Параллельное соединение - это такое соединение, при котором: Выберите один из 4 вариантов ответа: 1) проводники имеют по три общие точки. 2) проводники не имеют общих точек. 3) проводники имеют по одной общей точке. 4) проводники имеют по две общие точки.</p>	<p>Тепловое движение. Температура. Способы измерения температуры. Температурные шкалы. 8.3.1.3 представлять температуру в разных температурных шкалах (Кельвин, Цельсий); 8.3.1.4 описывать измерение температуры на основе теплового расширения; 8.3.1.5 описывать тепловое равновесие; <b>Задание 1.</b> Определите, какое утверждение является правдой, а какое - ложью. 1. Медицинский термометр разрушится, если его нагреть выше <math>43^\circ\text{C}</math>. 2. Принцип действия жидкостных термометров основан на свойстве жидкости сохранять объем при нагревании. 3. При <math>273,15^\circ\text{C}</math> значения температуры по шкале Цельсия и по термодинамической шкале совпадают. 4. Стоградусные отметки на шкалах Цельсия и Фаренгейта не совпадают. <b>Задание 2.</b> Решите задачи. 1. Температура кипения азотона по абсолютной шкале температур Кельвина составляет <math>529 \text{ К}</math>. Чему равна эта температура по шкале Цельсия? 2. Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур? 3. На станции Восток 21 июня 1983 года была зарегистрирована самая низкая температура воздуха на планете - минус <math>89,2</math> градусов. Насколько хальвинов эта температура выше абсолютного нуля? 4. Известно, что при <math>194,65 \text{ К}</math> углекислый газ может переходить в твердое состояние. Какова температура кристаллизации этого вещества в градусах Цельсия? 5. При какой температуре показания термометров по шкалам Цельсия и Фаренгейта равны? 6. При какой температуре показания термометров по термодинамической шкале и шкале Фаренгейта одинаковы?</p>
--	--

Рисунок 2. Фрагменты заданий для учащихся из КСП

На рисунке 3 приведен пример использования заданий, приведенных в разработках краткосрочных планов.



The image shows four Kahoot! quiz questions. The first question (98 points) asks for the current in a circuit with a 220V iron. The second question (15 points) asks about heat conduction. The third question (108 points) asks for power in a circuit with a resistor. The fourth question (57 points) asks for the temperature of a gas.

Рисунок 3. Фрагменты заданий в Kahoot

Педагогический эксперимент осуществлялся в течение первой - третьей четвертей с использованием дистанционных образовательных технологий в двух школах СКО. Для исследования были разработаны методические материалы для проведения уроков,

включающие краткосрочные планы занятий и наглядные материалы, а также материалы для формативного оценивания по итогам урока и раздела. Для проведения эксперимента в школах были выбраны 8 классы с примерно одинаковым уровнем подготовки (рисунок 4).

Класс	Период	Учеников	Успеваемость								Средний балл	% успеv.	% кач. зн.	Общий СОУ (%)		
			Отл	Хор	Уд	Неуд	Н/А, ВН/А	ОСБ, НИ	ЗН	ИЗ					Нет оценки	
8	1-я четверть	7	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4,14	100,0	71,43	71,43
	2-я четверть	7	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3,71	100,0	57,14	57,14
	3-я четверть	7	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	4,14	100,0	85,71	70,29
	4-я четверть	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,0	0,0	-	-
	Год	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,0	0,0	-	-
8	1-я четверть	13	2	6	5	0	0	0	0	0	0	0	3,77	100,0	61,54	58,77
	2-я четверть	12	4	5	3	0	0	0	0	0	0	0	4,08	100,0	75,0	69,00
	3-я четверть	12	5	4	3	0	0	0	0	0	0	0	4,17	100,0	75,0	72,00
	4-я четверть	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,0	0,0	-	-
	Год	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,0	0,0	-	-

Рисунок 4. Отчет по четвертным оценкам участников эксперимента

На рисунке 4 представлен отчет четвертных оценок классов, участвовавших в эксперименте, построенный на сайте Kundelik.kz. В ходе эксперимента, изучение физики в данных классах средней школы происходило как в штатном, так и в дистанционном форматах обучения. Штатный формат обучения заключался в том, что учащиеся за определенный период времени (15-20 минут) изучали новый материал по теме занятия, после чего совместно с учителем разбирали различные задания, направленные на закрепление материала [6]. Оставшееся время занятия отводилось на самостоятельную работу учащихся по закреплению материала, которая осуществлялась в Kahoot. Данная работа предполагала выполнение различных заданий, в том числе решение задач по схемам электрических цепей, получение данных из графиков тепловых процессов, а также решение тестовых заданий и задач, направленных на закрепление изученного материала. В ходе выполнения заданий обучающимся предлагалось выполнить задания в онлайн режиме или дома (дистанционно) индивидуально также на базе платформы Kahoot. В результате у учащихся выработались навыки анализа, сравнения, обобщения и структурирования материала, которые способствовали более эффективному его усвоению и запоминанию.

### Результаты исследования

Педагогический эксперимент был проведен в двух классах. На рисунке 5 показан фрагмент викторины, где учащиеся выполнили задания на закрепление материала урока по теме «Закон Ома для участка цепи». В итоге проведения педагогического эксперимента в 8 классах по разделам «Электричество» и «Тепловая физика», а также обработки его результатов были получены заключения, представленные на рисунках 6, 7. Во время исследования были проведены 9 уроков с использованием платформы Kahoot при проведении формативного оценивания знаний учащихся двух школ. На первой диаграмме (рисунок 6) представлен мониторинг оценок класса первой школы.

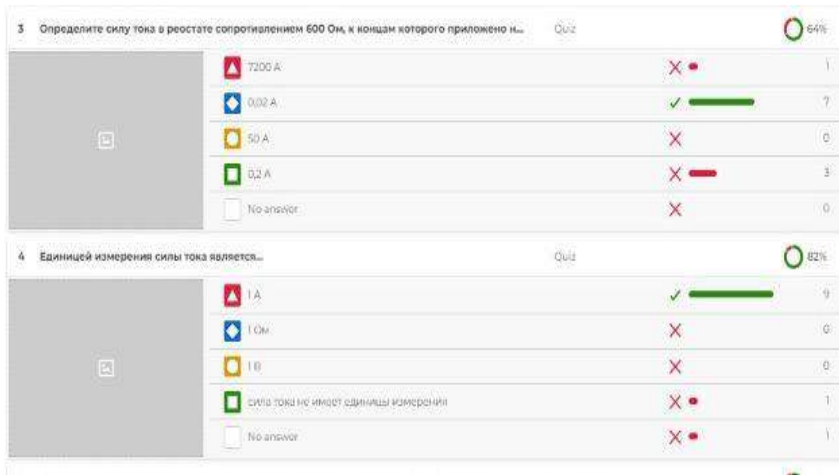


Рисунок 5. Фрагмент викторины по теме «Закон Ома для участка цепи»

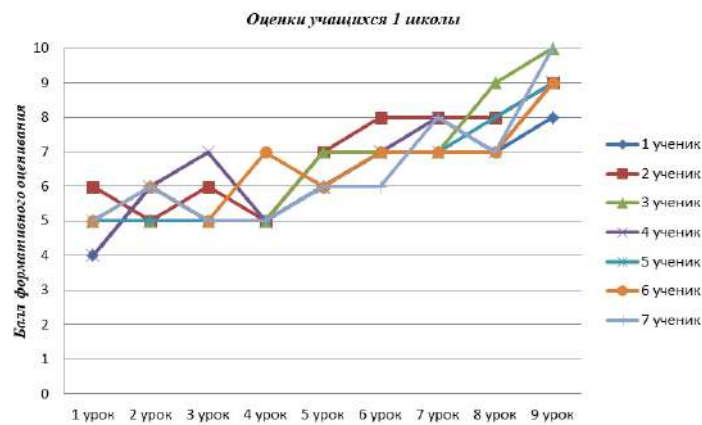


Рисунок 6. Мониторинг оценок учащихся первой школы

Вторая диаграмма (рисунок 7) отображает оценки класса второй школы. Проведя сравнение данных, представленных на диаграммах, а именно первого и последнего уроков в рамках эксперимента наблюдаем увеличение балла формативного оценивания в обеих школах.

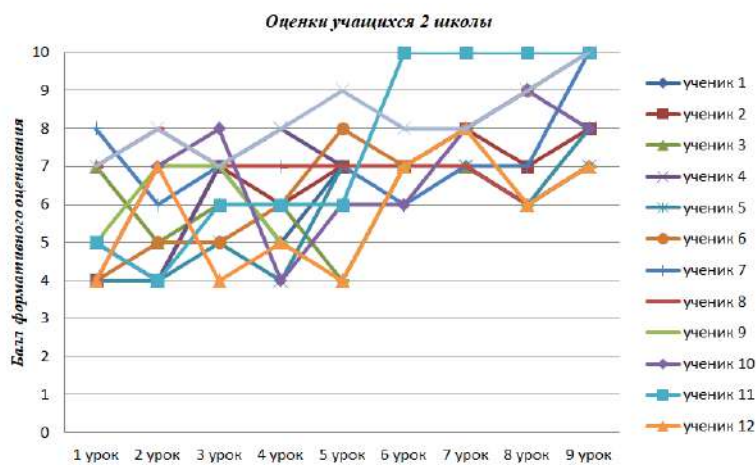


Рисунок 7. Мониторинг оценок учащихся второй школы

Индивидуальные особенности учащихся влияют на результаты любого формата оценивания. Поэтому при проведении уроков в рамках обновленного содержания образования следует использовать дифференцированный подход в обучении с учетом этих особенностей. Что и было реализовано на уроках, проведенных в рамках эксперимента [7].

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что интерактивное представление заданий приводит к достижению целей обучения всеми учащимися.

### **Дискуссия**

В практическом плане изучался вопрос влияния использования интерактивных заданий на платформе Kahoot на эффективность обучения физике в современной школе, как в дистанционном, так и в очном форматах обучения. Итоги педагогического эксперимента показывают положительное влияние использования заданий Kahoot на достижение учебных целей всеми учащимися. Применение интерактивных заданий на платформе возможно как в начале урока для актуализации знаний учащихся, в середине урока для развития креативного мышления (составление «тонких» и «толстых» вопросов на платформе самими учащимися), так и в конце урока для закрепления нового материала, а также рефлексии. Применение данного метода в любом формате обучения способствует повышению познавательного интереса обучающихся, их активному участию в процессе изучения нового материала, а также развитию критического мышления при выполнении заданий.

Эксперимент проводился в условиях дистанционного и очного обучения. Поэтому сложно точно оценить эффективность использования интерактивных методов, предложенных в работе. Сложность состоит в том, что дистанционная форма обучения требует от учителя дополнительной нагрузки. Главной задачей учителя является выдача учебного материала и подготовка учащихся к написанию СОР и СОЧ, т.к. количество часов по темам не было сокращено, то и число СОР осталось прежним. Поэтому использование методов активизации образовательного процесса отходит на второй план. Однако интерактивные методы даже в условиях дистанционного обучения показали свою эффективность [8]. Использование интерактивных методов для совершенствования методики преподавания физики должно осуществляться непосредственно под контролем учителя, что в условиях дистанционного обучения становится почти недостижимым, т.к. каждый ученик по-своему воспринимает тот или иной метод, несмотря на прилагаемые инструкции по выполнению заданий с использованием того или иного метода [9].

### **Выводы**

Подводя итоги всему изложенному выше, следует выделить, что для получения высокого результата в повышении креативности обучаемых необходим дифференцированный подход к работе по развитию многообразных методических модулей для реализации современного образовательного процесса. Подготовленные методические разработки к курсу физики показывают, что интерактивные викторины Kahoot дают свой положительный эффект в преподавании физики. Созданные методические разработки направлены на обеспечение эффективности обучения при переходе от дистанционного обучения к офлайн формату при непосредственном прямом общении «учитель – ученик» [10]. Поэтому необходимо продолжить методическую работу в данном направлении.

#### *Список использованной литературы:*

1 Khonamri F., Azizi M., Kralik R. Using interactive e-based flipped learning to enhance efl literature student' critical reading// *Science for Education Today*, 2020. Vol. 10(1). P. 25–42.

2 Шалагинова К.С., Декина Е.В. Психолого-педагогические аспекты дистанционного образования в условиях пандемии: по материалам анкетирования студентов – будущих психологов// *Психолого-педагогические исследования*, 2020. Том 12. № 3. С. 80–94.

3 <https://kahoot.com>

4 Испушинова С.Б., Можсаева О.И., Шилибекова А.С., Казжанова А.О., Абдильдина Ж.Н., Каринова Ш.Т., Зиеденова Д.Б. Аprobация обновленного содержания образования. Аналитический отчет (2015-2019 гг.). – НурСултан: АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы», 2019. – 46 с.

5 Карпенко Е.А., Райс О.И. Интерактивные технологии в обучении. Педагогика нового времени. – Издательские решения, 2020. – 80 с.

6 Маматохунов Ё. Методика организации самостоятельной учебной деятельности школьников по физике во внеурочных занятиях // *Universum: психология и образование: электронный научный журнал*, 2021. 4(82)– URL: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/11505>

7 Radulović B, Stojanović M. Comparison of Teaching Instruction Efficiency in Physics through the Invested Self-Perceived Mental Effort // *Practice*, 2019. No. 3. P. 152-175.

8 Таубаева Ш.Т., Мақсұтова И.О. Дидактикадағы инновация: оқу құралы. – Алматы: «Қарасай» баспасы, 2020. – 350Б.

9 Панферов В.Н., Безгодова С.А., Васильева С.В., Иванов А.С., Микляева А.В. Эффективность обучения и академическая мотивация студентов в условиях онлайн-взаимодействия с преподавателем (на примере видеолекции) // *Социальная психология и общество*, 2020. Т. 11 (1). С. 127-143.

10 Hurlbut A.R. Online vs. traditional learning in teacher education: a comparison of student progress // *American Journal of Distance Education*, 2018. Vol. 32 (4). P. 248–266.

### References

1 Khonamri F., Azizi M., Kralik R. Using interactive e-based flipped learning to enhance efl literature student' critical reading // *Science for Education Today*. 2020. Vol. 10(1). P. 25–42.

2 Shalaginova K. S., Dekina E. V. (2020) Psihologo-pedagogicheskie aspekty distancionnogo obrazovanija v uslovijah pandemii: po materialam anketirovanija studentov – budushhih psihologov [Psychological and pedagogical aspects of distance education in the context of a pandemic: based on the materials of the questionnaire of students – future psychologists]. *Psihologo-pedagogicheskie issledovanija*. № 12 (3), 80-94. (In Russian)

3 <https://kahoot.com>

4 Ispusinova S.B., Mozhaeva O.I., Shilibekova A.S., Kazzhanova A.O., Abdil'dina Zh.N., Karinova Sh.T., Ziedenova D.B. (2019) Aprobacija obnovenno go soderzhani ja obrazovanija. Analiticheski j otchet (2015-2019 gg.) [Approbation of the updated content of education. Analytical report (2015–2019)]. Nur-Sultan: АОО «Nazarbaev Intellektual'nye shkoly». 46 s. (In Russian)

5 Karpenko E.A., Rajs O.I. (2020) Interaktivnye tehnologii v obuchenii. Pedagogika novogo vremeni. – Izdatel'skie reshenija [Interactive technologies in training. Pedagogy of the new age], 80. (In Russian)

6 Mamatohunov Jo. (2021) Metodika organizacii samostojatel'noj uchebnoj dejatel'nosti shkol'nikov po fizike vo vneurochnyh zanjatijah [Methods of organizing independent educational activity of schoolchildren in physics in extracurricular activities]. *Universum: psihologija i obrazovanie: jelektronnyj nauchnyj zhurnal*. 4(82) URL: <https://7universum.com/ru/psy/archive/item/11505> (In Russian)

7 Radulović B, Stojanović M. Comparison of Teaching Instruction Efficiency in Physics through the Invested Self-Perceived Mental Effort // *Practice*, 2019. No. 3. P. 152-175

8 Taubayeva sh.t., Maksutova I. O. innovations in didactics: a textbook. - Almaty: karasay publishing house, 2020. – P. 350 (In Kazakh)

9 Panferov V.N., Bezgodova S.A., Vasil'eva S.V., Ivanov A.S., Mikljaeva A.V. (2020) )Effektivnost' obuchenija i akademicheskaja motivacija studentov v uslovijah onlajn-vzaimodejstvija s prepodavatelem (na primere videolekcii) [Efficiency of learning and academic motivation of students in conditions of online interaction with the teacher (on the example of a video lecture)]. *Social'naja psihologija i obshhestvo*. № 11 (10), 127-143 (In Russian)

10 Hurlbut A.R. Online vs. traditional learning in teacher education: a comparison of student progress // *American Journal of Distance Education*, 2018. Vol. 32 (4). P. 248–266.

Ш.Т. Шекербекова<sup>1</sup>, Ж.Б. Бақытбекова<sup>1\*</sup>

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

\*e-mail: zhans\_2807@mail.ru

## ЦИФРЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІК ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМІНІҢ КӘСІБИ ДАҒДЫЛАРЫНЫҢ БІРІ РЕТІНДЕ

*Аңдатпа*

Мақалада информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігі мәселесі олардың кәсіби дағдыларының бірі ретінде қарастырылады. Алғашқыда ғалым-зерттеушілердің цифрлық құзыреттілік ұғымына берілген анықтамаларына талдау жасалады. Педагогтың цифрлық құзыреттілігі түсінігіне да талдау жасалып, жүйеленіп анықталады. Информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру мен дамытудың тиімді әдістері іздестіріліп, цифрлық технологиялар саласында пайдалану жолдары келтіріледі. Білім беруді цифрландыру жағдайында оқу және танымдық қызметті жандандырудың тиімді технологияларының бірі оқу ақпаратын визуализациялаудың заманауи технологияларын пайдалану болып табылады. Оқу ақпаратын визуализациялаудың заманауи технологияларын пайдалану тұлғаның дамуына, қалыптасуына мүмкіндік береді, сонымен қатар дайын ресурстарды пайдаланушы болуымен қатар, оны өздерінің қажеттілігіне сай жасап пайдалану мүмкіндіктері болады. Сондықтан, оқу ақпаратын визуализациялаудың технологияларын пайдалану құрамдас үш цифрлық құзыретінің құрамында іске асырылады.

**Түйін сөздер:** білім беруді цифрландыру, цифрлық технологиялар, цифрлық құзыреттілік, педагогтың цифрлық құзыреттілігі, информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігі, оқу ақпаратын визуализациялау.

Ш.Т. Шекербекова<sup>1</sup>, Ж.Б. Бақытбекова<sup>1</sup>

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

## ЦИФРОВАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ КАК ОДИН ИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ

*Аннотация*

В статье рассматривается проблема цифровой компетентности учителя информатики как один из их профессиональных навыков. Сначала проводится анализ определений ученых-исследователей, приданных понятию цифровой компетентности. Анализируется и систематизируется понимание цифровой компетентности педагога. Будут изысканы эффективные методы формирования и развития цифровой компетентности учителя информатики, приведены пути использования в сфере цифровых технологий. Одной из эффективных технологий активизации учебной и познавательной деятельности в условиях цифровизации образования является использование современных технологий визуализации учебной информации. Использование современных технологий визуализации учебной информации позволит развиваться, формировать личность, а также будет иметь возможность использовать готовые ресурсы, создавая их в соответствии со своими потребностями. Поэтому использование технологий визуализации учебной информации реализуется в составе трех составляющих цифровых компетенций.

**Ключевые слова:** цифровизация образования, цифровые технологии, цифровая компетентность, цифровая компетентность педагога, цифровая компетентность учителя информатики, визуализация учебной информации.

Sh.T. Shekerbekova<sup>1</sup>, Zh.B. Bakytbekova<sup>1</sup>

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

## DIGITAL COMPETENCE AS ONE OF THE PROFESSIONAL SKILLS OF A COMPUTER SCIENCE TEACHER

### Abstract

The article examines the problem of digital competence of computer science teachers as one of their professional skills. First, an analysis of the definitions given by academic researchers to the concept of digital competence is carried out. The understanding of the digital competence of a teacher is analyzed and systematized. Effective methods for the formation and development of digital competence of a computer science teacher will be found, and ways of use in the field of digital technologies will be given. One of the effective technologies for enhancing educational and cognitive activity in the context of digitalization of education is the use of modern technologies for visualizing educational information. The use of modern technologies for visualizing educational information will allow you to develop, shape your personality, and also have the opportunity to use ready-made resources, creating them in accordance with your needs. Therefore, the use of educational information visualization technologies is implemented as part of three components of digital competencies.

**Keywords:** digitalization of education, digital technologies, digital competence, digital competence of a teacher, digital competence of a computer science teacher, visualization of educational information.

### Кіріспе

Қазіргі уақытта ақпараттық технологиялардың дамуымен және білім беру үдерісіне цифрлық ресурстарды енгізумен информатика мұғалімдерінің кәсіби дағдылары оқушылардың жаңа буынын табысты оқытудың кілті болып отыр. Қазіргі мектеп информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігі білім беру контекстінде ерекше маңызға ие. Ол мұғалімнің заманауи білім беру технологияларын қолданудағы тиімділігін анықтап қана қоймайды, сонымен қатар цифрлық әлемде оқушылардың сыни ойлауын, проблемаларды шешу дағдыларын және тез өзгеретін ақпараттық ортаға бейімделу қабілетінің дамуына әсер етеді.

Информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігі көптеген аспектілерді қамтиды: техникалық дағдылардан бастап, ақпараттық технология саласынан педагогикалық сараптамаға және оқу материалын заманауи талаптарға бейімдей білуге дейін. Цифрлық құзыретті информатика мұғалімі оқытуды қызықты және интерактивті түріне трансформация жасай алады, сонымен қатар әр оқушының қажеттіліктерін ескере отырып, оқу үдерісін жекелендіреді.

Дегенмен, информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігі тек техникалық дағдылармен ғана шектелмейді. Оқушыларға цифрлық сауаттылықты, желідегі этиканы, интернеттегі қауіпсіздікті және ақпаратты талдауды үйрету мүмкіндігі маңызды аспектілер болып табылады. Сонымен бірге, мұғалім оқушыларды оқу мақсатында заманауи технологияларды зерттеуге және қолдануға шабыттандырып, ынталандыруы керек.

Информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігі қазіргі әлемде табысты білім берудің негізгі факторына айналууда. Бұл оқушыларды цифрлық дәуірдің қиындықтары мен мүмкіндіктеріне дайындауға, сондай-ақ оларға табысты мансап пен қоғамға белсенді қатысу үшін қажетті дағдылармен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл тұрғыда информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігін дамыту білім беру мекемелерінің міндеті ғана емес, сонымен қатар барлық оқушылар үшін сапалы және заманауи білім беруді қамтамасыз етудегі маңызды қадам болып табылады.

Білім беру жүйесінің сапасы мұғалімнің кәсіби құзыреттілікке ие болатынына байланысты. Қазақстан Республикасындағы жоғары білімді және ғылымды дамытудың 2023-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасында бүгінгі күні «оқыту сапасын арттыру үшін цифрлық платформаларды, курстарды басқарудың онлайн жүйелерін, виртуалды сыныптар қолданумен сүйемелденеді» деп атап айтылған [1].



Цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы, оларды білім беру процесінде пайдалану мүмкіндіктерін кеңейту мұғалімнің цифрлық дағдыларына қосымша талаптар қояды. Цифрлық білім беру ресурстарын қолдану мен жасау және қазіргі цифрландыру жағдайында білім беру қызметін сәтті жүзеге асыру үшін мұғалім цифрлық құзыреттердің кең ауқымын меңгеруі тиіс.

Осыған байланысты цифрлық ортада білім беру процесін ұйымдастырудың біліктері мен дағдыларын меңгерген, өзінің кәсіби қызметінде цифрлық технологияларды қолданатын және "цифрлық ұрпақтың" ерекшеліктерін және оны оқыту мен тәрбиелеу әдістерін білетін болашақ мұғалімдерді даярлау мәселелері өте өзекті болып табылады және ғылыми-әдістемелік зерттеулер мен қоғамдық пікірталастың тақырыбына айналып отыр.

Сапалы білім беруде және оқушыларды цифрлық әлемге дайындауда информатика пәні мұғалімдерін дайындау маңызды рөл атқарады. Бұл үдеріс заманауи талаптар мен жаңа цифрлық технологиялардың мүмкіндіктерге сай белсенді дамып келеді.

Цифрландыру саласындағы болашақ мұғалімдерді даярлаудың мазмұны әлемдік білім беру практикасында өзін танытқан және білім беру үдерісінде, сондай-ақ олардың даму перспективаларында пайдаланылуы мүмкін заманауи цифрлық технологиялардың жай-күйін түсінуден айқындалуы тиіс. Жоғары оқу орындарында цифрлық мектепте жұмыс істеу үшін болашақ педагогтарды даярлау бағдарламаларына түзетулер енгізіледі. Бұл тұрғыда өзгерістер білім беру мекемесінің цифрлық білім беру ортасына заманауи технологияларды енгізу бойынша көшбасшы болатын болашақ информатика мұғалімдерін даярлау бағдарламаларында да орын алуда.

Айта кететін жағдай, мұғалімдердің оқытудың цифрлық технологияларын игеру, оларды практикалық қызметте пайдалану дағдыларын меңгеру мәселелері кәсіби қоғамның назарын аударып қана қоймайды, бұл мәселелер Ұлттық білім беру жүйелерінің даму үдерістеріне жетекшілік ететін Еуропалық Одақ институттарының назарында. 2017 жылдың соңында Еуропалық Одақтың білім комитеті Digital Competence of Educators (DigCompEdu) мұғалімінің цифрлық құзыреттілік профилін әзірледі ([https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en)). Цифрлық құзыреттіліктің Еуропалық моделінде Digital Competence of Educators педагогтары үшін цифрлық құзыреттілікті қалыптастырудың алты бағыты бөлініп көрсетілген. Оларда ұсынылған мұғалімнің цифрлық құзыреттіліктерінің тізімі өте кең және цифрлық білім беру ортасындағы педагогикалық қызметтің барлық аспектілерін қамтиды.

Педагогтердің цифрлық құзыреттілікті игеру қажеттілігі мұғалімнің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру мен дамытудың тиімді әдістерін іздеуді анықтайды, оны кәсіби даярлау және цифрлық технологиялар саласында кәсіби дамыту шеңберінде қолданылады.

Осының негізінде, мұғалімнің кәсіби құзыреттілігінің құрылымы жаңа компонент – цифрлық құзыреттілікпен толықтырылады, ал мұғалімнің кәсібилік деңгейі осы құзыреттілікті меңгеру деңгейіне тікелей байланысты. Бұл мәселені шешу үшін болашақ информатика мұғалімдерінің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру қажеттігі туындайды. Мақаланың мақсаты- заманауи мектеп информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігі кәсіби дағдыларының бірі ретінде екенін айқындау.

### **Зерттеу әдіснамасы**

Зерттеу тақырыбы бойынша қазақстандық және шетелдік педагогикалық-психологиялық, ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді, нормативтік құжаттарды, интернет көздерін, ғылыми жарияланымдарды зерделеу және талдау; болашақ информатика мұғалімдеріне заманауи цифрлық технологияларды оқыту тәжірибесін және олардың цифрлық құзыреттілігін дамытудың қолданыстағы тәсілдерін зерделеу; қарастырылып отырған мәселе бойынша теориялық материалдарды жалпылау және жүйелеу.

"Цифрлық құзыреттілік" ұғымын алғаш рет 1997 жылы Американдық жазушы және журналист Пол Гилстер енгізген [2]. Оның пікірінше, интернеттің гипермәтіндік өрісінде

тұрақты болу жаңа мінез-құлық үлгілерін, ақпаратты іздеудің жаңа әдістерін және ресурстар арасында тез қозғалу мүмкіндігімен байланыс ерекшеліктерін қалыптастырады. Ол өз кезегінде желілік ойлаудың қалыптасуына әкеледі, оның маңызды сипаттамаларының бірі - жоғары ақпараттық-коммуникативті белсенділік. Цифрлық құзыреттілік-бұл компьютерлердің көмегімен әртүрлі форматтарда және көптеген көздерде берілген ақпаратты түсіну және пайдалану мүмкіндігі.

П. Гилстер цифрлық құзыреттілікке қол жеткізудің мысалы ретінде келесі дағдыларды атап өтеді: коммуникативті құзыреттілік, ақпараттық құзыреттілік, медиа құзыреттілік. Коммуникативті құзыреттілік бұл басқа пайдаланушылармен қарым-қатынас жасау дағдыларын, ақпараттық құзыреттілік қажетті ақпаратты іздеу және онымен жұмыс істеу құралдарын табу дағдылары мен осы құралдарды тез меңгеру қабілетін білдіреді, ал медиа құзыреттілік әртүрлі семиотикалық жүйелерде көрсетілген ақпаратты қабылдау қабілетін көрсетеді.

К.С. Тожибаеваның пікірінше цифрлық құзыреттілік ұғымы: табысты әрекет үшін білімнің болуы, тәжірибе үшін осы білімді түсіну; операциялық дағдылар жиынтығы, есептерді шешу алгоритмін меңгеру; кәсіби іс-әрекетке шығармашылықпен қарау қабілеті секілді ерекшеліктерін атап көрсетеді [3].

Г.У. Солдатова басшылық ететін М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университетінің психология факультетінің ғалымдар ұжымы «Цифрлық құзыреттілік - бұл жеке тұлғаның өмірдің әртүрлі салаларында (ақпараттық орта, коммуникация, тұтыну, техносфера) ақпараттық-коммуникациялық технологияларды сенімді, тиімді, сыни және қауіпсіз таңдау және қолдану қабілеттілігін (білім, білік, мотивация, жауапкершілік) үздіксіз меңгеруге негізделген қабілет, сондай-ақ оның мұндай қызметке дайындығы» деп анықтама береді [4]. Осы салалардағы цифрлық құзыреттіліктің құрамдас бөліктері ретінде білім, дағдылар, мотивация және жауапкершілік цифрлық құзыреттілікті төрт кіші түрге бөледі: ақпараттық және медиа, коммуникативті, техникалық және тұтынушылық құзыреттіліктер.

Еуропалық комиссия цифрлық құзыреттілікті цифрлық технологияларды қауіпсіз және мақсатқа сәйкес қолдану деп түсіндіреді (Comisión Europea. Recomendación, 2006) [5].

Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) қолдана отырып, оны білімге айналдыру үшін тиісті ақпаратты іздеуге, сыни таңдауға, алуға және өндеуге мүмкіндік беретін дағдылар мен қабілеттерді жұмылдыру қабілеті ретінде анықталатын көп өлшемді құзыреттіліктің бір түрі деп түсінуге болады. Ол сондай-ақ мұндай ақпаратты әртүрлі технологиялық және цифрлық бұқаралық ақпарат құралдарын пайдалана отырып, қоғамда белгіленген ережелерді сақтай отырып, осы құралдар арқылы ақпараттандырудың, оқытудың, мәселелерді шешудің және өзара әрекеттесудің әртүрлі сценарийлерінде пайдалану мүмкіндігіне ие болады.

Сондықтан ғалымдардың тұжырымдары жаһандық цифрландыру жағдайында жұмыс істеуге дайын мұғалімдерді даярлау сапасы туралы мәселе өте өзекті екенін тағы да дәлелдейді.

П.Ф. Кубрушко, Л.И. Назарова, Н.С. Гриценконың пікірлерінше, білім, білік, дағды, жеке тәжірибе, кәсіби маңызды жеке қасиеттерді, іс-әрекетті жүзеге асыру қабілеті мен дайындығын біріктіретін интегративті сипаттама ретінде құзыреттілік мәніне сүйене отырып, мұғалімнің цифрлық құзыреттілік құрылымында үш негізгі компонентті көрсетеді [6]:

1. когнитивті,
2. эмоциялық
3. праксеологиялық

Цифрлық технологиялар мен интернет-ресурстарды қауіпсіз және тиімді пайдалану үшін қажетті білім мен дағдылардың жиынтығын цифрлық құзыреттілік деп түсінуге болады. Жоғарыда айтылған цифрлық құзыреттілік туралы ғалымдардың пікірлерінен соң мұғалімнің цифрлық құзыреттілігі және мұғалім цифрлық кәсіби құзыреттілігі туралы ғылыми жарияланымдарды, психологиялық-педагогикалық және әдістемелік әдебиеттерді, интернет

көздерін, педагогикалық және ғылыми-педагогикалық қызметкерлердің жұмыс тәжірибесін салыстырмалы талдау жасайтын боламыз.

А. Селеменеваның пікірінше, педагогтардың цифрлық құзыреттілігі – педагогтың өзінің кәсіби қызметінде ақпараттық технологияларды қолдану шеберлігі [7].

Н.П. Ячина және О.Г. Фернандез пікірлерінше, мұғалімнің цифрлық құзыреттілігін «Жалпы кәсіби құзыреттілік және компьютер құрылғыларының жалпы құрылымы мен өзара әрекеттесуін түсіну; инновациялық қызмет үшін цифрлық технологиялардың әлеуетін түсіну; алынған ақпараттың сенімділігі мен дұрыстығының негізгі түсініктерін білу, оқу сабағын жобалауға арналған бағдарламаларды қолдана білу» деп анықтайды [8].

«Педагогтың цифрлық құзыреттілігі» ұғымын шетелдік мамандардың зерттеулерінде білім беруді цифрландыру жағдайындағы педагогтың кәсіби құзыреттіліктерінің кешенін әзірлеу Еуропалық Одақтың білім Комитетінің басшылығымен жүзеге асырылады, онда 2017 жылы Digital Competence of Educators (DigCompEdu) мұғалімінің цифрлық құзыреттілігінің профилі ұсынылды, ол модель болып табылады. DigCompEdu мұғалімнің цифрлық құзыреттілігінің алты бағытын қамтиды (Кесте 1).

Кесте 1. Мұғалімдерге арналған цифрлық құзыреттіліктің еуропалық моделі

Мұғалімнің кәсіби құзыреттіліктері	Цифрлық құзыреттілік	Мұғалімдердің педагогикалық құзыреттіліктері		Әмбебап құзыреттілік	Білім алушының құзыреттілігі
	1. Кәсіби өзара іс-әрекет	2. Цифрлық ресурстар	3. Оқыту және оқу	6. Оқушылардың цифрлық дағдыларын дамытуға ықпал ету	
Пәндік құзыреттілік	4. Бағалау	5. Оқушылардың мүмкіндіктерін кеңейту	Пәндік құзыреттілік		

Екі мен бес аралығындағы бағыттар цифрлық білім беру моделінің өзегін құрайды. Олар білім беру ортасында цифрлық ресурстарды пайдалануда тиімді инновациялық қызметті жүзеге асыру үшін заманауи мұғалім қандай нақты құзыреттерді меңгеруі керек екенін егжей-тегжейлі сипаттайды [9].

Бірінші бағыт білім беру үдерісінің барлық субъектілерінің цифрлық технологиялар арқылы өзара іс-қимылына бағытталған құзыреттерді-әріптестермен, оқушылармен және олардың ата-аналарымен кәсіби өзара іс-қимылды қамтиды. Бұл бағыт сонымен қатар мұғалімнің цифрлық технологияларды пайдалана отырып, өзінің педагогикалық іс-әрекетін рефлексиялау, талдау қабілетін және цифрлық ресурстар мен құралдарды пайдалануда үздіксіз кәсіби дамуын қамтиды.

Құзыреттіліктің екінші бағыты мұғалімнің цифрлық ресурстарды іріктеу, оларды оқушылардың қажеттіліктеріне бейімдеу, олардың цифрлық ресурстарын құру және әріптестеріне, оқушыларына және олардың ата-аналарына қауіпсіз қол жетімділікті қамтамасыз ету қабілетін қамтиды.

Үшінші бағытқа оқу үдерісіне қатысты құзыреттер жатады. Олар топтық жұмыс түрлерінде оқушылардың өзара әрекетін қамтамасыз ететін, сонымен қатар оқушының дербестігін дамытуға ықпал ететін оқу-тәрбие үдерісінің көмекшісі ретінде мұғалімнің құзыреттерін қамтиды.

Төртінші бағыт формативті және жиынтық (қорытынды) бағалауды қамтитын бағалау үдерісімен байланысты. Мұғалімге цифрлық технологияларды пайдалана отырып, оқушылардың сабаққа қатысуын сыни тұрғыдан бағалау және талдау және тиімді, уақтылы кері байланысты қамтамасыз ету қабілеті қажет.

Бесінші бағыт мұғалімнің ресурстарға қол жетімділікті қамтамасыз ету қабілеті және цифрлық технологияларды қолдана отырып, дифференциалды тәсілді және білім беру үдерісін

даралау және жекелендіру принципін жүзеге асыру қабілетімен, оқушыларды білім беру үдерісін тарту қабілетімен байланысты, осылайша оқушылардың өзін-өзі жүзеге асыруына жаңа мүмкіндіктер туғызады.

Алтыншы бағыт педагогтың ақпараттық және медиа-сауаттылығына, оның кәсіби қоғамдастықта тиімді өзара іс-қимыл жасау қабілетіне, цифрлық ортада ақпарат пен ресурстарды іріктеуге, сондай-ақ цифрлық технологияларды пайдалануға байланысты оқушыларда туындайтын проблемаларды сәтті шешуге байланысты құзыреттермен сипатталады.

Батыстық зерттеуші М. Kharbach-тың айтуы бойынша [10], қазіргі заманғы мұғалім болашақ цифрлық мектеп мұғалімінің портретін қалыптастыратын келесі педагогикалық дағдыларға ие болуы керек: онлайн оқу материалдарын табу және бағалау; визуалды қызықты материалдар жасау; өз сыныбы үшін виртуалды алаңдар құру: блогтар, сайттар, wiki-платформалар; ғаламдық Интернет желісінде ақпаратты тиімді іздеу; өзінің кәсіби дамуы үшін әлеуметтік желілердің мүмкіндіктерін пайдалану; оқу ресурстарын ұсыну және тарату; сандық портфолиоларды құру, өңдеу және тарату; мультимедиялық мазмұнды құру, өңдеу және тарату; төңкерілген сынып, аралас оқыту, мобильді оқыту, жобалық оқыту сияқты заманауи педагогикалық тәжірибелерді енгізу үшін онлайн құралдарды пайдалану; басқа оқытушылармен байланыс орнату.

Осылайша, отандық және шетелдік авторлардың еңбектеріне шолу мұғалімнің кәсіби цифрлық құзыреттілігіне айналатын мұғалімнің цифрлық құзыреттілігін түсіну, сипаттау және құрылымдау ғылыми зерттеудің басым бағыты болып табылатынын көрсетеді және оның қызметінің мазмұнының кеңеюін көрсетеді, оқытуға қойылатын талаптарды және педагогтың кәсіби даму жағдайларына және дайындығына қойылатын талаптардың өзгергенін дәлелдейді.

Сонымен жоғарыда көрсетілген «цифрлық құзыреттілік» ұғымына берген анықтамалар мен мазмұнына жасаған талдау нәтижесінде мұғалімнің цифрлық құзыреттілік ұғымына анықтама беруге мүмкіндік тудырды. Ғылыми-педагогикалық әдебиеттерді талдау "мұғалімнің цифрлық құзыреттілігі" ұғымы толық зерттелмегенін көрсетті. Біздің зерттеуімізде педагогтың цифрлық құзыреттілігі деп цифрлық технологияларды жетілдіру жағдайында үнемі жаңартылып отыратын цифрлық білім беру ресурстарын қолдану мен жасауды қамтамасыз етуде кәсіби қызметті жүзеге асыру үшін мұғалімге қажетті құзыреттердің жиынтығын түсінеміз және осы ұғымның құрамдас бөлігін ұсынамыз.

### **Зерттеу нәтижелері**

Ғылыми-педагогикалық әдебиеттерді теориялық талдауды түсіну және мұғалімнің цифрлық құзыреттілігінің компонентті құрамын ашу үшін жоғарыда аталған әдіснамалық тәсілдерді қолдану қарастырылып отырған құзыреттіліктің құрылымы кәсіби-педагогикалық қызметтің ерекшеліктерін ескеретін компоненттермен ұсынылуы мүмкін деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді: мотивациялық-жеке тұлғалық, когнитивтік, іс-әрекеттік және рефлексивті-бағалау.

Қазіргі жағдайда мұғалімнің цифрлық кәсіби құзыреттілігінің *мотивациялық-тұлғалық компоненті* болашақ мұғалімнің цифрлық технологияларды пайдалануға деген қызығушылығымен, осы салада өзін-өзі дамытуға деген ұмтылысымен, стандартты емес мәселелерді шешуде жетістікке жетуге деген ішкі ұмтылысты қалыптастырумен сипатталады.

*Когнитивтік компонент.* Болашақ мұғалімнің цифрлық оқыту құралдарын пайдалана отырып, педагогикалық процесті тиімді құруға арналған теориялық білімдерінің, біліктері мен дағдыларының жиынтығын түсінеміз. «Цифрлық ұрпақтың» ерекшеліктері мен оларды оқыту мен тәрбиелеу тәсілдерін білуді қамтиды.

*Іс-әрекеттік компоненті* болашақ мұғалімнің кәсіби-педагогикалық білімін, оның интеллектуалдық, танымдық, техникалық, конструкторлық және технологиялық дағдыларын,

білім беру процесіне цифрлық технологияларды тиімді енгізу үшін қажетті дағдыларын практикалық іске асыруға мүмкіндік береді.

*Рефлексивті-бағалау компоненті* орындалатын әс-әрекетті талдау және өзіндік талдау, мақсаттарды, әдістер мен алынған нәтижелерді үйлестіру, олардың қызмет стилін білу, оларды шығармашылық өзгертуге дайын болуды білдіреді. Бұл компоненттер мұғалімге өзінің кәсіби қызметін тиімді жүзеге асыру үшін қажетті құзыреттерді сипаттайды.

Соңғы жылдары цифрлық құзыреттіліктің маңыздылығы мен мұғалімнің цифрлық құзыреттілігі бірқатар зерттеу жұмыстарында қарастырылуда, енді сол жұмыстарға шолу жасап тоқталамыз.

Д.М. Джусубалиева білім беруде цифрлық технологияларды қолданудың соңғы жаңа тенденциялары, қазіргі ақпараттық қоғам жағдайында болашақ мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру керектігін атап өтеді, Ресейлік және шетелдік зерттеушілердің анықтамаларына талдау жасай отырып, заманауи мұғалімдер цифрлық құзыреттілікке ие болуы керек деп есептейді. Бұл цифрлық білім беру ресурстарын әзірлеу, бағдарламалық құралдарды пайдалану, білім алушылармен бірге модельдеу және рөлдік ойындар үшін Интернет желісі ресурстарын пайдалану және де жеке және топтық оқу жобаларын әзірлеу және олардың орындалуын бағалау үшін АКТ-ны пайдалануды атап өтеді [11].

Ж.И. Сардарова авторлық бірлестікте орындаған зерттеу жұмысында цифрлық құзыреттілік ұғымын нақтылау және оның қалыптасу деңгейін, күнделікті тәжірибедегі мұғалімдердің проблемаларын қарастырады. Зерттеу тақырыбы бойынша алыс және жақын шетел ғалымдарының ғылыми зерттеу жұмыстарына талдау жасалып, өзіндік ой қорытындысы тұжырымдаған. «Цифрлық құзыреттілік» ұғымының анықтамасы нақтыланып, цифрлық құзыреттіліктің мазмұнды компоненттері (эмоционалды-ерікті, әлеуметтік медиа-коммуникативті, танымдық, белсенділік, рефлексивті-бағалау) ажыратылып, сипаттап көрсетеді [12].

Ресейлік ғалым Е.В. Яковлева өз зерттеулерінде цифрлық құзыреттілікті мотивациялық-тұлғалық, когнитивтік, белсенділікке негізделген, рефлексиялық-бағалаушы төрт құрамдас тізбекте қарастырады [13].

Сондай - ақ, Бороненко Т.А., Федотова В.С. педагогтың цифрлық құзыреттілігін оның қарқынды дамуының танымдық, қызметтік, шығармашылық аспектілерін сипаттайтын үш деңгейде (базалық, цифрлық қосымшалар, цифрлық қайта құрулар) көрінетін жалпы қолданушылық, жалпы педагогикалық, пәндік-педагогикалық цифрлық құзыреттердің жиынтығы ретінде бағалайды [14].

Р.М. Асадуллиннің практикалық-бағдарланған тапсырмалар-бұл педагогикалық жағдайлардың цифрлық құрамдас бөлігінің даму деңгейін анықтаудың дәлелді құралы екендігін айтып, тәжірибеге бағытталған тапсырмаларға сүйеніп, цифрлық құзыреттілікті дамытуды үш деңгейін қарастырады (1 деңгей – жалпы-қолданушы, 2 деңгей-жалпы-педагогикалық, 3 деңгей – пән-әдістемелік) [15].

Т.А. Бороненко, А.В. Кайсина, В.С. Федотованың зерттеу жұмыстарында информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігін қалыптастырудың вариативті модельдерін жасау қарастылады. Білім беруді цифрландыру жағдайында мұғалімдердің кәсіби даярлығының ерекшеліктері; информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігінің құрылымы жалпы пайдаланушы, жалпы педагогикалық және пәндік-педагогикалық цифрлық құзыреттіліктер жүйесімен анықталады; цифрлық білім беру ортасында информатика мұғалімінің цифрлық құзыреттілігін дамыту нұсқалары анықталып көрсетіледі [16].

Д.Н. Исабаеваның жұмысында қашықтан оқыту жағдайында педагогтің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру жолдары, соның ішінде педагогтің цифрлық құзыреттілігін арттыру үшін курс бағдарламасы жасалып, оның мазмұнында педагогикалық дизайн негіздері, бірлескен жұмыстарға арналған платформалар, бейне-дәрістер құруға арналған құралдар, ақпаратты бақылау мен жинауға арналған платформалар, цифрлық із және талдау, виртуалды зертханалық жұмыстың онлайн ресурстарын қарастырылған [17].

Л.Б. Рахымжанованың қашықтықтан оқыту жағдайында мұғалімнің цифрлық құзыреттілік деңгейін арттыру, мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін арттыру үшін discovery платформасын дамуы және зерттеу нәтижесінде жоспарланған білім беру нәтижелеріне жетудің жетістігі көрсетілген [18].

Жоғарыдағы ғалымдардың зерттеу жұмыстары цифрлық құзыреттілік ұғымын нақтылау және оның қалыптасу деңгейін, мұғалімнің цифрлық құзыреттілігінің қалыптастыру жолдары мен дамыту мәселелері болып табылады.

Қазіргі уақытта дәстүрлі білім беру практикасы цифрлық технологияларды тарату және оларды қоғамның барлық салаларында кеңінен қолдану арқылы түбегейлі өзгертілуде. Қазіргі жоғары оқу орнында білім алушы жастар – бұл цифрлық құрылғылармен-компьютерлермен, смартфондармен, гаджеттермен және т.б. дамыған ақпараттық технологиялар ортасында өскен ұрпақ. Бұл ұрпақ "Z"- "цифрлық аборигендер", олардың өмірлік маңызды координаты бағыты мен сипатын, даму формалары мен жолдарын, қызмет түрлері мен мінез-құлқын, оның ішінде кәсіби болашағын анықтайтын ақпараттық-коммуникациялық технологиялар болып табылады. Ғаламдық желі – бұл олардың күнделікті өмірінің ортасы, олар көп тапсырма режимінде жұмыс істеуге дайын, оларда ойлаудың басқа түрі бар, ол – "байланыстың, тәуелсіздіктің және шығармашылық принциптердің жаңа түрлерін дамытуға ықпал ететін желілік" байланыс арқылы әрекет жасайды [19].

Мұғалімдердің алдында сұрақ туындайтыны белгілі, ал мұғалім оқу үдерісінің негізгі жасаушысы және ұйымдастырушысы ретінде білім алушылардың деңгейіне – олардың ойлау қарқынына, цифрлық дағдыларына, жаңа білім беру ортасында оқуға деген сұраныстарына сәйкес келе ме?

Осыдан, информатика пәні мұғалімінің цифрлық құзыреттілігін дамыту жолдарын зерттеу қажеттілігін білдіреді. Информатика пәні мұғалімі цифрлық ресурстарды пайдалану білулері керек екендігі, өз сабақтарында оларды пайдалану тәжірибесінің болуы және өздеріне қажетті ресурстарды жасай алулары да қажет етіледі. Жалпы білім беру жүйесін цифрлық трансформациялау жағдайында мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін дамытудан басталуы керек екені анық. Жалпы білім беруді цифрлық трансформациялаудың қазіргі кезеңінде информатика мұғалімінің жаңа жағдайда жұмыс істеу үшін кәсіби сипаттамаларын әзірлеу мәселесі өз шешімін табуы талап етті. Бұл цифрлық дәуірдегі педагогикалық білім беруді дамытудың жалпы байқалған тенденциясымен алдын-ала анықталған: ең жақсы тәжірибелерді іздеу, жаңа тәжірибе жинақтау, қателерді жою және түзету болып табылады. Бұл цифрлық дәуірде шешуші рөл информатика мұғаліміне жүктеледі, өйткені мектеп информатика курсының пәндік мазмұнында білім алушылардың цифрлық сауаттылығын қалыптастыру негізделеді, ал информатика мұғалімі жаңа "цифрлар" жағдайында педагогикалық шеберліктің идеясын білдіреді.

Информатика пәнінің мұғалімі цифрлық трансформацияның жалпы стратегиясын түсінуі, оны реттейтін нормативтік-құқықтық базаны білуі, педагогикалық қызметті жүзеге асырудың ұйымдастыру механизмдерінің айырмашылығын, қызметіңізге цифрлық технологияларды кіріктіре білуі тиіс.

Цифрлық құзыреттілікті қалыптастыруды жоғары білім беру жүйесінде информатика мұғалімдерін кәсіби даярлау кезінде қамтамасыз етуге болады. Білім беруді цифрландыру жағдайында оқытуды интенсификациялаудың, оқу және танымдық қызметті жандандырудың тиімді технологияларының бірі білім беру маңызы өте зор және қазіргі заманғы талаптарға жауап беретін оқу ақпаратын визуализациялаудың заманауи технологиялары болып табылады.

Сонымен қатар, мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін дамыту саласында жүргізілген зерттеулердің маңыздылығына қарамастан, бұл мәселе қазіргі кезде толық шешімін тапқан жоқ, болашақ информатика мұғалімдерінде оны дамытудың нақты жолдары ұсынылатын зерттеулер аз, оның ішінде оқыту үдерісінде оқу ақпаратын визуализациялаудың заманауи технологияларын қолдану. Оқу ақпаратын визуализациялау технологиясы - бұл келесі

құрамдас бөліктерді қамтитын жүйе: пәндік білім кешені; оларды ұсынудың көрнекі тәсілдері; оқу ақпаратын берудің визуалды-техникалық құралдары; оқыту үдерісінде визуалды ойлауды пайдалану мен дамытудың психологиялық-педагогикалық тәсілдерінің жиынтығы, бұл педагогтің цифрлық құзыреттілік моделінің өзегін құрайды.

### **Қорытынды**

Қорыта келе айтарымыз, бүгінде цифрландырудың арқасында әлем бейнесі өзгеруде, адамзат өмірінің барлық салалары өзгеруде, педагогтың рөлі мен мүмкіндіктерін өзгертетін жаңа қызмет түрлері, заманауи ақпараттық технологиялар пайда болатындығын мойындауға мәжбүр. Бұл өзгерістер, бір жағынан, оған қойылатын талаптарды белгілейді, ал екінші жағынан, білім беру үдерісінің үздіксіздігін қамтамасыз ететін дамудың қосымша мүмкіндіктерін ұсынады. Біз зерттеу барысында DigCompEdu 2018 білім беру үшін цифрлық құзыреттіліктің Еуропалық моделінде ұсынылған білім беруді цифрлық трансформациялау үшін қажетті дағдыларды оқыту мен дамытуда цифрлық технологияларды қолдануды жетілдірудегі цифрлық құзыреттіліктің мәнін ескереміз. Сонымен қатар, біздің зерттеуімізде цифрлық құзыреттілік жүйелік тәсіл негізінде қарастырылады және үш компонентті құрылыммен анықталады: жалпы қолданушы, жалпы педагогикалық және пәндік-педагогикалық цифрлық құзыреттер. Бұл көзқарас тек техникалық дағдыларға (цифрлық технологияларды меңгеру) ғана емес, сонымен қатар "Информатика" пәнінің нақты білім беру контекстін және білім алушылардың цифрлық сауаттылықты меңгерудегі қажеттіліктерін ескере отырып, оларды педагогикалық қызметте тұрақты қолдануға бағытталады.

Информатика пәні мұғалімінің оқу ақпаратын визуализациялау технологиясын қолданудағы цифрлық құзыреттілігі оның құрамдас үш цифрлық құзыретінің құрамында іске асырылады:

- жалпы пайдаланушының цифрлық құзыреттілігі мұғалімге цифрлық шындық туралы түсінік алуға, практикалық мәселелерді шешуде күнделікті және кәсіби қызметте негізгі цифрлық дағдыларды пайдалануға мүмкіндік береді;

- жалпы педагогикалық цифрлық құзыреттер цифрлық технологияларды пайдалану негізінде педагогикалық қызметті жақсартуға негіз болады, оқу ақпаратын визуализациялау технологиясының функционалын пайдалана отырып, оқу сабақтарын тиімді жоспарлауға мүмкіндік береді;

- пәндік-педагогикалық цифрлық құзыреттіліктер мектептегі информатика курсының ерекшеліктерін ескере отырып, оқытуда цифрлық технологияларды пайдалануға мүмкіндік береді.

Информатика пәні мұғалімінің сапалы дидактикалық материалды дайындауды, қойылған мақсатқа және шешілетін міндетке сәйкес оқу ақпаратын визуализациялау технологияларын орынды пайдалануды, оқу ақпаратын визуализациялау технологиясының функционалын пайдаланудың әртүрлі жағдайларында оқу үдерісін басқару, ыңғайлы және қауіпсіз білім беру кеңістігі, үздіксіз өнімді қарым-қатынас үшін қамтамасыз етуді талап етеді.

#### *Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

1 *Қазақстан Республикасы Үкіметінің Қаулысы. Қазақстан Республикасында жоғары білімді және ғылымды дамытудың 2023-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы: 2023 жылдың 28 наурызда, №248 бекітілген // <https://online.zakon.kz/Document/?>. 17.04.2023.*

2 *Gilster P. Digital Literacy. – N.Y.: Wiley Computer Publishing, 1997. – P. 36*

3 *Тоджибаева К.С. Профессиональная педагогическая компетентность учителя: феноменология понятия // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 27 (39). – С. 95–97.*

4 *Солдатова Г.У., Шляпников В.Н. Цифровая компетентность российских педагогов // Психологическая наука и образование. 2015. Т. 20, № 4. С. 5-18.*

5 *Comisión Europea.Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de de diciembre de 2006, sobrlas competencias clave para el aprendizaje permanente.(2006)*

6 Кубрушко П.Ф., Назарова Л.И., Гриценко Н.С. Структура цифровой компетентности педагога профессионального образования // В сборнике: Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы. – 2020 – С. 14-16.

7 Селеменова, Т.А. Направления совершенствования цифровой компетентности преподавателя ВУЗа в условиях современной образовательной среды // В сборнике: Цифровая трансформация современного образования. – 2020 – С. 99-102.

8 Ячина Н.П., Фернандез О.Г. Развитие цифровой компетентности будущего педагога в образовательном пространстве // Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Проблемы высшего образования. 2018. № 6. С. 134-138.

9 Петрова В. С., Щербик Е. Е. Измерение уровня сформированности цифровых компетенций // Московский экономический журнал. – 2018. – № 5(3). – Б. 237–244.

10 Kharbach M. 4 Important Digital Skills for the 21st Century Teachers <https://www.educatorstechnology.com/2022/06/4-essential-digital-skills-for-teachers.html> (қаралған күн: 27.09.2023).

11 Джусубалиева Д.М. Цифровая компетентность-необходимое условие в подготовке будущих учителей в условиях дистанционного обучения // Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана. Серии «Педагогические науки». Том 58 № 3 (2020) 2020. 57-66.

12 Сардарова Ж.И., Жумашева Н.С., Адильшинова З.У., Аbugалиева Г.С., Федорченко Л.А. Современное состояние и проблемы формирования цифровой компетентности педагогов. //ҚазҰУ Хабаршысы. «Педагогикалық ғылымдар» Сериясы Том 74 № 1 (2023): 58-67.

13 Яковлева Е. В. Цифровая компетентность будущего педагога: компонентный состав // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2021. – № 4. – С. 46–57.

14 Бороненко Т. А., Федотова В. С. Исследование цифровой компетентности педагогов в условиях цифровизации образовательной среды школы //Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. – 2021.– №. 1(27). –С. 51-61.

15 Асадуллин Р. М., Дорофеев А. В., Левина И. Р. Диагностика цифровых компетенций педагога //Педагогика и просвещение. – 2022. – №. 1. – С. 1-17.

16 Бороненко Т.А., Кайсина А. В., Федотова В. С. Концепция и вариативные модели формирования цифровой компетентности учителя информатики //Педагогика. Вопросы теории и практики Pedagogy. Theory & Practice 2022. Том 7. Выпуск 4. С. 439-448.

17 Исабаева, Д., Назкенова, Б. Мекебаев, Н. 2022. Қашықтан оқыту жағдайында педагогтің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру жолдары. Хабаршы «Физика-математика ғылымдары» сериясы. 78, 2 (2022), 206–211. <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-7901.25>.

18 Рахимжанова, Л., Аджан, С. 2022. Қашықтықтан оқыту жағдайында мұғалімнің цифрлық құзыреттілік деңгейін арттыру. Хабаршы «Физика-математика ғылымдары» сериясы. 80, 4 (2022), 251–258. <https://doi.org/10.51889/2912.2022.29.19.029>.

19 Крюкова, О. В. Сетевое мышление – феномен современности / О. В. Крюкова. – Текст : электронный // Гуманитарные научные исследования. – 2013. – № 7. – URL: <http://human.snauka.ru/2013/07/3558> (дата обращения: 15.11.2023).

#### References:

1. Kazakstan Respublikasy Ukimetinın Qaulysy. Kazakstan Respublikasynda zhogary bilimdi zhane gylimdy damytudyn 2023–2029 zhyldarga arналған tuzhyrymdamasyn bekitu turaly [Kazakstan Respublikasynda zhogary bilimdi zhane gylimdy damytudyn 2023–2029 zhyldarga arналған tuzhyrymdamasyn bekitu turaly]: 2023 zhyldyn 28 nauryzda, №248 bekitilgen // <https://online.zakon.kz/Document/?>. 17.04.2023. (In Kazakh)

2. Gilster P. Digital Literacy. – N.Y.: Wiley Computer Publishing, 1997. – R. 36

3. Todzhibaeва K.S. (2018) Professional'naja pedagogicheskaja kompetentnost' uchitelja [Professional pedagogical competence of a teacher]: fenomenologija ponjatija. Voprosy nauki i obrazovanija. № 27 (39). 95–97. (In Russian)

4. Soldatova G.U., Shljapnikov V.N. (2015) Cifrovaja kompetentnost' rossijskih pedagogov [Digital competence of Russian teachers]. Psihologicheskaja nauka i obrazovanie. T. 20, № 4. 5-18. (In Russian)

5. Comisión Europea.Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de de diciembre de 2006, sobrlas competencias clave para el aprendizaje permanente.(2006)



6. Kubrushko P.F., Nazarova L.I., Gricenko N.S.(2020) *Struktura cifrovoj kompetentnosti pedagoga professional'nogo obrazovanija* [Structure of digital competence of a vocational education teacher]: *Professional'noe samoopredelenie molodezhi innovacionnogo regiona: problemy i perspektivy*. 14-16. (In Russian)

7. Selemeneva, T.A. (2020) *Napravlenija sovershenstvovaniya cifrovoj kompetentnosti prepodavatelja VUza v uslovijah sovremennoj obrazovatel'noj sredy* [Directions for improving the digital competence of a university teacher in a modern educational environment]. *Cifrovaja transformacija sovremennogo obrazovanija*. 99-102. (In Russian)

8. Jachina N.P., Fernandez O.G. (2018) *Razvitie cifrovoj kompetentnosti budushhego pedagoga v obrazovatel'nom prostranstve* [Development of digital competence of the future teacher in the educational space]: *Problemy vysshego obrazovanija*. № 6. 134-138. (In Russian)

9. Petrova V. S., Shherbik E. (2018) *Izmerenie urovnja sformirovannosti cifrovyh kompetencij* [Measuring the level of development of digital competencies]. *Moskovskij jekonomicheskij zhurnal*. № 5(3). 237–244. (In Russian)

10. Kharbach M. 4 Important Digital Skills for the 21st Century Teachers <https://www.educatorstechnology.com/2022/06/4-essential-digital-skills-for-teachers.html> (қаралған күн: 27.09.2023). (In Russian)

11. Dzhusubalieva D.M. (2020) *Cifrovaja kompetentnost'-neobhodimoe uslovie v podgotovke budushhih uchitelej v uslovijah distancionnogoobuchenija* [Digital competence is a necessary condition in the training of future teachers in distance learning conditions]. *Izvestija KazUMOiMJa imeni Abylay hana. «Pedagogicheskie nauki»*. T 58, № 3. 57-66. (In Russian)

12. Sardarova Zh.I., Zhumasheva N.S., Adil'shinova Z.U., Abugalieva G.S., Fedorchenko L.A. (2023) *Sovremennoe sostojanie i problemy formirovaniya cifrovoj kompetentnosti pedagogov* [Current state and problems of developing digital competence of teachers]. *KazYU Habarshysy. «Pedagogikalyk zhylymdar»* T 74, № 1. 58-67. (In Kazakh)

13. Jakovleva E. V. (2021) *Cifrovaja kompetentnost' budushhego pedagoga: komponentnyj sostav* [Digital competence of the future teacher: component composition]. *Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept»*. № 4. 46–57. (In Russian)

14. Boronenko T. A., Fedotova V. S. (2021) *Issledovanie cifrovoj kompetentnosti pedagogov v uslovijah cifrovizacii obrazovatel'noj sredy shkoly* [Research on the digital competence of teachers in the context of digitalization of the school educational environment]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Istorija, pedagogika, filologija*. №. 1(27). 51-61. (In Russian)

15. Asadullin R. M., Dorofeev A. V., Levina I. R. (2022) *Diagnostika cifrovyh kompetencij pedagoga* [Diagnosis of digital competencies of a teacher]. *Pedagogika i prosveshhenie*. №. 1. 1-17. (In Russian)

16. Boronenko T.A., Kajsina A. V., Fedotova V. S. (2022) *Koncepcija i variativnye modeli formirovaniya cifrovoj kompetentnosti uchitelja informatiki* [Concept and variable models for the formation of digital competence of a computer science teacher]. *Pedagogika. Voprosy teorii i praktiki Pedagogy. Theory & Practice*. T 7. Vypusk 4. 439-448. (In Russian)

17. Isabaeva, D., Nazkenova, B. Mekebaev, N. (2022) *Qashyqtan oqyty zhagdajynda pedagogtin cifrlyk quzyrettiligin qalyptastyru zholdary* [Qashyqtan oqyty zhagdajynda pedagogtin cifrlyk quzyrettiligin qalyptastyru zholdary]. *Habarshy «Fizika-matematika zhylymdary» serijasy*. 78,2, 206–211. <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-7901.25>. (In Kazakh)

18. Rahimzhanova, L. Adzhan, S. (2022) *Qashyqytqan oqytu zhagdajynda mugalimniñ cifrlyq quzyrettilik dengeiin arttyru* [Qashyqytqan oqytu zhagdajynda mugalimniñ cifrlyq quzyrettilik dengeiin arttyru]. *Habarshy «Fizika-matematika zhylymdary» serijasy*. 80, 4, 251–258. <https://doi.org/10.51889/2912.2022.29.19.029>. (In Kazakh)

19. Krjukova, O. V. (2013) *Setevoe myshlenie – fenomen sovremennosti* [Network thinking is a modern phenomenon]: *jelektronnyj, Gumanitarnye nauchnye issledovanija*. № 7. URL: <http://human.snauka.ru/2013/07/3558> (data obrashhenija: 15.11.2023). (In Russian)