

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Физика, математика және компьютерлік
ғылымдар сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Физика, математика
и компьютерные науки
Издается с 1997 года

ISSN 2959-068X

№ 1 (2025)
Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Физика, математика и компьютерные науки
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ91VPY00046988

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области физики, математики,
механики и информатики

Подписной индекс – 76208

<https://doi.org/10.48081/YZUA5920>

Бас редакторы – главный редактор

Глеукинов С. К., *д.ф.-м.н., профессор*

Заместитель главного редактора Испулов Н. А., *к.ф.-м.н., профессор*

Ответственный секретарь Жумабеков А. Ж., *PhD доктор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

<i>Esref Adali,</i>	<i>доктор PhD, профессор (Турция);</i>
<i>Qadir Abdul Rahimoon,</i>	<i>доктор PhD, профессор (Пакистан);</i>
<i>Акылбеков Э. Т.,</i>	<i>д.ф.-м.н., профессор;</i>
<i>Демкин В. П.,</i>	<i>д.ф.-м.н., профессор (Российская Федерация);</i>
<i>Дүйшеналиев Т. Б.,</i>	<i>д.ф.-м.н., профессор (Российская Федерация);</i>
<i>Жумадилаева А. К.,</i>	<i>к.т.н., ассоц. профессор;</i>
<i>Ибраев Н. Х.</i>	<i>д.ф.-м.н., профессор;</i>
<i>Кеңесбеков А. Б.,</i>	<i>доктор PhD;</i>
<i>Косов В. Н.</i>	<i>д.ф.-м.н., профессор;</i>
<i>Сеитова С. М.</i>	<i>д.пед.н., профессор;</i>
<i>Сулубаева Л. Г.,</i>	<i>доктор PhD;</i>
<i>Омарова А. Р.</i>	<i>(технический редактор).»</i>

МАЗМҰНЫ

**«КОМПЬЮТЕРЛІК ҒЫЛЫМДАР» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»
SECTION «COMPUTER SCIENCE»**

**Абулханова М. Ю., Кыдырбаева Н. К.,
Ибекеев С. Е., Хабай А.**

Тұрақты ток көзін пайдалана отырып proteus ортасында
қарапайым схема құрастыру.....5

Ермек Б. Қ., Абілқайыр Ж. Н.,

Баймаханов Г. А., Омарова Ж. Б.

Оценка неопределенности измерений
по методу GUM с применением цифрового барометра MSB181..... 19

Дюсенгазина Н. Н., Балгабаева Г. С.

Blockchain технологиясы және оның қолданылуы32

Найманова Д. С., Даутова А. З.

Методы оценки эффективности проекта43

Прокопенко С. С.

Применение искусственного интеллекта как технологии
контроля знаний в образовательной среде54

Рымғалиев Ә. Р., Абеннова А. Т.

Цифрлық маркетинг саласында Adobe Illustrator бағдарламасының
векторлық графикалық редакторын қолдану66

Талипов С. Н.

Разработка кроссплатформенных визуальных программ на
wxWidgets в среде Linux с поддержкой кросс-компиляции79

Умарова А. Р., Алимova Ж. С., Исимбаева А. Б.

Электронды басылымдардың өзекті аспектілері91

Умарова З. М., Баенова Г. М., Сеньковская А. А.

Предварительный анализ прогнозирования количества
абитуриентов поступающих в вузы РК.....101

Федкевич М. С.

Использование методов концептуального моделирования
при разработке мобильного приложения «Активный гражданин»..... 118

Schmidt P.

Systems and effective management methods
in the conditions of digitalization..... 130

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на

«Вестник Торайгыров университета» обязательна

**«ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ФИЗИКА» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»
SECTION «THEORETICAL AND EXPERIMENTAL PHYSICS»**

Бижигитов Т., Кушербаева М. Р., Бижигитова Л. Т. 1h мұз түрінің серпімділік қасиеттеріне сыртқы параметрлердің әсерін зерттеу	141
Горбов Л. Е., Титов А. А., Шкварина Е. Г. Синтез, аттестация и кристаллическая структура системы $(\text{Cu}_2\text{Se})_n\text{TiSe}_2$	154
Ерғазина Г. М., Шакенов Б. М., Фазлутдинова Ж. К., Жумабеков А. Ж., Касанова А. Ж. Күміс нанобөлшектерінің синтезі және физика-химиялық қасиеттері	162
Kuterbekov K. A., Bekmyrza K. Zh., Kabyshev A. M., Baratova A. A., Aidarbekov N. K. Screen printing technological approaches of materials for solid oxide fuel cells	175
Каюмова А. С., Сериков Т. М. Влияние длительности электрохимического осаждения оксида графена на фотокаталитическую активность наностержней TiO_2	196
Сейтханова А. К., Нурбердиев А. Т., Тамаев С. Т., Тасуев Б., Әбидин Қ. Ш. Жарық ағынының параметрлері арқылы плазма температурасын бағалауға арналған құрылғыны әзірлеу	208
Shaimerdenova K. M., Tleubergenova A. Zh., Tanasheva N. K., Minkov L. L., Abdirova N. T. Investigation of thermophysical factors affecting wind power plant blade efficiency	220

**«МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА»
SECTION «MATHEMATICS AND STATISTICS»**

Матин Д. Т., Ахажанов Т. Б. Глобалды Морри типтес кеңістіктердегі жиындардың функциялардың орта мәндері терминінде компакттылығы	231
---	-----

**«ОҚУ ПӘНДЕРІН ОҚЫТУ ӘДІСНАМАСЫ» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН»
SECTION «METHODS OF TEACHING OF EDUCATIONAL DISCIPLINES»**

Боженкова Л. И., Соколова Е. В. Организация самостоятельной работы школьников в обучении геометрии	243
---	-----

Искакова А. Б., Қуанышбаева М. Т. Орта мектепте «молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тарауын оқытуда виртуалды зертханаларды қолданудың әдістемелік негіздері	264
Nurumzhanova K. A., Niyazov M. M., Gairulla A. A. From the experience of developing historical-methodological didactic content on theory of relativity	278
Тулемисова Ж. В., Сыдыкова Ж. К. Негізгі мектепте физиканы оқытуда белсенді оқыту әдістерін қолданудың әдістемелік негіздері	296
Авторлар туралы ақпарат Информация об авторах Information about the authors	312
Авторларға арналған ережелер Правила для авторов Rules for authors	330
Жарияланым этикасы Публикационная этика Publication ethics	342

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»

FTAMP 47.41.99

<https://doi.org/10.48081/NYLU4553>

***М. Ю. Абулханова¹, Н. К. Кыдырбаева²,
С. Е. Ибекеев³, А. Хабай⁴**

^{1,3,4}Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті,

Алматы қ., Қазақстан Республикасы

²Евразиялық технологиялық университеті,

Алматы қ., Қазақстан Республикасы

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6055-1646>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8414-3954>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

*e-mail: maral2017@inbox.ru

ТҰРАҚТЫ ТОК КӨЗІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП PROTEUS ОРТАСЫНДА ҚАРАПАЙЫМ СХЕМА ҚҰРАСТЫРУ

Бұл мақалада 8.6 Протеус бағдарламасында жобалар құру қарастырылады. Электрлік сұлбалар зерттеледі, тағыда баспа платаның трассировкасы және 3 Д моделдеу. Арнайы даму ортасын қолдана отырып, ендірілген жүйелерді бағдарламалау бойынша зертханалық сабақтарда қолдануға арналған қарапайым бағдарламалар әзірленуде.

Протеус - схемалық модельдеу жүйелерінің бірі. Протеус қарапайым аналогтық құрылғыларды ғана емес, сонымен қатар микроконтроллерлерде жасалған күрделі жүйелерді де құрастыруға мүмкіндік береді. Электронды құрылғыларды симуляция жасаған кезде басқа симуляторлардан негізгі артықшылықтарының бірі, ол микроконтроллер мен микропроцессорларды бірнешеуін осы бағдарламада құрастырып, бағдарламасын жазуға болады. Мақалада 8.6 Протеус пакетіндегі схемалық модельдеу жүйесінде электр тізбектерін енгізу қарастырылады. Мұндай модельдеу зертханалық сабақ пен ғылыми-техникалық семинар аясында элементтік базаны дамытудың перспективалық бағыттары бойынша, әсіресе электроника бойынша жаңа міндеттер жағдайында пайдалы болады.

Proteus сонымен қатар электроника және автоматтандыру саласында білім беруде және өзін-өзі оқытуда қолданылады. Оның көмегімен студенттер мен энтузиастар электрондық схемалардың жұмыс принциптерін зерттей алады, жобаларды құруда және жөндеуде машықтана алады және өз құрылғыларын жасай алады. Proteus компоненттер мен микроконтроллерлер кітапханаларына қол жеткізуге мүмкіндік береді, бұл оқу процесін интерактивті және практикалық етеді. Proteus-өнеркәсіптік жобалаудан бастап оқыту мен өзін-өзі оқытуға дейін әртүрлі салаларда қолданылатын әмбебап құрал. Бұл дамуды жеделдетуге, жобалардың тиімділігі мен сапасын арттыруға, электроника мен автоматтандыру принциптерін түсінуді жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: Протеус, сұлба, баспа платасы, элементтер, PCB Layout, Schematic capture (Схемотехника), 3D visualizer.

Кіріспе

Proteus Design Suite – электрондық схемаларды автоматтандырылған жобалауға арналған бағдарламалар пакеті.

8.6 пакетті Proteus Professional – бұл электронды компоненттердің модельдеріне негізделген схемалық модельдеу жүйесі. 8.6 пакетті Proteus Professional пакетінің айрықша ерекшелігі - бағдарламаланатын құрылғылардың жұмысын модельдеу мүмкіндігі: микроконтроллерлер, микропроцессорлар және т.б. Сонымен қатар 8.6 пакетті Proteus Professional пакетіне баспа платасын жобалау, трассировка, 3 Д моделдеу жүйелері кіреді. 8.6 пакетті Proteus Professional келесі микроконтроллерлердің жұмысын модельдей алады: 8051, ARM, AVR, PIC, ARDUINO, Cortex. Компоненттер кітапханасында анықтамалық мәліметтер бар. 6000-нан астам аналогтық және сандық құрылғы модельдері. Көптеген компиляторлармен және құрастырушылармен жұмыс істейді.

PROTEUS бір уақытта бірнеше МК, тіпті 14 бір құрылғыда әртүрлі отбасылар болуы мүмкін өте күрделі құрылғыларды өте сенімді модельдеуге және күйін келтіруге мүмкіндік береді. Электрондық схеманы модельдеу нақты құрылғының жұмысын дәл қайталамайтынын түсіну керек. Сонымен қатар, МК жұмысының алгоритмін түзету үшін бұл жеткілікті. PROTEUS құрамында Электронды компоненттердің үлкен кітапханасы бар. Жетіспейтін модельдерді толықтыруға болады. Егер компонент бағдарламаланбайтын болса, онда өндірушінің веб-сайтында оның SPICE моделін жүктеп, қолайлы корпусқа қосу керек [1].

Материалдар мен әдістері

Протеус бұл екі негізгі бағдарламаны біріктіретін автоматтандырылған жобалау жүйесіндегі бағдарламалар пакеті: 1 нақты уақыттағы электрондық схемаларды әзірлеу және күйін келтіру құралы және 2 баспа платаны әзірлеу, 3 Д моделдеу құралы. Осы бағдарламалық пакетке ұқсас бағдарламалық пакеттерден айырмашылығы, мысалға, Electronics Workbench Multisim, MicroCap және т. б. дамыған модельдеу жүйесінде микроконтроллерлердің әртүрлі отбасылары үшін: 8051, PIC (Microchip), AVR (Atmel), ARDUINO, Cortex және т. б. Микропроцессорлар жиынтығы. Протеуста компоненттердің кең кітапханалары бар, соның ішінде перифериялық құрылғылар: жарықдиодты және индикаторлары, температура датчиктері, нақты уақыт сағаттары, интерактивті енгізу-шығару элементтері: түймелер, қосқыштар, виртуалды порттар және виртуалды өлшеу құралдары, Интерактивті графиктер, олар әрдайым басқа ұқсас бағдарламаларда бола бермейді.

Тұрақты ток көзін пайдалана отырып Proteus ортасында қарапайым схема құрастыру керек. Кирхгоф заңдарын эксперименталды тексеру жүргізу керек. Амперметрлердің көрсеткіштерін салыстырырылып, жұмысқа дайындық кезінде алынған формулалар бойынша бірдей токтарды есептеулер жүргізу керек.

8.6 типті бағдарламалық пакет кез келген электронды құрылғылардың сұлбаларын Schematic capture (Схемотехника) де құрастырып, оның жұмысын стимуляция жасау керек. Қарастырылған мақала оқу жүйесінде қолдануға болады.

Proteus бағдарламалық жасақтамасының ерекшеліктері талданады. EDA технологиясын эксперименттік оқытуына енгізетін оқыту реформасы ұсынылады. Онда Proteus бағдарламалық жасақтамасын бір сұлба виртуалды эксперимент платформасын құру үшін қалай пайдалану керектігі талқыланады. Proteus пакеті бағдарламасындағы модельдеу және әзірлеу тақтасына негізделген жобаларды жобалау және жасау арқылы студенттер негізгі білім мен жобалау әдісін меңгереді [2].

Proteus бағдарламалық пакетте микроконтроллерлерді де түріне байланысты ұолдануымызға болады, себебі біздің өмірімізге барлық жерде жұмыс істейді. Оларды өлшеу, ақпаратты өңдеу және басқару мәселелерін шешуді қажет ететін кез-келген техникалық өнімде кездестіруге болады. Бұл электр құрылғылары, өлшеу құралдары немесе байланыс құралдары, сондай-ақ автомобильдер немесе ұшақтар сияқты күрделі басқару элементтері болуы мүмкін. Микроконтроллерлер шешетін тапсырмалар ауқымы өте кең, дыбыс немесе жарық дабылын қосудан бастап, әртүрлі Сенсорлардан келетін ақпаратты күрделі математикалық өңдеуге және талдауға дейін, содан кейін басқару объектісіне басқару әсерлерін қалыптастыруға дейін.

Өнеркәсіп техникалық сипаттамалары, орталық процессор Модулінің архитектурасы, белгілі бір перифериялық құрылғылардың болуы бойынша ерекшеленетін микроконтроллерлердің көптеген түрлерін шығарады. Олардың ортақ және қандай айырмашылығы бар екенін түсіну оңай емес, өйткені микроконтроллерлердің жалпы қабылданған қатаң классификациясы жоқ. Оларды жіктеуге болатын бірқатар белгілер бар [3].

Негізгі бөлім. Тұрақты ток көзі.

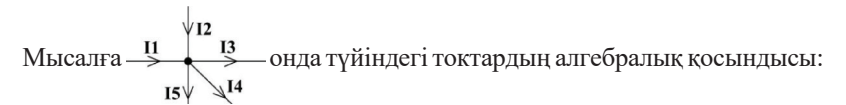
Жұмыстың мақсаты: Тұрақты ток көзін пайдалана отырып Proteus ортасында қарапайым схема құрастыру керек. Proteus автоматтандырылған жобалау жүйесінде схеманы модельдеу керек.

Теориялық бөлімі

Кирхгофтың бірінші заңы.

Түйіндегі токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең. Түйінге ағатын токтар, одан шығатын токтар ескеріледі:

$$\sum I = 0. \quad (1.1)$$



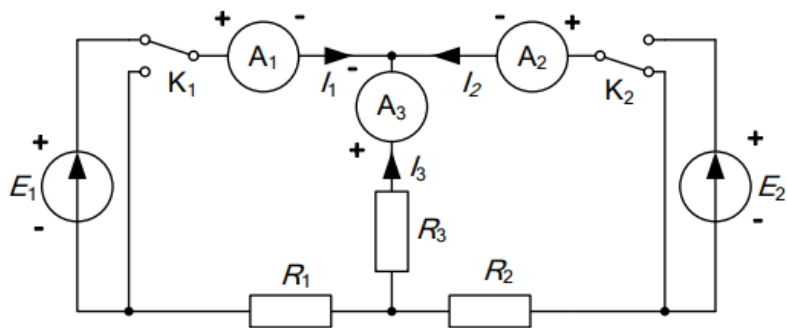
$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0 \text{ болады.}$$

Кирхгофтың екінші заңы.

Кирхгофтың екінші заңы (кернеу Заңы) тізбектің кез-келген тұйық тізбегіндегі кернеулердің түсуінің алгебралық қосындысы сол тізбек бойымен әрекет ететін ЭҚК-нің алгебралық қосындысына тең.

$$\sum IR = \sum E. \quad (1.2)$$

Өзара тәуелсіз теңдеулер-біреуін қоспағанда, барлық тізбек түйіндерінің токтарына арналған теңдеулер. Кез-келген тізбек үшін кернеулер үшін өзара тәуелсіз теңдеулер алынады, егер кез-келген тізбек үшін теңдеуді жазып, ондағы бір тармақты ойша үзіп тастаса, ал келесі теңдеулер, сонымен қатар тармақтың үзілуімен, қалған бүтін тізбектер үшін олар таусылғанға дейін жазылса. Сыртқы контурдан басқа жазық (жазықтық) тізбектің барлық контурларының-ұяшықтарының кернеулеріне арналған теңдеулер өзара тәуелсіз болады [4].



1.1-сурет – Электрлік тізбектің сұлбасы

Бастапқы тізбектегі тұрақты кернеу мен кедергі көздерінің ЭҚК мәндері 1.1 кестеге сәйкес беріледі. Жұмыс барысында E1 мәнін бағдарламаға сәйкес өзгертіліп отырады [5].

1.1-кесте – Бастапқы мәндер

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1 В	4	5	6	6	10	12	5	9	9	11	3
E2 В	9	12	11	6	4	8	10	12	14	5	7
R1 Ом	120	140	100	140	80	160	180	200	220	80	50
R2 Ом	60	100	80	30	40	50	60	80	100	20	120
R3 Ом	80	200	40	60	100	120	80	120	150	30	50

Жұмыстың орындалу тәртібі

1. Кирхгоф заңдарын эксперименталды тексеру:

Тәжірибе 1. K1 кілтті жоғарыға, K2 кілтті төменге түсіру, 1.1 суретте көрсетілгендей етіп қою керек. Алынған мәліметтерді 1.2 кестеге жазу керек.

Тәжірибе 2. K2 кілтті жоғарыға, K1 кілтті төменге түсіру керек. Алынған мәліметтерді 1.2 кестеге жазу керек.

Тәжірибе 3. K1 кілтті жоғары көтеру керек. Алынған мәліметтерді 1.2 кестеге жазу керек.

1.2-кесте – Алынған нәтижелер

Тәжірибе	ЭҚК		Амперметр аспабындағы көрсетілген мәндер			Есептеу нәтижелері		
	E1	E2	I1	I2	I3	ΣIR(1)	ΣIR(2)	ΣI
1		0						x
2	0							x
3								x

2. Үш тәжірибеден алынған мәндерді қолданып, Кирхгофтың $\sum I = 0$ бірінші заңы бойынша $\sum I$ табып, x деп белгіленіп тұрған жерге жазылады (әр тәжірибе бойынша).

Кирхгофтың екінші заңы $\sum IR = \sum E$ бойынша $\sum IR(1)$ мен $\sum IR(2)$ мәндерін есептеп, кестеге жазылады [6].

3. E1=var, E2=const токтар I2, I3 үшін және өзара қарым-қатынас принципі I1, I2 токтар үшін сызықтық қатынас теоремасын тексеру.

Тәжірибе 4. E1 ЭҚК мәнін өзгерту, ол үшін курсорды осы көздің таңбасына орнатыңыз және тінтуірдің сол жақ батырмасын екі рет басқаннан кейін E1=E2. мәнді орнатыңыз. Аспапта алынған мәліметтерді 1.3 кестеге жазу керек. Осы кестеге 2 және 3 тәжірибедегі мәндерді қайта жазу керек.

1.3-кесте – Аспапта алынған мәліметтері

Тәжірибе номері	U1	U2	I1	I2	Ескерту
	В	В	мА	мА	
4					тәуелділік коэффициенттері $I3=a \cdot I2+b=a=b=$
3					
2					

4. Өзара қарым-қатынас принципін тексеру.

Тәжірибе 5.

K2 кілтін төменгі күйге ауыстыру керек. Бұл жағдайда схемада жана мәні бар E1 ЭҚК ғана әрекет етеді. Аспаптардың көрсеткіштері 1.4. кестеге енгізіледі. Осы кестеге 2 - тәжірибеден аспаптардың көрсеткіштерін осында қайта жазу керек. Амперметрлердің көрсеткіштерін салыстыру керек. Жұмысқа дайындық кезінде алынған формулалар бойынша бірдей токтарды есептеу керек және нәтижелерді 1.4 кестеге де енгізу керек [7].

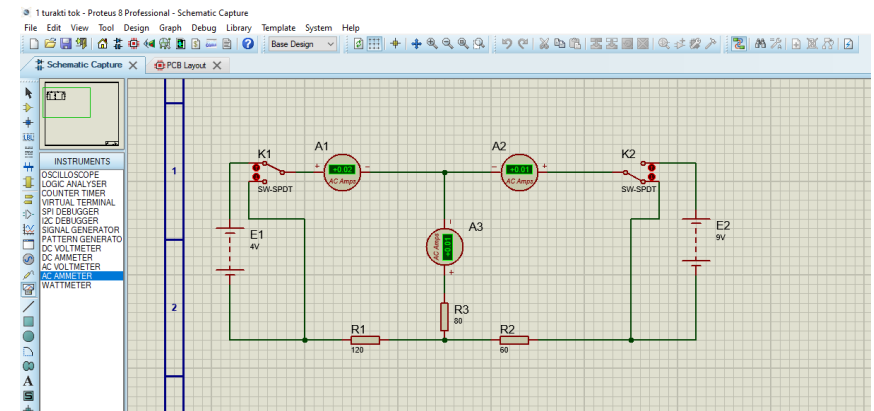
1.4-кесте – Амперметрлердің көрсеткіштерін салыстыру керек

Тәжірибе	Аспаптан алынған мәліметтер				Есептеу мәндері	
	U ₁	U ₂	I ₁	I ₂	I ₁	I ₂
	B	B	mA	mA	mA	mA
5						
2						

5. Сұлбаны Proteus автоматтандырылған жобалау жүйесінде құрастыру (сурет 1.3) және E₁, E₂ ЭҚК пен R₁, R₂, R₃ кедергі мәндерін 1.1. кестеден алып, өзгеру керек (1.3 суретте 0 вариант бойынша өзгертілген) [8].



1.2-сурет – Электрлік тізбектің сұлбасындағы элементтер



1.3-сурет – Электрлік тізбектің сұлбасын 8.6 Proteus автоматтандырылған жобалау жүйесінде құрастыру

Қосымша мәліметтер. Тағыда электр қозғалтқыштарын басқару Proteus бағдарламалық пакет бойынша құрастыруға болады, себебі практикалық курс студенттердің көптеген электроника және электротехника мамандықтары бойынша дағдыларын қалыптастыруда өте маңызды. Сондықтан, шұғыл талап-алыстағы әлеуметтік кезеңде онлайн оқыту үшін көптеген электр қозғалтқыштарын басқару сабақтарын виртуалдандырудың шешімін табуға болады. Ол Proteus бағдарламалық пакетіне негізделген электр қозғалтқыштарын басқарудың онлайн-практикалық курстық жұмысының ықтимал шешімін ұсынуға болады. Proteus 8.6 бағдарламалық жасақтамасының пайдалылығын sine PWM деп аталатын импульстің енін басқару әдісін қолдана отырып, 3 фазалы асинхронды қозғалтқышты басқару тізбегін енгізу арқылы көрсетуге болады.

Proteus бағдарламалық жасақтамасын оқыту, студенттер электр қозғалтқыштары туралы теориялық білімдерін қарастырып қана қоймай, сонымен қатар виртуалдандырылған Arduino құрылғыларын модельдеу және қозғалтқышты нақты уақыт режимінде басқару үшін басқару блогымен басқару тізбегін құру арқылы теорияны қалай қолдануға болатындығын біледі. Сонымен қатар, Proteus пайдаланушы үшін басқару схемасын басып шығаруды да қолдайды. Сондықтан Proteus байланысты мамандықтар үшін практикалық пәндерді онлайн оқыту үшін қолайлы шешім болып табылады [9].

Тағыда жұмыста үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың тиімділігін арттыруға арналған басқару жүйесін жобалау қарастыруға болады. Бұл жүйенің артықшылығы-ол қуат тұтынуды азайтады және асинхронды

қозғалтқыштың тиімділігін арттырады. БҰЛ жүйеде SPWM техникасы сапалы даму мақсатында қолданылады. Бұл импульстің ені модуляциясының ерекше түрі, онда импульстардың ені өзгереді және нәтижесінде асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығы өзгереді. Жарты циклдегі импульстар саны микроконтроллерге үзіліс сигналын қолдану арқылы өзгереді, бұл алдыңғыға қарағанда жақсы нәтиже береді. Бұл бір фазалы қоректендіруді қолданатын үш фазалы инверторға арналған цифрлық әдіс. Жүйе микроконтроллерді қолдану арқылы икемді болады. Аппараттық құралдарды өзгертпестен нақты уақыт режимінде басқару алгоритмдерін өзгертуге болады. Бұл жалпы шығындарды азайтады. Оның үш фазалы инверторды басқару тізбегінің шағын өлшемі бар. Бұл модельдеуді Proteus көмегімен жүзеге асыруға болады және модельдеу нәтижелерін тексеру үшін эксперименттік конструкцияда прототиптік модель құрастыруға болады [10].

Нәтижелер және талқылау. Сонымен қатар электроника және автоматтандыру саласында білім беруде және өзін-өзі оқытуда осы бағдарламаны қолданып, сұлбалар қолдануға болады. Осы бағдарламаның көмегімен электрондық схемалардың жұмыс принциптерін зерттей алады, жобаларды құруда және жөндеуде машықтана алады және өз құрылғыларын жасай алады.

Қорытынды

Бұл мақалада тұрақты ток көзін пайдалана отырып Proteus ортасында қарапайым схема құрастырылды. Кирхгоф заңдарын эксперименталды тексеру жүргізілді. Амперметрлердің көрсеткіштерін салыстырылып, жұмысқа дайындық кезінде алынған формулалар бойынша бірдей токтарды есептеулер жүргізілді.

8.6 типті бағдарламалық пакет кез келген электронды құрылғылардың сұлбаларын Schematic capture (Схемотехника) де құрастырып, оның жұмысын стимуляция жасалды. Қарастырылған мақала оқу жүйесінде қолдануға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Гололобов, В. Н.** Proteus по-русски. // Радио ежегодник. – 2013. – № 24. – 443 с.
- 2 **Филатов, М.** Проведение измерений при помощи виртуальных приборов в программной среде Proteus 8.1 // Компоненты и технологии. – 2015. – № 4.
- 3 **Wang Xinhuan.** [Construction of a single-chip microcomputer virtual experimental platform based on Proteus] // 5th International Conference on Computer Science and Education Hefei, China. – August 24-27, 2010.

4 **Смирнов, В. И.** Проектирование и схемотехническое моделирование микропроцессорных устройств // Ульяновск. – 2013. – 120 с.

5 **Тюрин, Д. А. Ковыляев, Е. Ю. Данилова, А. Ю.** Программирование микроконтроллеров с использованием IDE // Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2021. – 100 с.

6 **Колчанов, В. А., Кулешова, Е. О.** Теоретические основы электротехники. Часть 1, 2. // Томский политехнический университет. – 2012. – 128 с.

7 **Филатов, М.** Проведение измерений при помощи виртуальных приборов в программной среде Proteus 8.1. Часть 2 // Компоненты и технологии. – 2015. – № 5.

8 **Филатов, М.** Автоматизированное проектирование электронных устройств при помощи специализированного пакета Proteus 8.1 // Компоненты и технологии. – 2015. – № 3.

9 **Mai Nguyen Thi Bich.** [Digitalizing the Speed Control Circuit of Three-Phase Induction Motor Based on Pulse-Width Modulation using Proteus Software] // Proc. of the 8th International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET) 27–28 October 2022, Kuala Lumpur, Malaysia.

10 **Jamadar B. N. and Kumbhar S. R. and Gavane P. M. and Sutrave D. S.** [Design and Development of Control System for Three Phase Induction Motor using PIC Microcontroller], // Third International Conference on Advances in Control and Optimization of Dynamical Systems, Kanpur, India, March 2014.

REFERENCES

- 1 **Gololobov, V. N.** Proteus po-russki [Proteus in Russian] // Radio ezhegodnik. – 2013. – № 24. – 443 p.
- 2 **Filatov, M.** Provedenie izmerenij pri pomoshchi virtual'nyh priborov v programnoj srede Proteus 8.1 [Carrying out measurements using virtual instruments in the Proteus 8.1 software environment] // Komponenty i tekhnologii. 2015. № 4.
- 3 **Wang Xinhuan.** [Construction of a single-chip microcomputer virtual experimental platform based on Proteus] // 5th International Conference on Computer Science and Education Hefei, China. – August 24-27, 2010.
- 4 **Smirnov, V. I.** Proektirovanie i skhemotekhnicheskoe modelirovanie mikroprocessornyh ustrojstv [Design and circuit modeling of microprocessor devices] // Ul'yanovsk, 2013. – 120 p.
- 5 **Tyurin, D. A. Kovylyaev, E. Yu. Danilova, A. Yu.** Programmirovanie mikrokontrollerov s ispol'zovaniem IDE [Programming microcontrollers

using IDE] // Izdatel'stvo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta, 2021. – 100 p.

6 **Kolchanov, V. A., Kuleshova, E. O.** Teoreticheskie osnovy elektrotehniki. CHast' 1, 2. [Theoretical foundations of electrical engineering. Part 1, 2.] // Tomskij politekhnicheskij universitet, 2012. – 128 p.

7 **Filatov, M.** Provedenie izmerenij pri pomoshchi virtual'nyh priborov v programmnoj srede Proteus 8.1. CHast' 2 [Carrying out measurements using virtual instruments in the Proteus 8.1 software environment. Part 2] // Komponenty i tekhnologii. 2015. № 5.

8 **Filatov, M.** Avtomatizirovannoe proektirovanie elektronnyh ustrojstv pri pomoshchi specializirovannogo paketa Proteus 8.1 [Computer-aided design of electronic devices using a specialized Proteus 8.1 package] // Komponenty i tekhnologii. 2015. № 3

9 **Mai Nguyen Thi Bich.** [Digitalizing the Speed Control Circuit of Three-Phase Induction Motor Based on Pulse-Width Modulation using Proteus Software] // Proc. of the 8th International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET) 27- 28 October 2022, Kuala Lumpur, Malaysia

10 **B. N. Jamadar and S. R. Kumbhar and P. M. Gavane and D. S. Sutrave.** [Design and Development of Control System for Three Phase Induction Motor using PIC Microcontroller], // Third International Conference on Advances in Control and Optimization of Dynamical Systems, Kanpur, India, March 2014.

07.11.24 ж. баспаға түсті.

25.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

06.12.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***М. Ю. Абулханова¹, Н. К. Кыдырбаева²,**

С. Е. Ибекеев³, А. Хабай⁴

^{1,3,4}Қазақстан Республикасының Ұлттық техникалық университеті
имени К.И. Сатпаева, Республика Қазақстан, г. Алматы

²Евразийский технологический университет,

Республика Қазақстан, г. Алматы

Поступило в редакцию 07.11.24.

Поступило с исправлениями 25.11.24.

Принято в печать 06.12.2024.

СБОРКА ПРОСТОЙ СХЕМЫ В СРЕДЕ PROTEUS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСТОЧНИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА

В этой статье рассматривается создание проектов в программе 8.6 Proteus. Исследуются электрические схемы, а

также трассировка печатной платы и 3D моделирование. Выполняется разработка простейших программ для использования на лабораторных занятиях по программированию встроенных систем с использованием специальной среды разработки.

Протеус является одной из систем схемотехнического моделирования. Протеус позволяет производить отладку не только простейших аналоговых устройств, но и сложных систем, созданных на микроконтроллерах. Основным преимуществом этого программного продукта перед другими симуляторами электронных устройств является то, что никакой другой симулятор не позволяет производить отладку такого количества микроконтроллеров и микропроцессоров. В статье рассматривается реализация электрических схем в системе схемотехнического моделирования в пакете 8.6 Proteus. Подобное моделирование будет полезным и в контексте лабораторного занятия, и научно-технического семинара по перспективным направлениям развития элементной базы, особенно в условиях новых задач по электронике.

Proteus также находит применение в образовании и самообучении в области электроники и автоматизации. С его помощью студенты и энтузиасты могут изучать принципы работы электронных схем, практиковаться в создании и отладке проектов, а также разрабатывать свои собственные устройства. Proteus предоставляет доступ к библиотекам компонентов и микроконтроллеров, что делает процесс обучения более интерактивным и практичным.

Proteus является универсальным инструментом, который находит применение в различных областях, от промышленного проектирования до обучения и самообучения. Это позволяет ускорить разработку, повысить эффективность и качество проектов, а также облегчить понимание принципов электроники и автоматизации.

Ключевые слова: Proteus, схема, печатная плата, элементы, PCB Layout, Schematic capture (Схемотехника), 3D visualizer.

***M. Abulkhanova¹, N. K. Kudyrbayeva², C. E. Ibekeev³, A. Khabai⁴**

^{1,3,4}Kazakh National Research Technical University after

K. I. Satpayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty

²Eurasian Technological University, Republic of Kazakhstan, Almaty

Received 07.11.24.

Received in revised form 25.11.24.

Accepted for publication 06.12.24.

ASSEMBLING A SIMPLE CIRCUIT IN A PROTEUS ENVIRONMENT USING A DC POWER SUPPLY

This article discusses the creation of projects in the 8.6 Proteus program. Electrical circuits are being investigated, as well as PCB tracing and 3D modeling. The simplest programs are being developed for use in laboratory classes on programming embedded systems using a special development environment. Proteus is one of the circuit modeling systems. Proteus allows debugging not only the simplest analog devices, but also complex systems created on microcontrollers. The main advantage of this software product over other simulators of electronic devices is that no other simulator allows debugging such a large number of microcontrollers and microprocessors. The article discusses the implementation of electrical circuits in a circuit modeling system in the 8.6 Proteus package. Such modeling will be useful both in the context of a laboratory lesson and a scientific and technical seminar on promising areas of element base development, especially in the context of new electronics tasks.

Proteus also finds applications in education and self-study in the field of electronics and automation. With its help, students and enthusiasts can study the principles of electronic circuits, practice creating and debugging projects, and develop their own devices.

Proteus provides access to libraries of components and microcontrollers, which makes the learning process more interactive and practical.

Proteus is a versatile tool that finds application in various fields, from industrial design to training and self-study. This allows you to speed up development, increase the efficiency and quality of projects, and facilitate understanding of the principles of electronics and automation.

Keywords: Proteus, Circuit, Printed circuit board, Elements, PCB Layout, Schematic capture, 3D visualizer.

МРНТИ 90.27.30

<https://doi.org/10.48081/OGCQ1404>

***Б. Қ. Ермек¹, Ж. Н. Абілқайыр²,
Г. А. Баймаханов³, Ж. Б. Омарова⁴**

^{1,2,3,4}Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Республика Казахстан, г. Алматы

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6312-8935>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7568-1061>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1488-3049>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1101-7735>

*e-mail: ermekbakbergen1@bk.ru

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПО МЕТОДУ GUM С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОГО БАРОМЕТРА MSB181

В современной метрологии, где достоверность результатов измерений на международном уровне играют важную роль, оценка неопределенности является важным фактором для обеспечения точности и надежности измерений. Статья детально освещает процесс оценки неопределенности, начиная с определения источников неопределенности, расчета стандартной и расширенной неопределенности, и заканчивая анализом внешних условий и их влиянием на измерения.

Цифровой барометр MSB181, выбранный для исследования, благодаря своему широкому диапазону измерений и высокой точности, подчеркивает надежность метода GUM как инструмента для оценки неопределенности в метрологии. Авторы работы сосредоточились на математическом моделировании показаний барометра, выявлении ключевых источников неопределенности и оценке их влияния на результаты измерений. Особое внимание уделено анализу серий измерений для оценки случайных и систематических источников неопределенности, что позволило сформировать всестороннее понимание процесса оценки неопределенности и внести вклад в методологию выполнения точных измерений.

Исследование выявило, что применение метода GUM, совместно с использованием цифрового барометра MSB181, способствует

повышению точности измерений. Результаты подтвердили минимальное влияние внешних условий на точность измерений, что демонстрирует эффективность барометра MSB181 в различных условиях, а также значимость комплексного подхода к оценке неопределенности для улучшения качества научных и технических исследований.

В заключение, статья подчеркивает важность метода GUM как инструмента для оценки неопределенности измерений, способствующего достижению высокой степени доверия к результатам, что является важным для научных исследований, промышленности, медицины и экологии на глобальном уровне.

Ключевые слова: неопределенность измерений, метод GUM, оценка неопределенности, метрология, цифровой барометр, расширенная неопределенность.

Оценка неопределенности измерений является основополагающим фактором для достижения высокой точности и достоверности в метрологии. Понимание и правильное применение метода GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) является ключевым для унификации процедур и улучшения качества результатов измерений на международном уровне. Несмотря на общепринятое использование метода GUM в метрологическом сообществе, особое внимание требуется при работе с высокоточным оборудованием, например, с цифровым барометром MSB181, который используется для измерения атмосферного давления с высокой степенью точности.

В данной статье рассматривается комплексный подход к оценке неопределенности измерений, используя метод GUM в сочетании с применением цифрового барометра MSB181. Особое внимание уделяется анализу источников неопределенности и оптимизации процесса измерений для улучшения качества и надежности получаемых данных.

Основная цель данного исследования заключается в углубленном изучении и применении метода, рекомендованного в руководстве по выражению неопределенности измерений (GUM). Исследование направлено на демонстрацию эффективности метода в различных условиях измерения.

Задачи исследования заключаются в анализе результатов оценки неопределенности, выявить основные факторы, влияющие на величину неопределенности, и оценить эффективность применения метода.

Материалы и методы

Многие считают, что термин «неопределенность» полностью заменил термин «погрешность», но это не так. Термин «погрешность» по-прежнему

широко используется и включен в международный метрологический словарь VIM [1].

В 1993 году был опубликован документ ISO/IEC «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)», который ввел концепцию «неопределенности измерений» [2; 4].

В ходе исследования в лаборатории был применен метод GUM для анализа и оценки неопределенности измерений, что предусматривает детальный подход к анализу результатов, полученных с использованием цифрового барометра MSB181 [5]. Этот прибор был выбран ввиду его широкого диапазона измерений и высокой точности, что делает его незаменимым инструментом для разнообразных метеорологических задач и исследований.

Этап 1. Определение математической модели прибора

Математическая модель для расчета показаний цифрового барометра MSB181 выражается уравнением:

$$P_n = P_{\text{э}} + \delta_{\text{э}} + \delta_{\text{хрс}} + \delta_{\text{повт}}, \quad (1)$$

где P_n - показания прибора, гПа; $P_{\text{э}}$ - эталонное расчетное давление, гПа.

Этап 2. Выявления источников неопределенности

Для цифрового барометра MSB181 источники неопределенности могут включать, но не ограничиваются следующими факторами:

$\delta_{\text{э}}$ - неопределенности эталонного значения расчетного давления, гПа;

$\delta_{\text{хрс}}$ - шаг дискретизации единицы младшего разряда дисплея, гПа;

$\delta_{\text{повт}}$ - оценка неопределенности в условиях повторяемости, гПа.

Этап 3. Оценивание входных величин и их неопределенности

Проведение пяти серий измерений в разных условиях (прямом и обратном ходе) позволяет оценить влияние случайных факторов на результаты измерений. Стандартная неопределенность вычисляется как среднеквадратическое отклонение от серии измерений, что дает оценку степени разброса результатов измерений относительно среднего значения. По типу А вычисляем стандартную неопределенность, обусловленную источниками неопределенности, имеющими случайный характер.

При первой серии измерений были получены следующие данные: при прямом ходе зафиксировано значение давления 599,87 гПа, а при обратном ходе — 599,86 гПа, тогда среднее значение для этих двух показаний рассчитывается как арифметическое среднее полученных значений:

$$x_1 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n=2} x_k = \frac{599,87+599,86}{2} = 599,865 \text{ гПа}. \quad (2)$$

В ходе второй серии измерений при прямом ходе было получено значение давления 599,88 гПа, а при обратном ходе — 599,86 гПа. Вычисление среднего из этих значений позволяет установить, насколько стабильны показания барометра при идентичных условиях. Это среднее значение вносит вклад в оценку неопределенности измерений и помогает уточнить, как изменение условий влияет на повторяемость результатов.

$$x_2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n=2} x_k = \frac{599,88+599,86}{2} = 599,870 \text{ гПа.} \quad (3)$$

Третья серия показывает такие же значения при прямом ходе, как и вторая – 599,88 гПа, и неизменное значение при обратном ходе – 599,86 гПа. Эти последовательные измерения важны для подтверждения устойчивости измерительной системы и для уточнения вклада случайных факторов в общую неопределенность.

$$x_3 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n=2} x_k = \frac{599,88+599,86}{2} = 599,870 \text{ гПа.} \quad (4)$$

Четвертая серия имеет схожесть с первой серии с показанием 599,87 гПа при прямом ходе, а при обратном ходе – 599,86 гПа, Постоянство значения при обратном ходе продолжает поддерживать предыдущие выводы. Последовательность данных через серии подчеркивает важность анализа повторяемости как средства для оценки случайных и систематических отклонений в показаниях прибора.

$$\bar{x}_4 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n=2} x_k = \frac{599,87+599,86}{2} = 599,865 \text{ гПа.} \quad (5)$$

Пятая серия подтверждает данные четвертой серии с показанием 599,87 гПа при прямом ходе и 599,86 гПа при обратном ходе. Согласованность результатов имеет значение для окончательной оценки неопределенности и для обеспечения достоверности измерительного процесса в целом.

$$x_5 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n=2} x_k = \frac{599,87+599,86}{2} = 599,865 \text{ гПа.} \quad (6)$$

После проведения 5 серий измерений давления с использованием цифрового барометра MSB181, следующим этапом является расчет среднего значения полученных данных.

Для расчета среднего значения использовались данные из всех пяти серий измерений, как представлено в Таблице 1. Среднее значение рассчитывается по формуле:

$$x_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n=5} x_k = \frac{599,865 + 599,870 + 599,870 + 599,865 + 599,865}{5} = 599,867 \text{ гПа.} \quad (7)$$

Таблица 1 – Результаты серий измерений давления цифровым барометром MSB181

Номинальное значение давления, кПа		Точка 2	$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$	
Измеренное значение калибруемого манометра	1 серия	Прямой ход	599,87	599,865
		Обратный ход	599,86	
	2 серия	Прямой ход	599,88	599,870
		Обратный ход	599,86	
	3 серия	Прямой ход	599,88	599,870
		Обратный ход	599,86	
	4 серия	Прямой ход	599,87	599,865
		Обратный ход	599,86	
	5 серия	Прямой ход	599,87	599,865
		Обратный ход	599,86	
Среднее значение, гПа			599,867	

Стандартную неопределенность по типу А высчитывается по формуле:

$$u(x_i) = u_A(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{cp})^2}, \quad (8)$$

$$u(x_i) = u_A(x_i) = \sqrt{\frac{(599,87-599,867)^2 + (599,86-599,867)^2 + \dots + (599,86-599,867)^2}{20 \cdot (20-1)}} = 0,0026 \text{ гПа.}$$

По типу В вычисляем стандартные неопределенности, обусловленные источниками неопределенности, имеющими систематический характер. Закон распределения величин внутри границ считаем нормальным для эталона и равномерным для калибруемого прибора.

Таблица 2 – Источники неопределенности

Источники неопределенности имеющие систематический характер:	Входная величина, а	Неопр. по типу В, гПа
Стандартная неопределенность от δa , гПа, $U_b = a/(\sqrt{3})$	0,005	0,0029
Стандартная неопределенность от $\delta x_{рс}$, гПа, $U_b = a/(2\sqrt{3})$	0,010	0,0029

Этап 4. Некоррелированные выходные величины

На этом этапе предполагается, что все входные величины не коррелируют друг с другом. Данное предположение упрощает процесс расчета суммарной неопределенности, так как в таком случае суммарная неопределенность будет равна корню из суммы квадратов отдельных неопределенностей.

Этап 5. Составление бюджета неопределенности

Составление «бюджета неопределенности» представляет собой процесс учета всех составляющих неопределенности и их вклада в общую неопределенность измерения. Каждая величина оценивается на предмет ее вклада в общую неопределенность, учитывая тип распределения (нормальное или равномерное) и коэффициент чувствительности. В результате получается общий «бюджет», который отражает влияние каждой составляющей на конечную неопределенность.

В таблице ниже представлены основные компоненты бюджета неопределенности, рассчитанные для цифрового барометра MSB181. Эта таблица демонстрирует не только величину каждой неопределенности, но и их взаимное влияние.

Таблица 3 – Бюджет неопределенности

Входная величина	Значение входной величины	Отклонение оценок	Тип неопределенности	Вид расширения	Стандартная неопределенность	Коэффициент чувствительности	Вклад в неопределенность
X_i	x_i	\pm			U_{ci}	C_i	$U_{ci} \cdot C_i$
Ускок	599,867	-	A	нормальное	0,0026	1	0,0026
$\delta x_{рс}$	0,01		B	равномерное	0,0029	1	0,0029
δa	0,005		B	нормальное	0,0029	1	0,0029

Этап 6. Расчет суммарной неопределенности

Для расчета суммарной стандартной неопределенности применяется принцип суперпозиции отдельных неопределенностей. В этом случае, суммарная стандартная неопределенность определяется как корень квадратный из суммы квадратов стандартных неопределенностей каждой составляющей, включенной в бюджет. С учетом того, что величины некоррелированы, то используем формулу:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m u_i^2(y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^m c_i^2 u^2(x_i)}, \quad (9)$$

$$u_c(y) = \sqrt{0,0026^2 + 0,0029^2 + 0,0029^2} = 0,004856 \text{ гПа.} \quad (10)$$

Этап 7. Расширенная неопределенность

Расширенная неопределенность представляет собой неопределенность с учетом заданного уровня доверия, который обычно составляет 95 %. Она вычисляется путем умножения суммарной стандартной неопределенности на коэффициент охвата k который зависит от выбранного уровня доверия. В данном случае, коэффициент охвата равен 2, что соответствует примерно 95 % уровню доверия для нормального распределения. Расширенная неопределенность дает представление о том, в каких пределах может находиться истинное значение измеряемой величины с заданной вероятностью. Данная неопределенность рассчитывается по формуле [6]:

$$U(y) = k \cdot u_c(y) \quad (11)$$

$$U(y) = 2 * 0,004856 = 0,009712 \approx 0,01 \text{ гПа.}$$

Результаты и обсуждение

В ходе исследования были проведены серии измерений давления с использованием цифрового барометра MSB181, целью которых было оценить неопределенность измерений и выявить основные её источники. Результаты подверглись тщательному анализу с применением метода GUM для расчета стандартной и расширенной неопределенности [7].

Анализ результатов измерений

Серии измерений дали следующие средние значения давления:

Первая серия: 599,865 гПа;

Вторая серия: 599,870 гПа;

Третья серия: 599,870 гПа;

Четвертая серия: 599,865 гПа;

Пятая серия: 599,865 гПа.

Общее среднее значение составило 599,867 гПа.

Оценка неопределенности

Стандартная неопределенность по типу А, вычисленная на основе проведенных серий измерений, составила 0,0026 гПа. Дополнительный анализ позволил идентифицировать источники систематической неопределенности (тип Б), включая неопределенность эталонного значения давления, шаг дискретизации и повторяемость измерений [8]. Комплексный анализ этих факторов способствовал формированию всестороннего понимания неопределенности измерений.

Влияние внешних условий

В ходе исследования также было рассмотрено потенциальное влияние различных внешних условий на измерения, включая колебания температуры и влажности. Несмотря на обнаружение определенного влияния этих факторов на результаты измерений, компенсационные возможности барометра MSB181 позволили минимизировать их вклад в общую неопределенность.

Заключительные замечания

Наше исследование подтверждает, что цифровой барометр MSB181 является надежным инструментом для измерения атмосферного давления. Метод GUM оказался эффективным для оценки неопределенности, что важно для получения точных и достоверных результатов [9]. Это исследование вносит вклад в понимание того, как лучше всего проводить измерения и оценку неопределенности, что может быть полезно для улучшения методик в будущем.

Выводы

Исследование, основанное на применении метода GUM для оценки неопределенности измерений с использованием цифрового барометра MSB181, подтвердило значимость этого подхода в обеспечении высокой

точности. В процессе исследования была показана эффективность использования современных измерительных инструментов в сочетании с методологическими принципами GUM, что привело к повышению качества измерений и уверенности в их результатах. Проведя комплексный анализ и определив источники неопределенности, а также выполнив детальный расчет стандартной и расширенной неопределенности, было установлено, что цифровой барометр MSB181 демонстрирует высокую точность в измерении атмосферного давления. Эти результаты подчеркивают важность правильного выбора измерительного оборудования и методов оценки неопределенности.

На основе проведенного исследования в лаборатории можно заключить, что комплексное применение метода GUM в сочетании с использованием высокоточного цифрового барометра MSB181 открывает новые возможности для метрологии, способствуя дальнейшему развитию точных и надежных методик оценки неопределенности [10]. Полученные результаты могут стать основой для совершенствования существующих метрологических стандартов и практик.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Менделеев, Д. И. Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины: перевод с англ. и фр. [Текст]. – Санкт-Петербург : НПО «Профессионал», 2010. – 82 с.

2 Measurement uncertainty estimations : GUM method. [Электронный ресурс]. – <https://www.wasyresearch.com/measurement-uncertainty-estimations-gum-method/>

3 РМГ 29–2013. Метрология. Основные термины и определения [Текст]. – Введ. 2015-01-01. — М. : Стандартиформ, 2014. – 83 с.

4 JCGM 200: 2012 – «International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)» – 3rd ed. – Joint Committee for Guides in Metrology, 2012. – 91 p.

5 ISO/IEC 17025-2019 «General requirements for the competence of testing and calibration laboratories». – International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission, 2017. – 30 p.

6 Заяц, Н. И., Стасевич, О. В. Оценка неопределенности измерений: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-54 01 03 «Физикохимические методы и приборы контроля качества продукции» [Текст]. – Минск : БГТУ, 2015. – 170 с.

7 ISO/TS 21749:2005 — «Measurement uncertainty for metrological applications — Repeated measurements and nested experiments». — International Organization for Standardization, 2005. — 38 p.

8 **Слаев, В. А., Чуновкина, А. Г.** Введение к «Руководству по выражению неопределенности измерения» и сопутствующим документам. Оценивание данных измерений [Текст]. Санкт-Петербург: «Профессионал», 2011. — 58 с.

9 JCGM 104:2009. Evaluation of measurement data — An introduction to the «Guide to the expression of uncertainty in measurement» and related documents. — Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), 2009. — 20 p.

10 JCGM 200:2008. International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms, 3rd Edition. — Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), 2008. — 90 p.

REFERENCES

1 **Mendeleev, D. I.** Mezhdunarodnyj slovar' po metrologii. Osnovnye i obshhie ponjatija i sootvetstvujushhie terminy: perevod s angl. i fr. [International Dictionary of Metrology. Basic and General Concepts and Corresponding Terms: translated from English and French] [Text] – Sankt-Peterburg: NPO «Professional», 2010. — 82 p.

2 Measurement uncertainty estimations : GUM method. [Electronic resource]. – <https://www.wasyresearch.com/measurement-uncertainty-estimations-gum-method/>

3 RMG 29-2013. Metrologija. Osnovnye terminy i opredelenija. [Metrology. Basic Terms and Definitions] [Text]. – Vved. 2015-01-01. – М. : Standartinform, 2013. — 83 p.

4 JCGM 200: 2012 – «International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)» – 3rd ed. – Joint Committee for Guides in Metrology, 2012. — 91 p.

5 ISO/IEC 17025-2019 «General requirements for the competence of testing and calibration laboratories». – International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2017. — 30 p.

6 **Zayats, N. I., Stasevich, O. V.** Ocenka neopredelennosti izmerenij: uchebno-metodicheskoe posobie dlja studentov special'nosti 1-54 01 03 «Fizikohimicheskie metody i pribory kontrolja kachestva produkcii» [Measurement Uncertainty Evaluation: a textbook for students of the specialty 1-54 01 03 «Physicochemical Methods and Instruments for Quality Control»] [Text]. – Minsk: BSTU, 2015. — 170 p.

7 ISO/TS 21749:2005 – «Measurement uncertainty for metrological applications – Repeated measurements and nested experiments». – International Organization for Standardization, 2005. — 38 p.

8 **Slaev, V. A., Chunovkina, A. G.** Vvedenie k «Rukovodstvu po vyrazheniju neopredelennosti izmerenija» i sopushtvujushhim dokumentam. Ocenivanie dannyh izmerenij [Introduction to the «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement» and Related Documents. Measurement Data Evaluation] [Text]. St. Petersburg: «Professional», 2011. — 58 p.

9 JCGM 104:2009. Evaluation of measurement data – An introduction to the «Guide to the expression of uncertainty in measurement» and related documents. – Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), 2009. — 20 p.

10 JCGM 200:2008. International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms, 3rd Edition. – Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), 2008. — 90 p.

Поступило в редакцию 19.11.24.

Поступило с исправлениями 26.11.24.

Принято в печать 27.01.2025.

***Б. Қ. Ермек¹, Ж. Н. Абілқайыр², Г. А. Баймаханов³, Ж. Б. Омарова⁴**

^{1,2,3,4}Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

19.11.24 ж. баспаға түсті.

26.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

27.01.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

MSB181 ЦИФРЛІК БАРОМЕТРІ КОЛДАНЫЛУЫМЕН GUM ӘДІСІ БОЙЫНША ӨЛШЕМДЕРДІҢ БЕЛГІСІЗДІГІН БАҒАЛАУ

Қазіргі заманғы метрологияда, өлшеу нәтижелерінің халықаралық деңгейде сенімділігі маңызды рөл атқаратын кезде, белгісіздікті бағалау өлшеулердің дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етудің маңызды факторы болып табылады. Мақала белгісіздікті бағалау процесін егжей-тегжейлі қарастырады, белгісіздік көздерін анықтаудан бастап, стандартты және кеңейтілген белгісіздікті есептеуге дейін, сонымен қатар сыртқы жағдайларды және олардың өлшеу нәтижелеріне әсерін талдаумен аяқталады.

Зерттеу үшін таңдалған MSB181 цифрлық барометрі өзінің кең өлшеу диапазоны мен жоғары дәлдігімен GUM әдісінің

метрологиядағы белгісіздікті бағалауға арналған сенімді құрал ретіндегі тиімділігін көрсетеді. Зерттеу авторлары барометр көрсеткіштерін математикалық модельдеуге, негізгі білгісіздік көздерін анықтауға және олардың өлшеу нәтижелеріне әсерін бағалауға назар аударды. Белгісіздіктің кездейсоқ және жүйелік көздерін бағалау үшін өлшеу серияларын талдауға ерекше назар аударылып, бұл белгісіздікті бағалау процесінің жан-жақты түсінігін қалыптастыруға және дәл өлшеулер әдістемесіне үлес қосуға мүмкіндік берді.

Зерттеу барысында GUM әдісін қолдану, MSB181 цифрлық барометрін пайдалану арқылы өлшеу дәлдігінің артқаны анықталды. Нәтижелер өлшеу дәлдігіне сыртқы жағдайлардың ең аз әсерін растады, бұл MSB181 барометрінің әртүрлі жағдайларда тиімділігін және белгісіздікті бағалаудың кешенді тәсілінің ғылыми және техникалық зерттеулер сапасын жақсартудағы маңыздылығын көрсетеді.

Қорытындылай келе, мақала GUM әдісінің өлшеу белгісіздігін бағалауға арналған маңызды құрал екенін, нәтижелердің жоғары сенімділік дәрежесіне қол жеткізуге ықпал ететінін атап өтеді, бұл ғылыми зерттеулер, өнеркәсіп, медицина және экология үшін ғаламдық деңгейде маңызды.

Кілтті сөздер: өлшеу белгісіздігі, GUM әдісі, анықсты бағалау, метрология, цифрлық барометр, кеңейтілген анықсыздық.

***B. K. Ermek¹, Zh. N. Abilkaiyr², G. A. Baimakhanov³, Zh. B. Omarova⁴**
^{1,2,3,4}Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty

Received 19.11.24.

Received in revised form 26.11.24.

Accepted for publication 27.01.25.

MEASUREMENT UNCERTAINTY EVALUATION USING THE GUM METHOD WITH THE MSB181 DIGITAL BAROMETER

In modern metrology, where the reliability of measurement results at the international level plays a crucial role, the evaluation of uncertainty is an important factor in ensuring the accuracy and reliability of measurements. This article provides a detailed overview of the process of uncertainty evaluation, starting with the identification of uncertainty sources, calculation of standard and expanded uncertainties, and

concluding with an analysis of external conditions and their impact on measurements.

The MSB181 digital barometer, selected for this study due to its wide measurement range and high accuracy, highlights the reliability of the GUM method as a tool for uncertainty evaluation in metrology. The authors focused on mathematical modeling of the barometer readings, identifying key sources of uncertainty, and assessing their impact on the measurement results. Special attention was given to the analysis of measurement series to evaluate both random and systematic sources of uncertainty, which allowed for a comprehensive understanding of the uncertainty evaluation process and contributed to the methodology of precise measurements.

The study revealed that applying the GUM method in combination with the use of the MSB181 digital barometer improves the accuracy of measurements. The results confirmed the minimal influence of external conditions on measurement accuracy, demonstrating the effectiveness of the MSB181 barometer in various conditions, as well as the significance of a comprehensive approach to uncertainty evaluation in enhancing the quality of scientific and technical research.

In conclusion, the article emphasizes the importance of the GUM method as a tool for evaluating measurement uncertainty, contributing to a high level of confidence in the results, which is crucial for scientific research, industry, medicine, and environmental studies on a global scale.

Keywords: measurement uncertainty, GUM method, uncertainty evaluation, metrology, digital barometer, expanded uncertainty.

FTAMP 14.37.27

<https://doi.org/10.48081/QCLY5949>

***Н. Н. Дюсенгазина¹, Г. С. Балгабаева²,**

^{1,2}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3182-5637>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7474-3232>

*e-mail: yershenev2003@mail.ru

БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Блокчейн технологиясы жақында пайда болды, бірақ қауіпсіздік, сенімділік және ашықтық сияқты артықшылықтардың арқасында танымал болды. Блокчейн көбінесе экономикада, атап айтқанда криптовалюталармен жұмыс істеу үшін қолданылады деп саналады. Дегенмен, технология әртүрлі салаларда пайдалы болуы мүмкін. Мақала блокчейн технологиясына шолу жасауға, оның жұмыс істеуінің негізгі принциптерін және технологияны әртүрлі салаларда қолдану жолдарын зерттеуге арналған. Мақалада, блокчейн технологиясының пайда болу тарихын және әртүрлі активтерді есепке алуға арналған бүкіл әлемде таратылатын көп функционалды ақпараттық жүйе болып табылатын технология түсінігін қарастырамыз. Сондай-ақ негізгі артықшылықтарға талдау жүргізілді, олар мыналарды қамтиды: делдалдардың болмауы, енгізілген деректердің өзгермейтіндігі, сондай-ақ орталықсыздандыру және ақпараттың ашықтығы. Артықшылықтармен қатар блокчейн технологиясына тән бірқатар кемшіліктер анықталды. Жұмыс экономика мен қаржы секторында технологияларды пайдалану перспективаларын қарастырады. Бухгалтерлік есепте, есеп беруде, шоттарды салыстыруда және құн объектілерімен операцияларда блокчейн технологиясын қолдануға да тоқталады. Экономикаға қатысы жоқ өмірдің әртүрлі салаларында технологияларды пайдалануға ерекше көңіл бөлінеді. Нәтижесінде, Қазақстанда және шетелде технологияны дамытудың перспективалық бағыттары анықталады.

Кілтті сөздер: ақпараттық технологиялар, блокчейн, криптовалюта, биткойн, ethereum.

Кіріспе

Блокчейн технологиясын қолдану алғаш рет 2009 жылы бағдарламашы Сатоши Накамотоның Bitcoin криптовалютасының дамуы арқасында белгілі болды. Көптеген жолдармен, Bitcoin табысқа 2008 жылғы қаржылық дағдарыс ықпал етті. Халықтың банктік және бақыланатын қаржы институттарына сенімін жоғалтты. Биткойн үкіметтен немесе кез келген басқа орталықтандырылған әсерден тәуелсіздікті ұсынды. Бұл қасиет блокчейн технологиясын қолдану арқылы қол жеткізілді.

2015 жылы Силикон алқабының ұзақ уақыт венчурлық капиталисті Марк Андреесен блокчейннің таратылған консенсус моделін Интернеттен кейінгі ең маңызды өнертабыс деп сипаттады [1].

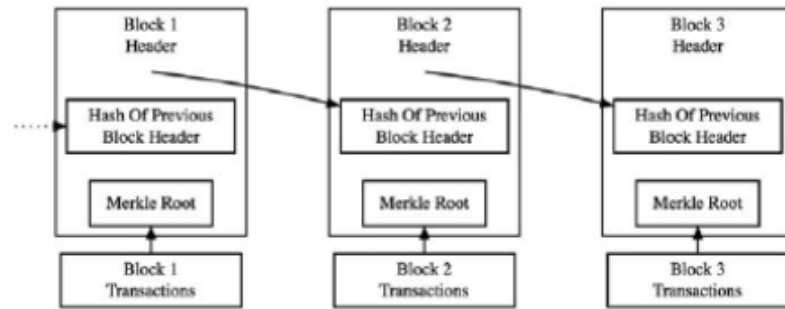
Технология ғылыми әдебиеттерде көп көрсетілмеген. Мақаланың көпшілігі қаржы секторында блокчейн технологиясын пайдалануды сипаттайды, сонымен қатар қазіргі уақытта криптовалюталардың қазіргі жағдайын және олардың жақын болашақта дамуын көрсетеді. Блокчейн технологиясын іс жүзінде қолдану туралы И.М.Киселевтің «Экономикада YoskLat технологиясын қолдану», С.Корчагиннің «Блокчейн технологиясын дамытудың қазіргі тенденциялары туралы», В.В.Дороховтың «Блоктық тізбекті технологиялар: болашақ қаржы жүйесі» еңбектерінде келтірілген [1].

Блокчейн технологиясының мәні бұрыннан жазылған деректерді түзетуге мүмкіндік бермейтін орталықтандырылмаған ақпаратты сақтау жүйесі болып табылады.

Бұл технологияның негізгі қасиеттері келесідей:

1. Орталықсыздандыру – пайдаланушылар тарапынан жүйеге сенімін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Осылайша, барлық транзакцияларды бақылауға алу үшін шабуылдаушылар блокчейн желісіне қосылған құрылғылардың өнімділігінің 51 % бақылауы керек. Тиісінше, жүйенің танымалдылығының артуына және оған қосылған құрылғылардың санына байланысты жүйенің жалпы қуаты артады және нәтижесінде қуаттың 51% бақылау қаупімен оның сенімділігі.

2. Ақпараттың блокчейнге жазылғаннан кейінгі қауіпсіздігі мен өзгермейтіндігі транзакциялардың келесі блогын жазу кезінде алдыңғы транзакциялар блогының (оқиғалардың) хәшін пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі. Осы жолмен сақталған ақпаратпен жазылған транзакциялардағы өзгерістер барлық келесі блок тізбегіндегі өзгерістерге әкеледі. Іс жүзінде бұл жүйе аттестаттау, нотариат жүйесі қызметін атқара алады (1-сурет).



1-сурет – Блокчейннің принципіалды диаграммасы

Сонымен осы мақалада блокчейн технологиясының пайда болу тарихы және әртүрлі активтерді есепке алуға арналған бүкіл әлемде таратылатын көп функционалды ақпараттық жүйе болып табылатын технология түсінігі қарастырылады. Мақаланы жазудағы негізгі мақсат блокчейн технологиясын және әртүрлі салаларға көмегін қарастыру болып табылады.

Нәтижелер және талқылау

Қолданылатын деректерді сақтау әдісіне байланысты жүйе ашық және құпия болуы мүмкін. Ашықтық блокчейндегі транзакциялар мен ақпараттың түпнұсқалығын тексеру үшін блокчейнге түйіндердің шексіз санын қосу мүмкіндігі арқылы қол жеткізіледі. Құпиялылыққа таратылған блокчейнде құпия ақпараттың болмауына байланысты қол жеткізіледі. Яғни, егер А және В шоттары арасындағы төлем аударымдарын қарастыратын болсақ, онда блокчейн тек А және В шоттары арасында ақша аударылғаны туралы ақпаратты сақтайды. Дегенмен, жүйе сәйкес шоттардың нақты кімге тиесілі екендігі туралы ақпаратты сақтамайды. Байланысты тіркелгілер асимметриялық шифрлау арқылы басқарылады және тіркелгіге кіру үшін тек сол тіркелгіге арналған жеке кілт қажет. Алайда, қажет болған жағдайда, мәміленің негізгі бөлігіне және сәйкес блокқа ерікті ақпаратты енгізуге болады. Осылайша түйіндер арасында толық деректер репликациясын алуға болады. Бұл әдіс өте сирек және сыртқы қауіптерден қорғалған ұйым желісінде жұмыс істейтін жеке блокчейн жүйелерінде ғана қолданылады.

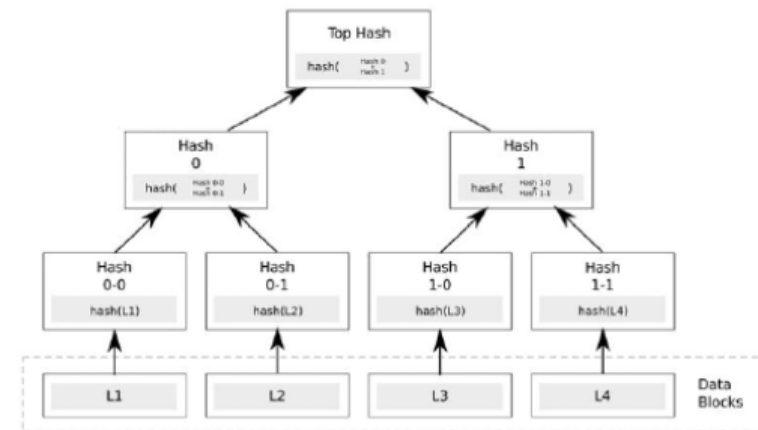
Қазіргі уақытта блокчейнді пайдаланудың бірнеше негізгі модельдері бар:

1. орталықтандырылмаған автономды ұйымдар мен қосымшалар;
2. жеке блокчейн жүйелері;
3. блокчейн қызметтері [2].

Ең үлкен жүйелер ашық хаттамаларда жұмыс істейді, оларға кез келген адам қол жеткізе алады, яғни кез келген адам мұндай хаттамалардың әкімшісі бола алады. Осы блокчейнді енгізуге негізделген жүйенің артықшылықтары оның сенімділігі мен тұрақтылығын қамтиды. Блокчейн жұмысының принциптерінің бірі желідегі транзакция дұрыс деп саналады, егер оның дұрыстығын барлық желі түйіндерінің жартысынан көбі растаса.

Сондықтан блокчейнге қате транзакцияны енгізу үшін шабуылдаушы желі ресурстарының 51 % бақылауына ие болуы керек. Қоғамдық блокчейн жүйелерінде түйіндердің саны мен желі қуаты жоғары болғандықтан, мұндай шабуылдар дерлік мүмкін емес.

Үнемі жұмыс істейтін желі түйіндерінің максималды мүмкін болатын санына қол жеткізу қоғамдық блокчейн жүйелерін әзірлеушілердің мүддесіне сай. Атап айтқанда, Bitcoin жүйесінде бұл талап түйін арқылы жаңа блокты құруды марапаттау арқылы қанағаттандырылады. Түйіндер кездейсоқ мәндер қосылған ағаш хэштеу алгоритмі арқылы блок хэштерін жасайды (2-сурет).



2-сурет – Ағаш хэшін құру принципі

Әрбір блокқа транзакция түйіннің шотына қосылған белгілі бір мөлшердегі криптовалютамен қосылады – блок құру үшін сыйақы. Егер алынған хэш белгілі бір нөлдер санынан басталса, блок дұрыс деп есептеледі және басқа желі түйіндеріне жіберіледі. Басқа түйіндер оның ішіндегі транзакциялардың дұрыстығын тексереді және сәтті болса, оны блокчейннің көшірмесіне қосады. Осылайша, желі көптеген тұрақты жұмыс істейтін түйіндерді алады, ал пайдаланушылар блоктарды жасағаны үшін қандай да

бір сыйақы алады. Бұл механизмді пайдалана отырып, жүйеде криптовалюта да шығарылады [3].

Блокчейнге жаңа блокты қосу ережесіне арналған бұл алгоритм блокчейнге блокты түйін арқылы қосу ықтималдығы осы түйіннің қуатына пропорционалды, жалпыға қолжетімді блокчейн жүйелері арасында ең кең таралған. Дегенмен, үнемі кездейсоқ хэштерді жасау жоғары энергия шығындарын талап етеді. Bitcoin желісінде түйіндердің өнімділігінің тұрақты өсуіне байланысты, жаңа блокты қосу үшін түйін шешетін тапсырманың күрделілігі үнемі артып келеді. Екінші жағынан, жүйеде криптовалютаның эмиссиясы шектеулі және бірте-бірте баяулайды – транзакциялардың келесі блогын жасау үшін сыйақы азаяды. Мұның бәрі қазіргі уақытта Bitcoin желісінде жаңа блоктарды жасаудан алынған пайда түйіннің жұмысын қамтамасыз ету үшін электр энергиясының құнымен салыстырылатынына әкеледі.

Жеке блокчейн жүйелері – бұл ұйым өз мәселелерін шешу үшін әзірлейтін және қолдайтын жүйелер. Мұндай жүйелер ұйымның серверлерінде орналастырылған және түйіндердің саны азырақ. Жеке блокчейн жүйелері қоғамдық жүйелермен салыстырғанда жылдамдықта артықшылыққа ие. Бұл, ең алдымен, транзакцияларды құруға және жүйені қолдауға бірнеше есе аз түйіндердің қатысуына байланысты.

CoinBase немесе circle сияқты блокчейн қызметтері жалпыға қолжетімді блокчейнде қызметтерді ұсынады, бірақ кейбір ұлттық юрисдикцияда тіркелген және жергілікті валютада шоттары бар [4].

Блокчейн технологиясын қолданатын қазіргі әзірлемелердің көпшілігі финтех кеңістігінде орын алуда. Бұл топқа криптовалюталардың әртүрлі түрлері кіреді. Сондай-ақ қазіргі уақытта әртүрлі елдердегі әртүрлі банктердің клиенттері арасындағы транзакцияларды минималды қаржылық шығындармен минуттар немесе сағаттар ішінде аяқтауға мүмкіндік беретін банкаралық өзара әрекеттесудің прототиптері бар [5].

Блокчейн технологиясын қолданумен байланысты негізгі мәселелерге тоқталсақ, блокчейн технологиясын практикалық қолданудың қазіргі кезде бірнеше проблемалары бар:

1) ең көп тараған жұмысты дәлелдеу алгоритмі желі көлемінің өсуіне қарай үлкен энергия шығындарына әкеледі;

2) экономиканың қаржы секторынан тыс блокчейн технологиясын практикалық қолдану туралы білімнің төмен деңгейі [6].

Атап өтілгендей, жаңа блоктарды генерациялаудан түсетін Bitcoin пайдасы түйіннің жұмысын қамтамасыз ету үшін электр энергиясының құнымен салыстырылады. Егер бұл мәселені бір ұйымның бақылауындағы және түйіндердің салыстырмалы түрде тұрақты құрамы бар жеке блокчейн

жүйелері шеңберінде қарастыратын болсақ, энергия шығындарының өсуі мәселесі өзекті болып табылады.

Қазіргі уақытта пайдаланушының шотындағы криптовалюта сомасына байланысты блокчейнге жаңа блоктарды қосу құқығының тәуелділігіне негізделген proof-of-stake тұжырымдамасы да бар. Бұл тұжырымдама алғаш рет reeecoin жүйесінде қолданылды. Жұмысты дәлелдеумен салыстырғанда, дәлелдеу алгоритмі электр қуатын талап етпейді және зерттеу және одан әрі дамыту үшін маңыздырақ [7].

Қоғамдық блокчейн жүйелерінен айырмашылығы, жеке блокчейн жүйелерінде барлық түйіндердің тұрақты жұмысын қолдауға блокчейнге блоктарды қосудың белгілі бір тәртібін орнату арқылы әкімшілік жолмен қол жеткізуге болады. Яғни, күрделі жұмысты дәлелдеу және жағдайды дәлелдеу алгоритмдерін енгізудің қажеті жоқ. Бұл сонымен қатар сервер жүктемесіне оң әсер етеді, хэштердің көп санын генерациялау құнын жояды және жалпы жүйе өнімділігін жақсартады.

Егер блокчейн қаржы секторында дамыса, банктердің өмірдегі рөлі мен қатысуы төмендейді – блокчейн пайдаланушылары делдалдардың қатысуынсыз өз араларында қаржылық операцияларды жүзеге асыра алады. Мұндай блокчейн функционалдығын енгізу үшін смарт келісімшарттарды енгізу қажет болады. Жалпы алғанда, смарт келісім-шарт – бұл нақты әлемде немесе цифрлық жүйелерде белгілі бір оқиғаларды талап ететін шарттар жиынтығын сипаттайтын электрондық алгоритм [8].

Ақылды келісімшарттар идеясын 1994 жылы Ник Сабо ұсынған, бірақ бұл идеяны іс жүзінде жүзеге асыру блокчейнді қолдану арқылы ғана мүмкін болды [9]. Осылайша, 2013 жылы etherium жобасында смарт контракт технологиясы қолданылды және қазіргі уақытта etherium желісін пайдаланатын көптеген жобалар пайда болды. Банкаралық төлемдерде смарт келісімшарттарды пайдаланудан басқа, бұл технологияны келесі қаржылық операцияларда қолдануға болады:

1) сақтандыру (егер сақтандыру компаниясы клиентпен смарт-келісімшарт жасаса, онда сақтандыру жағдайы орын алған кезде шарт автоматты түрде орындалады, ал сақтанушы кідіріссіз немесе кеңсеге келмей өтемақы алады);

2) салық салу (сіз төлемді алушылардың бірі мемлекет болатындай шарт жасай аласыз және, мысалы, ҚҚС автоматты түрде аудара аласыз);

3) қол қойылған аударымдар (мәні шартта көрсетілген қолдар санын алмай, белгілі бір тұлғаға белгілі бір қаражатты тікелей аудару болып табылатын шарт жасасудың мүмкін еместігі);

4) айыппұлдарды автоматтандыру (белгілі бір әрекеттерді орындау (орындамаған) кезінде айыппұлдарды есептеуді автоматтандыру [10].

Блокчейн технологиясы нотариаттық жүйенің функционалдығын тамаша түрде жүзеге асырады – блокчейн технологиясы негізінде әртүрлі регистрлерді құруға болады. Мұндай жүйелерді мемлекеттік деңгейде пайдалану кез келген әрекеттердің, мысалы, жылжымайтын мүлікпен мәмілелер, сатып алу-сату фактілерін растайтын қағаз құжаттардың маңыздылығын төмендетеді. Бұл осындай әрекеттердің ашықтығын арттырып, қағаз құжатты қолдан жасаумен байланысты алаяқтық ықтималдығын азайтады. Осылайша, Грекия мен Грузия үкіметтері блокчейнді сақтауға негізделген жер кадастрын жүзеге асыру мүмкіндігіне қызығушылық танытты.

Жеке блокчейн идеясы ЕСМ жүйелерін дамыту үшін өте қолайлы. Атап айтқанда – жұмыстарды жүргізу регламенттері, түрлі шарттар, келісімдер мен бұйрықтар сияқты құжаттаманы сақтау үшін. Сонымен қатар, блокчейн архитектурасы негізінде құжаттарды үйлестіру блогын жасауға, әртүрлі дауыс беру түрлерінің деректерін сақтауды ұйымдастыруға болады. Мұндай ЕСМ-жүйе құжатты келіскеннен немесе келісу нәтижелерінің күшін жойғаннан кейін оған өзгерістер енгізуді қоспағанда, белгілі бір пайдаланушының құжаттың белгілі бір редакциясын келісуінің түпнұсқалығына кепілдік береді.

Қорытынды

Желіде сақталатын ақпарат көлемі аз болған кезде және жүйеде сақтауды қажет ететін жаңа ақпарат пен жаңа оқиғалардың пайда болу қарқындылығы да аз болса, салыстырмалы түрде әлсіз құрылғыларды түйіндер ретінде пайдалануға болады, мысалы, пайдаланушылардың дербес компьютерлері немесе смартфондары. Жіберілетін ақпарат көлемінің ұлғаюымен және жүйеге транзакцияларды қосудың қарқындылығымен желінің тұрақтылығына және жүйенің тұрақтылығын қамтамасыз ететін тұрақты жұмыс істейтін түйіндердің болуына талаптар туындайды.

Атап өткендей, алгоритмнің proof-of-work болуы қоғамдық блокчейн жүйелерінің жұмысы үшін қажет. Жеке блокчейн жүйелерінде proof-of-work алгоритмдерін енгізу соншалықты маңызды емес, өйткені осы алгоритмдермен шешілетін тапсырмаларды әкімшілік құралдармен орындауға немесе түйіндерге жүктемені азайтуға және сәйкесінше түйіндердің электр қуатын тұтынуға мүмкіндік беретін жаңа алгоритмдер жасауға болады.

Осы мақала аясында блокчейн архитектурасының негізгі қасиеттері – орталықсыздандыру, ақпараттың өзгермеуі, ашықтық және құпиялылық сипатталған, әр түрлі блокчейн жүйелерінің ашықтығы бойынша жалпыға ортақ, жеке блокчейн жүйелеріне, сондай — ақ блокчейн қызметтеріне жіктелуі келтірілген, қаржы саласында да, әр түрлі салада да блокчейн

архитектурасын практикалық қолдануды дамытудың негізгі бағыттары ұсынылған нотариаттық жүйелер мен құжат айналымы жүйелерінің бір түрі.

Жалпы, блокчейнді енгізу көптеген реттеуші органдарға, аудиторларға және сақтандыру компанияларына қажеттілікті азайтады. Болашақта мемлекеттер блокчейн арқылы куәландырылған деректерді әртүрлі процестерде, соның ішінде сот тәжірибесінде дәлел ретінде пайдалана алады, өйткені технология ешқандай бұрмалауды қарастырмайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Корчагин С.** Блокчейн технологиясының қазіргі даму тенденциялары туралы. [текст] – СПб. : Питер, 2016. – 1658 б.

2 **Шерман А.** Ақылды келісімшарт: Bitcoin банктік технологиялардың қозғалтқышы ретінде. [Электронды ресурс]. – URL: <http://bankir.ru/pub-likacii/20150825/umnyi-kontrakt-bitkoin-kak-dvigatel-bankovskikh-tekhnologii-10006680/>

3 **Киселев И. М.** Блокчейн технологиясын экономикада қолдану. Экономика және қоғам. [текст] – СПб.: Питер, 2016. – 597 б.

4 **Дорохов В. В.** Блокчейн-технологии: будущее финансовой системы. [текст] – СПб. : Питер, 2016. – 658 б.

5 **Винья П., Кейси М.** Эпоха криптовалют. Как биткоин и блокчейн меняют мировой экономический порядок. [текст] – М. : Издательство «Манн, Иванов и Фербер», 2017. – 432 с

6 **Drescher D.** Блокчейн негіздері: 25 шағын тараудан тұратын жаңадан бастаушыларға арналған кіріспе курс. [текст] – М. : ДМК баспасөзі, 2018. – 312 б.

7 **Lelu L.** А-дан Я-ға дейін блокчейн. Онжылдықтың технологиясы туралы барлығы. [текст] – М. : Эксмо, 2018. – 256 б.

8 **Антонопулос А.** Биткоинді игеру. Блокчейн бағдарламалау. [текст] – М. : ДМК Баспасөз, 2018. – 428 б.

9 **Swan M.** Blockchain: Жаңа экономиканың жобасы. [текст] – М. : «Олимп-Бизнес» баспасы, 2017. – 240 б.

10 **Raval S.** Орталықтандырылмаған қолданбалар. Блокчейн технологиясы әрекет етуде. [текст] – Санкт-Петербург : Петр, 2017. – 240 б.

REFERENCES

1 **Korchagin S.** Blockchain technologiesynyn qazirgi damy tendensialary tyraly [About current development trends of blockchain technology] [tekst] – Spb. : Piter, 2016. – 1658 p.

2 **Sherman A.** Aqyldy kelisimshart: Bitcoin banktik tehnologialardyń qozǵaltqyshy retinde [Smart contract: Bitcoin as an engine of banking technologies]. – [Electronic resource]. – URL : <https://bankir.ru/pub-likacii/20150825/umnyi-kontrakt-bitkoin-kak-dvigatel-bankovskikh-tehnologii-10006680/>

3 **Kiselev I. M.** Blokchein tehnologiasyn ekonomikada qoldaný. Ekonomika jáne qoǵam [Application of blockchain technology in the economy. Economy and society] [tekst] – Spb.: Piter, 2016. – 597 p.

4 **Dorohov V. V.** Blokchein-tehnologii: býdýshee finansovoi sistemy [Blockchain technology: future financial system] [tekst] – Spb. : Piter, 2016. – 658 p.

5 **Viná P., Keisi M.** Epoha kriptovalút. Kak bitkoin ı blokchein menáút mirovoi ekonomicheskıı porádok [Epoch cryptocurrency. How bitcoin and blockchain are changing the world economic order.] [tekst] – M.: Izdatelstvo «Mann, Ivanov ı Ferber», 2017. – 432 p.

6 **Drescher D.** Blokchein negizderi : 25 shaǵyn taraýdan turatyn jańadan bastaýshylarǵa arnalǵan kirispe kýrs [Blockchain Basics : An Introductory Course for Beginners with 25 Small Chapters] [tekst] – M. : DMK baspasózi, 2018. – 312 p.

7 **Lelu L.** A-dan Ia-ǵa deın blokchein. Onjyldyqtýn tehnologiasy týraly barlyǵy [Blockchain from A to Z. All about the technology of the decade] [tekst] – M.: Eksmo, 2018. – 256 p.

8 **Antonópulos A.** Bitkoindı ıgerý. Blokchein baǵdarlamalaý [Mining Bitcoin. Blockchain programming] [tekst] – M. : DMK Baspasóz, 2018. – 428 p.

9 **Swan M.** Blockchain: Jańa ekonomikanyń jobasy [Blockchain: Blueprint for the New Economy] [tekst] – M. : «Olimp-Biznes» baspasy, 2017. – 240 p.

10 **Raval S.** Ortalyqtandyryлмаǵan qoldanbalar. Blokchein tehnologiasy áreket etýde [Decentralized applications. Blockchain technology is in action] [tekst] – Sankt-Peterbýrg : Petr, 2017. – 240 p.

19.12.23 ж. баспаға түсті.

01.04.24 ж. түзетулерімен түсті.

09.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***Н. Н. Дюсенгазина¹, Г. С. Балгабаева²,**

^{1,2}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 19.12.23.

Поступило с исправлениями 01.04.24.

Принято в печать 09.06.2024.

ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙНА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Технология Блокчейн появилась недавно, но стала популярной благодаря таким преимуществам, как безопасность, надежность и прозрачность. Считается, что Блокчейн часто используется в экономике, особенно для работы с криптовалютами. Однако технологии могут быть полезны в различных областях. Статья посвящена обзору технологии блокчейн, изучению основных принципов ее функционирования и способов применения технологии в различных областях. В статье мы рассмотрим историю возникновения технологии блокчейн и концепцию технологии, которая представляет собой многофункциональную информационную систему, распространяемую по всему миру для учета различных активов. Также был проведен анализ основных преимуществ, которые включают: отсутствие посредников, неизменность введенных данных, а также децентрализацию и прозрачность информации. Наряду с преимуществами были выявлены ряд недостатков, присущих технологии блокчейн. В работе рассматриваются перспективы использования технологий в экономике и финансовом секторе. В бухгалтерском учете, отчетности, сопоставлении счетов и операциях со стоимостными объектами также применяется технология блокчейн. Особое внимание уделяется использованию технологий в различных сферах жизни, не связанных с экономикой. В результате будут определены перспективные направления развития технологий в Казахстане и за рубежом.

Ключевые слова: информационные технологии, блокчейн, криптовалюта, биткойн, ethereum.

*N. N. Dyussengazina¹, G. S. Balgabayeva²

^{1,2}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 19.12.23.

Received in revised form 01.14.24.

Accepted for publication 09.06.24.

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION

Blockchain technology appeared relatively recently, but has gained popularity due to advantages such as security, reliability and transparency. It is believed that blockchain is most often used in the economy, in particular to work with cryptocurrencies. However, technology can be useful in different areas. The article is devoted to an overview of blockchain technology, the study of the basic principles of its functioning and ways to use technology in various fields. In the article, we will consider the history of the emergence of blockchain technology and the concept of technology, which is a multifunctional information system distributed around the world for accounting for various assets. An analysis of the main advantages was also carried out, which include: the absence of intermediaries, the immutability of the entered data, as well as decentralization and transparency of information. Along with the advantages, a number of shortcomings inherent in blockchain technology were identified. The work considers the prospects for the use of technologies in the economy and the financial sector. It will also focus on the use of blockchain technology in accounting, reporting, account reconciliation and transactions with value objects. Special attention is paid to the use of technologies in various areas of life that are not related to the economy. As a result, promising directions for the development of technology in Kazakhstan and abroad will be identified.

Keywords: information technology, blockchain, cryptocurrency, Bitcoin, ethereum.

МРНТИ 20.53.01

<https://doi.org/10.48081/JERC9762>

*Д. С. Найманова¹, А. З. Даутова²

^{1,2}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4434-4852>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5031-8411>

*e-mail: dina_m_c@mail.ru

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

В этой статье рассмотрены понятия: проект, жизненный цикл программного продукта, методологии разработки программного обеспечения и под какие задачи бизнеса они подходят. Каждое программное обеспечение (ПО) проходит определенный порядок этапов жизненного цикла программного продукта с момента создания до окончания внедрения. Стандартный цикл состоит из подготовительного этапа, проектирования, разработки (создания) и поддержки. Даны краткие характеристики и определения каждого этапа жизненного цикла. Рассмотрены основные методологии (модели) разработки IT-проектов такие, как каскадная (Waterfall), гибкие (Agile), RAD (Rapid Application Development, быстрая разработка приложений), Lean Development (Линейное развитие), DevOps (разработка и эксплуатация), XP (Extreme Programming, экстремальное программирование). Определены характерные для каждой методологии основные принципы, этапы и их основные характеристики. Выделены достоинства и недостатки, акцентировано внимание на ключевые позиции предложенных методов, области применения и использования вышесказанных методологии. Таким образом, IT проекты являются неотъемлемой частью современного бизнеса и общества, способствующие повышению эффективности, безопасности, конкурентоспособности и удовлетворению растущих потребностей.

Ключевые слова: Программный продукт, методология, модель, жизненный цикл, IT проект, принцип, адаптивное планирование, процесс.

Введение

В эпоху цифровизации и автоматизации, основной акцент делается на внедрение IT решений, позволяющее автоматизировать рутинные процессы,

повышая эффективность и производительность бизнеса, что является особенно актуальным в условиях глобальной конкуренции. Актуальность разработки IT проектов можно рассмотреть через призму нескольких ключевых аспектов: экономическую эффективность, подразумевающую автоматизацию рутинных и трудоемких задач, что приводит к сокращению затрат и увеличению производительности; конкурентоспособность (IT проекты способствуют созданию новых продуктов и услуг, улучшают существующие процессы и позволяют компаниям быстрее адаптироваться к изменениям на рынке); безопасность (с увеличением количества киберугроз разработки в области информационной безопасности становятся критически важными для защиты данных и систем, компании обязаны защищать данные своих клиентов и сотрудников, что требует постоянного обновления и улучшения IT систем); удовлетворение потребностей клиентов (IT проекты помогают создавать более удобные, быстрые и персонализированные сервисы, что повышает удовлетворенность клиентов, а также мобильные приложения и онлайн-платформы, развитие которых требует создания новых приложений и платформ для взаимодействия с клиентами).

Материалы и методы

Под проектом надо понимать комплекс мероприятий или работ, которые распределены и определены по времени, результатом проектом будет достижение поставленной цели. Приведем примеры проектов, им могут быть строительство комплексов и зданий, предприятий, запуск и выпуск продукции нового вида, разработка плана модернизации производства, создание программного обеспечения и т.д. В тоже время программный продукт это – совокупность программ и сопроводительной документации по их установке, настройке, применению на практике и доработке.

Под самим процессом разработки программного обеспечения понимаем совокупность мероприятий и процессов, обеспечивающих создание и развитие программного продукта. Жизненный цикл, под который подразумеваются этапы, через которые проходит процесс разработки программного продукта с начала создания до конца разработки и внедрения. Этапы жизненного цикла программного продукта (Software Development Life Cycle, SDLC) представляют собой последовательность фаз и процессов, через которые проходит разработка и поддержка программного обеспечения [2]. В зависимости от методологии разработки и специфики проекта, этапы могут варьироваться, но общие ключевые этапы включают следующее: планирование и анализ, проектирование, разработка, тестирование, внедрение и установка, эксплуатация и поддержка [3].

Под этапом планирование и анализ понимаем определение требований клиента и бизнес-потребностей, планирование бюджета, времени и ресурсов,

а также анализ возможных рисков и оценка их влияния на проект. В тоже время этап проектирование включает в себя создание архитектурных и дизайнерских концепций, определение структуры программы и интерфейсов и проектирование баз данных по мере необходимости. Процесс разработка подразумевает написание кода и создание программного продукта, который соответствует утвержденному дизайну, тестирование отдельных компонентов и модулей. Тестирование – это этап, включающий в себя выполнение различных видов тестирования: модульное, интеграционное, системное и приемочное, проверка соответствия программного продукта требованиям и ожиданиям клиента, исправление ошибок и доработка функциональности по мере необходимости. Под этапом внедрение и установка понимаем подготовку к выпуску программного продукта на рынок или внутреннее использование, установку программного обеспечения на целевых платформах или серверах, подготовку пользователей к использованию новой системы. И последний заключительный этап эксплуатация и поддержка содержит в себе поддержку и обслуживание программного продукта в процессе его эксплуатации, предоставление технической поддержки пользователям, внесение изменений и улучшений в продукт в ответ на обратную связь пользователей и новые требования.

Каждый из этих этапов представляет собой важную часть процесса разработки программного продукта и требует внимания к деталям, системности подхода и учета потребностей как клиентов, так и конечных пользователей продукта.

Какие этапы жизненного цикла проходят на определенном промежутке времени и какие события происходят на каждой из них все это описывает модель разработки программного обеспечения.

Модель процесса разработки программного продукта – формализованное представление процесса разработки программного продукта. Часто при описании процессов вместо слова модель употребляется термин методология, что приводит к неоправданному расширению данного понятия [2].

В понятие методология входит множество (совокупность) методов по управлению разработкой, состоящее из правил, техники и принципов, делающей её более продуктивной.

Существует несколько основных методологий разработки IT-проектов, в основе каждой из которых лежит свой подход к управлению проектами, организации работы команды разработчиков и достижению целей. Вот некоторые из наиболее распространенных методологий:

Waterfall (Каскадная модель).

Для данной модели актуально линейная последовательность фаз. На первом этапе определяем требования, затем стадия проектирования и

разработка, затем стадия тестирования, завершающая стадия – это внедрение. Основное условие – это, что предыдущая стадия завершается до начала следующей.

Данная модель идеальный вариант для проектов, где четко определены требования и стабильные условия.



Рисунок 1 – Каскадная модель

Легче всего управление проектом происходит в модели Waterfall. Легкость происходит из-за ее разбивки на стадий (этапы), из-за того, что жестко регламентированы время выполнения и себестоимость проекта в целом, быстро происходит разработка, но при этом существуют определенные минусы. Отличный итоговый результат в каскадной модели получится при выполнении условия, когда в проектах четко определены требования и реализующие их методы. При использовании данной модели не существует возможности вернуться на шаг назад, процесс тестирования начинается при условии, когда создание продукта завершено или на финальном этапе. Созданные при использовании данной модели без обоснования ее выбора, программные продукты могут иметь недочеты (нет возможности внесения корректировок и дополнений в список требований при необходимости). О недочетах и минусах становится известно лишь в конце разработки проекта из-за того, что в модели применима строгая последовательность действий.

Себестоимость изменений, внесенных в проект, станет высокой из-за того, что для ее инициализации надо дождаться завершения всего проекта, при этом, фиксированная себестоимость чаще всего перевешивает минусы подхода. Внесение исправлений и дополнений, осознанных в процессе создания недостатков возможно, но на это потребуются дополнительные соглашения к контракту с измененным техническим заданием.

Следующим рассмотрим Agile (Гибкие методологии).

Scrum:

Для этой методологии характерно: проектирование в итерациях (спринтах) обычно длительностью 1 – 4 недели; работа в малых автономных командах; постоянная обратная связь и гибкость в изменении требований.

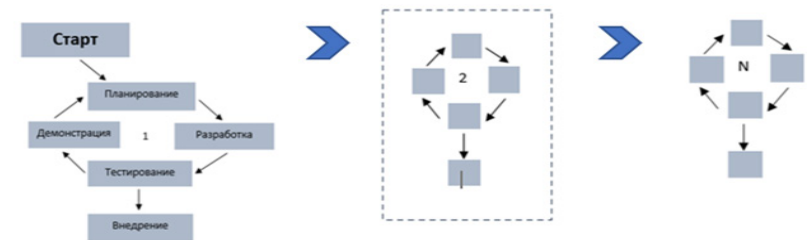


Рисунок 2 – Гибкие методологии

Kanban:

Тут основной упор делается на управление потоком работы с акцентом на визуализацию процесса и ограничение рабочего в процессе (WIP); адаптивное планирование и оптимизация процесса.

Из вышесказанного делаем вывод, что при применении «гибкой» методологии разработки проекта клиент может видеть результат после каждого этапа и есть возможность вносить изменения и дополнения. Это относится к достоинствам и преимуществам гибкой модели, тогда как к ее минусам можем отнести сложность оценивания трудозатрат и себестоимости, которые требуются на проектирование, из-за того, что нет конкретных формулировок результатов. Она применима для крупных или для проектов, которые нацелены на длительный жизненный цикл, и которые надо постоянно адаптировать к рыночным условиям. Из этого следует, что в процессе реализации происходит изменения требований. Все это напоминает класс творческих людей, которым характерно генерирование, выдача и опробование новых идеи еженедельно или даже

ежедневно. Гибкая разработка лучше всего подходит для этого психотипа руководителей. Характерно постоянное изменение требования клиентов в процессе динамического бизнеса; реализация изменения на Agile за меньшую стоимость из-за частых инкрементов и отличительный момент от модели водопада, в том, что в гибкой модели для старта проекта достаточно лишь небольшого планирования.

Lean Development (Линейное развитие).

Основан на принципах Lean manufacturing (снижение издержек, устранение потерь); акцент на доставку ценности для клиента как можно быстрее; упрощение процессов и устранение неэффективных этапов.

Для методологии DevOps (Разработка и эксплуатация) характерно интеграция разработки и операционных процессов, также автоматизация тестирования, развертывания и мониторинга приложений совместно с культурой сотрудничества между программистами (разработчиками) и пользователями (клиентами).

Рассмотрим кратко методологию RAD (Rapid Application Development, Быстрая разработка приложений), которой присуще ускоренное создание прототипов и итеративное уточнение требований. Делается акцент на быстром прототипировании и установлении взаимосвязи с клиентами. Данная методология можно применить для разработки проектов с высокой степенью неопределенности или требования, которые постоянно изменяются. RAD-модель – это разновидность инкрементной модели, для которой полные требования к системе делятся на различные сборки [4]. Термины чаще всего используются для описания поэтапной сборки программного продукта. В процессе разработки по технологии данной модели встретим несколько циклов разработки, которые вместе представляют жизненный цикл «мульти-водопад». При этом цикл разделяется на более мелкие легко разрабатываемые модули (минипроекты). Каждый модуль включает в себя все процессы разработки программного продукта, то есть фазы определения требований, проектирования, кодирования, внедрения и тестирования [4]. На первоначальном этапе разработки по инкрементной модели предполагает выпуск продукта с основными функциями и предназначениями, а потом последовательно добавляем новые функций, так называемые «инкременты». Сам процесс продолжаем до тех пор, пока не создадим полнофункциональную программу. Над разработкой компонент или функции параллельно работают несколько команд высококвалифицированных специалистов, разрабатывающих как будто несколько мини-проектов. Существуют временные ограничения для разработки одного цикла, то есть они жестко ограничены по времени. После этого разработанные модули проходят интеграцию в один рабочий прототип. Коллаборация (синергия)

позволяет очень быстро предоставить клиенту для обозрения рабочий вариант проекта с целью получения обратной связи и внесения изменений [2].



Рисунок 3



Рисунок 4

И наконец, методология XP (Extreme Programming, Экстремальное программирование), основанная на принципах командной работы, постоянного улучшения качества кода и стремления избегания от ненужной сложности с возможностью со временем поддерживать и расширять код. Практики включают парное программирование, тестирование на первом месте, непрерывную интеграцию и короткие итерации.

Результаты и обсуждение

Каждая из этих методологий имеет свои преимущества и достоинства и можно применить для решения определенного класса проектов или организационных условий. Предпочтение выбора подходящей методологии определяется конкретностью и определенностью целей проекта, зависимостью от требований, предъявляемых клиентом, доступностью ресурсов и предпочтением команды создателей программного обеспечения

Выводы

В современной практике модели разработки программного продукта многовариантны [5]. Не существует единственно верной и подходящей для всех проектов, начальных, базовых условий и условия оплаты. Даже наиболее распространенная и всеми применяемая методология Agile не всегда можно применять постоянно из-за условия, когда не готовы некоторые клиенты или, когда нет возможности гибкого финансирования. Методологии очень часто пересекаются в вопросах применяемых средств разработки и в некоторой степени схожи между собой. Некоторые другие концепции применялись для того, чтобы рекламировать собственные компиляторы и не привносили в практику ничего нового.

Таким образом, IT проекты являются неотъемлемой частью современного бизнеса и общества, способствуя повышению эффективности, безопасности, конкурентоспособности и удовлетворению растущих потребностей.

Благодарности

Данное исследование было проведено за счет гранта Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРН AP23489805 «Методика интеллектуального анализа данных для выявления факторов, влияющих на профессиональное развитие студентов в технических специальностях»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Демидов, А. В.** Оценка экономической эффективности IT-проектов : Учебно-методическое пособие. – М. : Прометей, 2023. – 122 с.
- 2 **Лобанова, Н. М.** Эффективность информационных технологий : учебник и практикум для вузов / Н. М. Лобанова, Н. Ф. Алтухова. – М. : Издательство Юрайт, 2024. – 237 с.
- 3 **Терехова, А. Н.** Проектирование и разработка программного обеспечения. – М. : Издательство Юрайт, 2021. – 135 с.
- 4 **Гниденко, И. Г.** Технология разработки программного обеспечения : учеб. пособие для СПО / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 235 с.

5 **Грекул, В. И.** Методические основы управления IT-проектами / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Ю. В. Куприянов. – М. : Интернет-университет информационных технологий, Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 392 с.

6 **Мельников Р.** Оценка эффективности общественно значимых инвестиционных проектов методом анализа издержек и выгод. – М. : издательство: Проспект, 2023.

7 **Волков, А. С.** Оценка эффективности инвест. проектов: Учебное пособие / А. С. Волков, А. А. Марченко. – М.: РIOR, 2018. – 144 с.

8 **Минько, Э.** Оценка эффективности коммерческих проектов: Учебное пособие / Э. Минько, О. Завьялов, А. Минько. – СПб. : Питер, 2017. – 24 с.

9 **Минько, Э. В.** Оценка эффективности коммерческих проектов: Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / Э. В. Минько, А. Минько. – СПб. : Питер, 2014. – 368 с.

10 **Сирота, А. А.** Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем. / А. А. Сирота. – М. : Техносфера, 2006. – 280 с.

REFERENCES

- 1 **Demidov, A. V.** Ocenka e`konomicheskoy e`ffektivnosti IT-proektov [Assessment the economic efficiency of IT projects]: Uchebno-metodicheskoe posobie. – M. : Prometej, 2023. – 122 p.
- 2 **Lobanova, N. M.** E`ffektivnost` informacionny`x tehnologij [Information Technology Efficiency]: uchebnik i praktikum dlya vuzov / N. M. Lobanova, N. F. Altuxova. – M. : Izdatel`stvo Yurajt, 2024. – 237 p.
- 3 **Terexova, A. N.** Proektirovanie i razrabotka programmogo obespecheniya. [Software design and development] – M. : Izdatel`stvo Yurajt, 2021. – 135 p.
- 4 **Gnidenko, I. G.** Teknologiya razrabotki programmogo obespecheniya [Software Development Technology]: ucheb. posobie dlya SPO / I. G. Gnidenko, F. F. Pavlov, D. Yu. Fedorov. – M. : Izdatel`stvo Yurajt, 2017. – 235 p.
- 5 **Grekul, V. I.** Metodicheskie osnovy` upravleniya IT-proektami [Methodological basis for IT project management]/ V. I. Grekul, N. L. Korovkina, Yu. V. Kupriyanov. – M. : Internet-universitet informacionny`x tehnologij, Binom. Laboratoriya znaniy, 2011. – 392 p.
- 6 **Meľnikov R.** Ocenka e`ffektivnosti obshhestvenno znachimy`x investicionny`x proektov metodom analiza izderzhhek i vy`god. [Assessing the effectiveness of socially significant investment projects using the method of cost-benefit analysis] – M. : izdatel`stvo: Prospekt, 2023.
- 7 **Volkov, A. S.** Ocenka e`ffektivnosti invest. Proektov [Investment efficiency assessment. projects]: Uchebnoe posobie / A. S. Volkov, A. A. Marchenko. – M.: Rior, 2018. – 144 с.

8 **Min`ko, E`**. Ocenka e`ffektivnosti kommercheskix proektov [Evaluating the effectiveness of commercial projects]: Uchebnoe posobie / E`. Min`ko, O. Zav`yalov, A. Min`ko. – SPb. : Piter, 2017. – 24 c.

9 **Min`ko, E`. V.** Ocenka e`ffektivnosti kommercheskix proektov [Evaluating the effectiveness of commercial projects]: Uchebnoe posobie. Standart tret`ego pokoleniya / E`. V. Min`ko, A. Min`ko. – SPb. : Piter, 2014. – 368 c.

10 **Sirota, A. A.** Komp`yuternoe modelirovanie i ocenka e`ffektivnosti slozhny`x sistem. [Computer modeling and efficiency assessment of complex systems] / A. A. Sirota. – M. : Technosfera, 2006. – 280 c.

Поступило в редакцию 27.06.24.

Поступило с исправлениями 11.07.24.

Принято в печать 04.09.24.

***Найманова Д. С., Даутова А. З.**

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

27.06.24 ж. баспаға түсті.

11.07.24 ж. түзетулерімен түсті.

04.09.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЖОБАНЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ

Бұл мақалада тұжырымдамалар қарастырылады: жоба, бағдарламалық өнімнің өмірлік циклі, бағдарламалық жасақтамааны әзірлеу әдістемесі және олар қандай бизнес міндеттеріне сәйкес келеді. Әрбір бағдарламалық жасақтама (бағдарламалық жасақтама) құрылған сәттен бастап енгізу аяқталғанға дейін бағдарламалық өнімнің өмірлік циклі кезеңдерінің белгілі бір тәртібінен өтеді. Стандартты цикл дайындық кезеңінен, жобалаудан, әзірлеуден (құрудан) және қолдаудан тұрады. Өмірлік циклдің әр кезеңінің қысқаша сипаттамалары мен анықтамалары берілген. Каскадты (Waterfall), икемді (Agile), RAD (Rapid Application Development, қосымшаларды жылдам әзірлеу), Lean Development (сызықтық даму), DevOps (әзірлеу және пайдалану), XP (Extreme Programming, экстремалды бағдарламалау) сияқты IT-жобаларды әзірлеудің негізгі әдістемелері (модельдері) қарастырылады. Әр Әдістемеге тән негізгі принциптер, кезеңдер және олардың негізгі сипаттамалары анықталған. Артықшылықтары мен кемшіліктері бөлінді, ұсынылған әдістердің негізгі ұстанымдарына, жоғарыда аталған әдістемелерді қолдану және қолдану салаларына назар

аударылды. Осылайша, IT жобалар тиімділікті, қауіпсіздікті, бәсекеге қабілеттілікті арттыруға және өсіп келе жатқан қажеттіліктерді қанағаттандыруға ықпал ететін заманауи бизнес пен қоғамның ажырамас бөлігі болып табылады.

Кілтті сөздер: Бағдарламалық өнім, әдістеме, модель, өмірлік циклі, IT-жоба, принцип, бейімді жоспарлау, процесс.

***D. S. Naimanova, A. Z. Dautova**

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 27.06.24.

Received in revised form 11.07.24.

Accepted for publication 04.09.24.

METHODS FOR ASSESSING PROJECT EFFECTIVENESS

This article discusses the following concepts: project, software product lifecycle, software development methodologies and what business tasks they are suitable for. Each software goes through a certain order of stages of the software product lifecycle from the moment of creation to the end of implementation. The standard cycle consists of a preparatory stage, design, development (creation) and support. Brief characteristics and definitions of each stage of the life cycle are given. The main methodologies (models) of IT project development such as Cascade (Waterfall), flexible (Agile), RAD (Rapid Application Development, rapid application development), Lean Development (Linear development), DevOps (development and operation), XP (Extreme Programming, extreme programming) are considered. The basic principles, stages and their main characteristics characteristic of each methodology are defined. The advantages and disadvantages are highlighted, attention is focused on the key positions of the proposed methods, the scope and use of the above-mentioned methodologies. Thus, IT projects are an integral part of modern business and society, contributing to increased efficiency, security, competitiveness and meeting growing needs.

Keywords: Software product, methodology, model, life cycle, IT project, principle, adaptive planning, process.

МРНТИ 20.01.04

<https://doi.org/10.48081/OOXV1977>

*С. С. Прокопенко

Инновационный Евразийский университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7031-2605>
*e-mail: prokopenkoserge@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

В статье рассматривается применение искусственного интеллекта (ИИ) для оценки уровня владения английским языком в образовательном процессе. Целью исследования является анализ эффективности использования больших языковых моделей в роли экзаменатора. Эксперимент включал тестирование с участием респондентов, чьи результаты оценивались как человеком-экспертом, так и языковыми моделями GPT-4o, Claude 3.5 Sonnet и Gemini. Исследование фокусируется на оценке навыка понимания прочитанного, используя критерии CEFR. Методология включала создание специального текста и вопросов с помощью ChatGPT, проверку на отсутствие в базах данных машинного обучения и разработку промптов для оценки ответов. Результаты продемонстрировали высокую точность оценок ИИ, часто близкую к оценкам эксперта-человека, что подтверждает потенциал внедрения ИИ в образовательный процесс. Однако выявленные различия в оценках указывают на необходимость дальнейшего совершенствования системы, включая дополнительное обучение моделей и интеграцию механизма человеческого контроля. Статья также затрагивает вопросы языка генерации ответов ИИ и проблему «галлюцинаций» нейросетей. Это приводит к выводу о возможности адекватной оценки уровня владения английским языком с помощью предобученных языковых моделей при условии предоставления им подробных инструкций и данных для дообучения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, языковая модель, экзаменатор, образовательный процесс, механизм контроля.

Введение

Цель статьи – обосновать необходимость использования искусственного интеллекта (ИИ) для проверки приобретенных знаний. Если использование ИИ будет обоснованно, то данную технологию можно будет внедрить в образовательный процесс с целью повышения качества онлайн-образования.

В качестве предметной области, в рамках которой будет проверяться уровень приобретенных знаний, было выбрано изучение английского языка.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи:

- Подготовка тестового задания и критериев оценки уровня владения английским языком;
- Проведение теста на выявление уровня владения английским языком с участием 4 респондентов;
- Сравнительный анализ результатов теста и формирование вывода о целесообразности разработки модуля для проверки уровня владения английским языком.

Предметом анализа данной статьи является процесс оценки уровня владения английским языком. Объектом анализа являются респонденты, прошедшие тестовое задание по выявлению навыков владения английским языком.

В ходе эксперимента использовались такие большие языковые модели (LLM) как:

- GPT-4 Omni (в маркетинговых материалах название часто сокращается до GPT-4o) от компании OpenAI;
- Claude 3.5 Sonnet, разработанная компанией Anthropic;
- Gemini, созданная разработчиками компании Google.

Каждая LLM из списка обладает уникальным диалоговым веб-интерфейсом, посредством которого с ними можно взаимодействовать напрямую.

Материалы и методы

Справедливо предположить, что языковая модель не способна справиться с ролью экзаменатора и адекватно оценить уровень владения английским языком. Под адекватной оценкой в данном случае понимается краткая характеристика выполненного респондентом тестового задания, в соответствии с выбранным критерием оценивания.

Основанием для подобных сомнений выступила публикация Сергея Петровича Елшанского на тему эффективности применения ИИ в образовании [1]. С целью проверки выдвинутой гипотезы был составлен план проведения эксперимента:

1. Определить уровни владения английским языком, взяв за основу принятые в международном сообществе критерии оценки;

2. Выбрать компетенцию (навык) для проверки в ходе тестирования;
3. Определить шкалу, согласно которой будут оцениваться ответы респондентов;
4. Создать тестовое задание, которое подойдет для проверки отобранных навыков;
5. Провести тестирование среди респондентов;
6. Проанализировать полученные в ходе тестирования результаты, используя экспертное мнение человека и экземпляра языковой модели;
7. Сделать вывод по проведенному эксперименту.

Первый шаг – выбор языкового навыка. В данном контексте, навыки можно подразделить на рецептивные (аудирование и чтение) и продуктивные (устная и письменная речь) [2]. Оптимальным выбором стал рецептивный навык понимания прочитанного. Весомым аргументом в пользу такого выбора стала заложенная в нем механика, а именно декодирование текста с последующим выявлением сути прочитанного. Это – многоуровневый процесс взаимодействия между респондентом, текстом и его содержанием [3], который как нельзя лучше подходит для проверки выдвинутой гипотезы, так как это позволит сравнить результаты работы естественных (человеческих) и искусственных нейронных сетей [4].

После выбора навыка необходимо определиться со шкалой, на основе которой будет вынесено оценочное суждение относительно выполненного респондентами задания. В качестве критерия оценки компетенций был использован стандарт CEFR (аббр. англ. Common European Framework of Reference for Languages). Данный стандарт был выбран по двум причинам.

Во-первых, CEFR отвечает выдвинутому в плане требованию быть общепринятым международным стандартом оценивания уровня владения английским языком.

Вторая причина заключалась в том, что авторы, разработавшие дескрипторы в рамках упомянутого стандарта, стремились с его помощью повысить качество инклюзивного образования [5]. Этот факт является немаловажным преимуществом для современного образовательного процесса.

Таблица 1 – Дескрипторы стандарта CEFR для понимания прочитанного

Уровень	Обозначение	Описание навыка
Beginner	A1	Понимание знакомых слов и очень простых фраз, касающихся конкретных ситуаций (например, вывески, плакаты, каталоги)
Elementary	A2	Понимание коротких, простых текстов, касающихся повседневных нужд (например, личные письма, простые инструкции)
Intermediate	B1	Понимание текстов, написанных на стандартном языке, которые касаются знакомых тем (например, работа, школа, досуг)
Upper Intermediate	B2	Понимание сложных текстов, включая тексты абстрактного и технического содержания в своей области
Advanced	C1	Понимание широкого спектра сложных и длинных текстов, распознавание скрытого значения
Proficiency	C2	Понимание практически всех видов письменного текста, включая абстрактные, структурно сложные или лингвистически сложные тексты, такие как учебники, специализированные статьи и литературные произведения

При рассмотрении таблицы 1 можно прийти к выводу, что:

- A1 и A2 относятся к начальному уровню;
- B1 и B2 являются показателями среднего уровня владения иностранным языком;
- Навык пользователей продвинутых C1 и C2 уровней находится практически наравне с носителями языка.

После определения оценочной шкалы можно переходить непосредственно к созданию тестового задания.

Цель тестового задания – проверка понимания прочитанного текста. Форма задания – открытое тестовое задание с развернутым ответом. Респонденту предлагается прочитать текст и ответить на три вопроса по содержанию прочитанного. Выполнение задания не ограничено по времени.

Для создания текста и вопросов по нему был использован чат-бот ChatGPT, основанный на генеративной нейросети GPT-4o. Созданный таким образом контент должен отвечать следующим требованиям:

- Быть написанным на английском языке. Поскольку проверяться будет уровень владения английским языком;
- Быть связанным по смыслу. Суть каждого вопроса должна отражать содержание текста и не противоречить его смыслу;

– Отсутствовать в базе данных, используемой для машинного обучения.

Последний пункт призван обеспечить объективность при проведении эксперимента, так как в тестировании, помимо людей, предполагается участие двух моделей чат-ботов. Если допустить для тестирования текст, который был разрешен для обучения нейросетям, то у чат-ботов будет явное преимущество перед людьми. Для проверки наличия сгенерированного текста будет использованы репозиторий портала GitHub [6], а также хранилище UC Irvine Machine Learning Repository. Такой выбор обусловлен следующими факторами:

– Объем и частота обновления набора данных. Каждый из упомянутых источников обладает внушительными объемами данных, которые регулярно пополняются новыми экземплярами;

– Поддержка со стороны сообщества. В случае с GitHub репозиторием поддержанием его актуальности и работоспособности занимаются энтузиасты. Что касается второго ресурса, то в пользу его надежности говорит факт о том, что он сотрудничает с американским Центром статистики и приложений в области судебных доказательств [7];

– Время существования. GitHub репозиторий существует на протяжении 10 лет и активно обновляется на момент написания данной статьи. Начало UC Irvine было положено в 1987 году, а актуальность данных там датируется 2023 годом.

Поскольку взаимодействие с чат-ботами происходит посредством так называемых промптов [8], то для получения сгенерированного текста был составлен промпт следующего содержания: «Напиши текст на английском языке на тему применения ИИ в инклюзивном образовании и составь три вопроса по содержанию этого текста». Сгенерированный текст успешно прошел проверку на отсутствие в базах данных машинного обучения и был применен для проведения анонимного тестирования на понимание прочитанного с последующим определением уровня владения английским языком в соответствии с критериями CEFR.

Для экспертной оценки полученных в ходе эксперимента результатов были привлечены:

– LLM модели (GPT-4o, Claude 3.5 Sonnet и Gemini), прошедшие предобучение [9];

– Бакалавр специальности «Переводческое дело», имеющий опыт в сдаче теста IELTS General Training, результаты которого могут быть соотнесены с дескрипторами CEFR [10].

Для инициализации проверки ответов респондентов с помощью ИИ был использован следующий промпт: «Ознакомьтесь с текстом и вопросами к нему и, исходя из ответов респондента, оцени его уровень владения

английским языком в соответствии с критериями CEFR в области понимания прочитанного». Далее в промпте следовал текст, вопросы по содержанию текста и ответы на них, данные респондентом. Такой промпт использовался в качестве шаблона для каждой итерации оценивания, изменению в нем подвергались лишь ответы респондентов.

На основе полученных данных была составлена сводная таблица результатов тестирования:

Таблица 2 – Итоги тестирования

Эксперт	Уровень владения английским языком (CEFR)			
	Участник 1	Участник 2	Участник 3	Участник 4
GPT-4o	B2	A2/B1	B2/C1	B1
Claude Sonnet	B2	A2	C1	A2
Gemini	B2	A2/B1	C1	B2
Человек	B2	A2	C1	A2/B1

Результаты и обсуждение

В большинстве случаев оценки нейросетей (GPT-4, Claude 3.5 Sonnet, Gemini) близки к оценкам человека-эксперта. Исключением являются оценки, полученные респондентами 2 и 4. В некоторых случаях (например, для респондентов 1 и 3) оценки ИИ полностью совпадают с мнением человека, что говорит о высоком потенциале точности. В случаях расхождений нет четкой тенденции к завышению или занижению оценок по сравнению с человеком. Оценки чат-ботов варьируются как в сторону более низких, так и более высоких уровней (например, для респондента 4).

Несмотря на то, что в промпте отсутствовало указание дать развернутый анализ, каждая модель аргументировала выставленную оценку согласно критериям CEFR. Модели GPT-4 и Gemini также выделили те моменты в ответах респондентов, которые не позволили им вынести однозначное решение в пользу какого-то одного уровня.

В случаях с респондентами 1 и 4 Gemini дополнила свои оценочные суждения рекомендациями по проведению более тщательной процедуры проверки знаний. Наиболее информативными оказались суждения модели GPT-4, которая подвергла анализу каждый ответ респондента по отдельности. Что касается Claude 3.5 Sonnet, то эта модель стремилась к четкой аргументации выставленной оценки, старалась избегать случаев, когда оценка могла бы быть выставлена на границе двух уровней.

Стоит отметить язык, на котором ИИ генерировала свои оценочные суждения. В промпте использовался русский язык (на нем были изложены

инструкции) и английский (текст, вопросы и ответы респондентов). В инструкциях не было указаний, на каком языке чат-бот должен написать свой ответ. В большинстве случаев чат-боты генерировали ответы на русском языке, переходя на английский только при анализе конкретных слов или словосочетаний. Исключением стали модели:

– Gemini. Эта модель использовала английский язык для всех своих ответов. Однако только у данной модели возникли проблемы с генерацией осмысленного анализа. В тексте ответа прослеживались словосочетания, не имеющие смысла в контексте анализа уровня владения английским языком у респондента. Подобные ошибки именуются галлюцинациями нейросети [11], а конкретные примеры отмечены красными линиями на рисунке 1 и рисунке 2.

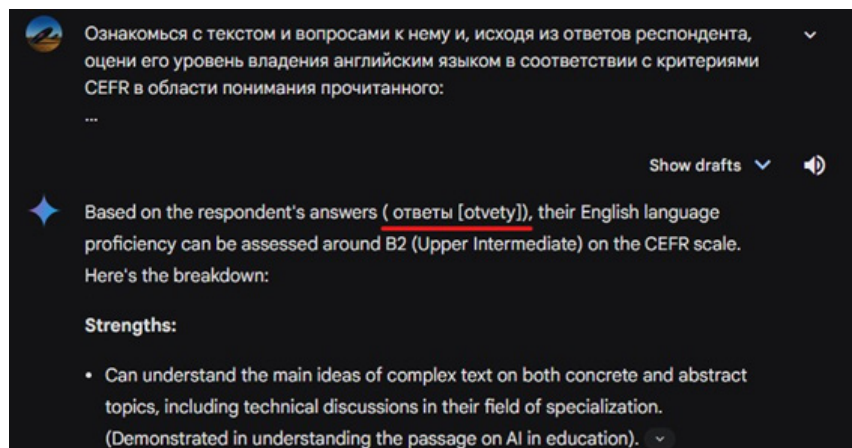


Рисунок 1 – Ошибочное добавление перевода и транскрипции на русском языке

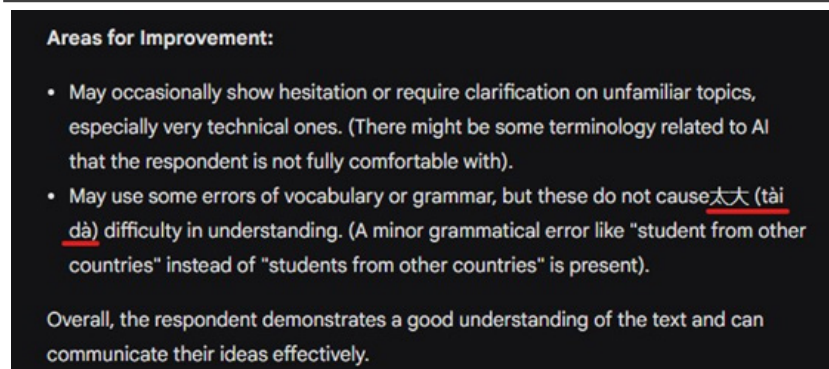


Рисунок 2 – Присутствие иероглифов на упрощенном китайском языке с транскрипцией

– Claude 3.5 Sonnet, которая сгенерировала ответы для респондентов 1 и 2 на русском языке, но переключилась на английский при генерации анализов ответов респондентов 3 и 4.

Таким образом, по результатам проведенного эксперимента можно утверждать, что предобученная (pre-trained) языковая модель способна адекватно оценить уровень владения английским языком при условии предоставления ей подробных инструкций и набора данных для дообучения (fine-tuning).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Елшанский, С. П.** Школа будущего: может ли искусственный интеллект обеспечить когнитивную эффективность обучения? [Текст] // Вестник Томского государственного университета. – 2021. – №. 462. – С. 192–201.

2 **Алимов, Ф. Ш., Фахрутдинова, Р. А.** Этапы развития языковых навыков в условиях цифровизации образовательного пространства вуза. [Текст] // Инновационная наука. – 2023. – № 1–2. – С. 67–70.

3 **Гнедых, Д. С., Сухоруков, И. С.** О связи индивидуальных стратегий понимания студентами учебных текстов с качеством их понимания [Электронный ресурс]. – Письма в Эмиссия.Оффлайн. – 2020. – № 6. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://emissia.org/offline/2020/2856.htm>.

4 **Гимпель, А. С., Натяженко, Е. А.** Сравнение нейронных сетей и человеческого мозга [Текст] // Электронные системы и технологии : сборник

материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Лихачевский, Д. В. [и др.]. – Минск, 2023. – С. 667–669.

5 **Deygers, B.** The CEFR companion volume: Between research-based policy and policy-based research. [Text] // Applied Linguistics. – 42(1). – С. 186–191.

6 Репозиторий на сайте Github [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://github.com/awesomedata/awesome-public-datasets>.

7 **Stern, H. S., Richardson, D. J., Papaefthymiou M.** Data Science and Computing: The View From a Sister Campus. [Text] // Harvard Data Science Review. – 3(2). – 2021. – 4 с.

8 **Брехова, А. Г.** Prompt engineering–технология общения с нейросетью. [Text] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 20-22 марта 2023 г. / Томский политехнический университет. – Томск. – 22 с.

9 **Головко, В. А., Краснопрошин, В. В.** Нейросетевые технологии обработки данных [Text] // Белорусский государственный университет. – Минск, 2017. – 186 с.

10 **Warnby, M.** How does CEFR-B2 relate to IELTS band scores and academic vocabulary scores. [Text] // The Paris Conference on Education (PCE2022), June 14–17, 2022. – Paris, France. – 5 с.

11 **Бузмаков, И. П.** Обзор проблемы галлюцинаций при нейросетевой генерации текстов. [Text] // Путь в науку: прикладная математика, информатика и информационные технологии. – 2023. – С. 77–80.

REFERENCES

1 **Elshanskiy, S. P.** Shkola budushchego: mozhet li iskusstvennyy intellekt obespechit kognitivnyuyu effektivnost obucheniya? [School of the Future: Can Artificial Intelligence Ensure Cognitive Efficiency in Learning?] [Text] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2021. – № 462. – P. 192–201.

2 **Alimov, F. Sh., Fakhrutdinova, R. A.** Etapy razvitiya yazykovykh navykov v usloviyakh tsifrovizatsii obrazovatel'nogo prostranstva vuza. [Stages of development of language skills in the context of digitalization of university education] [Text] // Innovatsionnaya nauka. – 2023. – № 1–2. – P. 67–70.

3 **Gnedych, D. S., Sukhorukov, I. S.** O svyazi individualnykh strategiy ponimaniya studentami uchebnykh tekstov s kachestvom ikh ponimaniya [On the relationship between individual strategies of understanding of educational texts and the quality of their understanding among students] [Electronic resource]

// Pisma v Emissiya.Offline. – 2020. – № 6. – Access mode: <http://emissia.org/offline/2020/2856.htm>.

4 **Gimpel, A. S., Natyazhenko, E. A.** Sravnenie neyronnykh setey i chelovecheskogo mozga [Comparison of neural networks and the human brain] [Text] // Elektronnyye sistemy i tekhnologii : sbornik materialov 59-y nauchnoy konferentsii aspirantov, magistrantov i studentov BGUIR, Minsk, 17–21 aprelya 2023 g. / Belorusskiy gosudarstvennyy universitet informatiki i radioelektroniki; redkol. : Likhachevskiy, D. V. [i dr.]. – Minsk, 2023. – P. 667–669.

5 **Deygers, B.** The CEFR companion volume: Between research-based policy and policy-based research. [Text] // Applied Linguistics. – 42(1). – P. 186–191.

6 GitHub repository [Electronic resource]. – Access mode: <https://github.com/awesomedata/awesome-public-datasets>.

7 **Stern, H. S., Richardson, D. J., Papaefthymiou M.** Data Science and Computing: The View From a Sister Campus. [Text] // Harvard Data Science Review. – 3(2). – 2021. – 4 p.

8 **Brekhova, A. G.** Prompt engineering–tekhnologiya obshcheniya s neyrosetyu. [Prompt engineering is a technology for communicating with a neural network] [Text] // Molodezh i sovremennyye informatsionnyye tekhnologii: sbornik trudov XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, 20–22 marta 2023 g. / Tomskiy politekhnicheskii universitet. – Tomsk. – 22 p.

9 **Golovko, V. A., Krasnoproshin, V. V.** Neyrosetevyye tekhnologii obrabotki dannykh [Neural network data processing technologies] [Text] // Belorusskiy gosudarstvennyy universitet. – Minsk, 2017. – 186 p.

10 **Warnby, M.** How does CEFR-B2 relate to IELTS band scores and academic vocabulary scores. [Text] // The Paris Conference on Education (PCE2022), June 14–17, 2022. – Paris, France. – 5 p.

11 **Buzmakov, I. P.** Obzor problemy gallyutsinatsiy pri neyrosetevoy generatsii tekstov. [Review of the problem of hallucinations in neural network text generation] [Text] // Put v nauku: prikladnaya matematika, informatika i informatsionnyye tekhnologii. – 2023. – P. 77–80.

Поступило в редакцию 20.09.24.

Поступило с исправлениями 01.10.24.

Принято в печать 01.11.2024.

***С. С. Прокopenko**

Инновациялық Еуразия университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
20.09.24 ж. баспаға түсті.
01.10.24 ж. түзетулерімен түсті.
01.11.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

БІЛІМ БЕРУ ОРТАСЫНДАҒЫ БІЛІМДІ БАҚЫЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ РЕТІНДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУ

Мақалада білім беру үдерісінде ағылшын тілін меңгеру деңгейін бағалау үшін жасанды интеллектті (ЖИ) қолдану қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – үлкен тілдік модельдерді емтихан алушы ретінде қолданудың тиімділігін талдау. Эксперимент барысында респонденттердің қатысуымен тесттер жүргізіліп, олардың нәтижелері адам-сарапшымен және GPT-4o, Claude 3.5 Sonnet және Gemini тілдік модельдерімен бағаланды. Зерттеу CEFR критерийлерін қолдана отырып, оқығанды түсіну дағдыларын бағалауға бағытталған. Әдіснамаға ChatGPT арқылы арнайы мәтін мен сұрақтар құру, оның машиналық оқыту деректер базасында жоқтығын тексеру және жауаптарды бағалауға арналған промпттарды әзірлеу кірді. Нәтижелер ЖИ бағаларының жоғары дәлдігін көрсетті, көбінесе адам-сарапшының бағаларына жақын болды, бұл ЖИ-ні білім беру үдерісіне енгізу әлеуетін растайды. Алайда, анықталған бағалардағы айырмашылықтар жүйені одан әрі жетілдіру қажеттілігін көрсетеді, соның ішінде модельдерді қосымша оқыту және адамдық бақылау механизмін енгізу. Мақалада сонымен қатар ЖИ жауаптарын генерациялау тілі мен нейрондық желілердің «галлюцинациялары» мәселесі қарастырылады. Қорытындылай келе, егжей-тегжейлі нұсқаулар мен қосымша оқытуға арналған деректер берілген жағдайда, алдын ала оқытылған тілдік модельдер ағылшын тілін меңгеру деңгейін барабар бағалай алады деген қорытынды жасалады.

Кілтті сөздер: жасанды интеллект, тілдік модель, емтихан алушы, білім беру үдерісі, бақылау механизмі.

***S. S. Prokopenko**

Innovative University of Eurasia, Republic of Kazakhstan, Pavlodar
Received 20.09.24.
Received in revised form 01.10.24.
Accepted for publication 01.11.24.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A KNOWLEDGE CONTROL TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT

The article examines the application of artificial intelligence (AI) for assessing English language proficiency in the educational process. The study aims to analyze the effectiveness of using large language models as examiners. The experiment involved conducting tests with respondents whose results were evaluated by both a human expert and language models GPT-4o, Claude 3.5 Sonnet, and Gemini. The research focuses on assessing reading comprehension skills using CEFR criteria. The methodology included creating a specialized text and questions using ChatGPT, verifying its absence in machine learning databases, and developing prompts for answer evaluation. The results demonstrated high accuracy of AI assessments, often close to those of the human expert, confirming the potential for integrating AI into the educational process. However, the identified differences in assessments indicate the need for further system improvement, including additional model training and integration of a human oversight mechanism. The article also addresses issues of AI-generated response language and the problem of neural network «hallucinations». In conclusion, it is suggested that pre-trained language models can adequately assess English language proficiency, provided they are given detailed instructions and data for fine-tuning.

Keywords: artificial intelligence, language model, examiner, educational process, control mechanism.

***Ә. Р. Рымғалиев¹, А. Т. Абенова²**

^{1,2}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7947-1539>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8820-6400>

*e-mail: alisher.rymgaliyev@mail.ru

ЦИФРЛЫҚ МАРКЕТИНГ САЛАСЫНДА ADOBE ILLUSTRATOR БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ ВЕКТОРЛЫҚ ГРАФИКАЛЫҚ РЕДАКТОРЫН ҚОЛДАНУ

Графикалық дизайн әлемінде Adobe Illustrator векторлық графика арқылы шексіз шығармашылықты қамтамасыз етуде алдыңғы қатарда. Осы тұжырымдаманы пайдалана отырып, Adobe Illustrator векторлармен жұмыс істеу кезінде ашылатын шексіз мүмкіндіктер әлеміне кіруге мүмкіндік береді. Негіздер мен озық тәжірибелерді аша отырып, оқырман кәсіби иллюстрацияларды, логотиптерді, интерфейстерді және т.б. жасаудың бірегей аспектілеріне енеді. Векторлармен жұмыс істеудің егжей-тегжейінен экспрессивті және күрделі композициялар жасауға дейін сериядағы әрбір тұжырымдама Adobe Illustrator бағдарламасындағы векторлық графиканың толық әлеуетін ашуға арналған.

Бұл мақала оқырмандарға бағдарлама құралдары мен мүмкіндіктеріне толық шолу жасай отырып, Adobe Illustrator бағдарламасындағы векторлық графика мүмкіндіктерінің кең ауқымын қамтиды. Атап айтқанда, векторлық объектілерді құру және өңдеу, түстермен, қаріптермен және мәтінмен жұмыс жасау тақырыптары қамтылған. Сонымен қатар, трансформация және масштабтау әдістері, сондай-ақ бірегей визуалды нәтижелерге қол жеткізу үшін эффекттерді пайдалану талданады. Мақалада, сонымен қатар, дизайн мен өнердің әртүрлі салаларындағы маңыздылығын көрсете отырып, векторлық графиканы қолданудың негізгі ортасы көрсетілген. Солардың бірі – цифрлық маркетинг. Мақалада Adobe Illustrator маркетингтік стратегияны жүзеге асырудың қай кезеңдерінде көмектесетіні анықталды. Цифрлық маркетинг саласында жұмыс істегенде редакторды пайдалану нұсқалары ұсынылды.

Кіріспе

Adobe Illustrator – суретшілерге, дизайнерлерге және иллюстраторларға өздерінің шығармашылық идеяларын жүзеге асыру үшін қуатты құралдарды ұсына отырып, векторлық графиканың жетекші бағдарламалық құралы болып табылады. Векторлық графика растрлық графикадан ерекшеленеді, ол кескінді нүктелерді, сызықтарды және қисықтарды пайдаланып математикалық түрде сипаттайды, бұл оны сапаны жоғалтпай оңай масштабталатын кескіндерді жасауға өте ыңғайлы етеді.

Adobe Illustrator – векторлық графиканың қызықты әлеміне жол ашатын керемет қуатты құрал. Adobe Illustrator суретшілер мен дизайнерлерге өз идеяларын жүзеге асыру үшін көптеген құралдар береді.

Бұл зерттеу сапарында таңғажайып егжей-тегжейлі және мәнерлі өнер туындыларын жасауға мүмкіндік беретін Adobe Illustrator мүмкіндіктерін зерттей отырып, векторлық графиканың қызықты әлеміне үңілуге болады. Шығармашылық құйынына енуге және векторлық графиканың дизайн өнеріндегі шексіз мүмкіндіктердің кілті екенін білуге дайын болыңыз.

Өзектілігі

Көрнекі қабылдау аудиторияның назарын аударуда және ұстауда маңызды рөл атқаратын қазіргі цифрлық ғасырда Adobe Illustrator векторлық графикалық редакторы цифрлық маркетингтер үшін маңызды құралға айналуда. Оның көмегімен кәсіпқойлар логотиптерді, баннерлерді, әлеуметтік медиа иллюстрацияларын және т.б. қоса, назар аударып қана қоймай, бренд туралы хабардарлықты арттыратын көзге түсетін және мәнерлі көрнекі мазмұн жасай алады. Құралдар мен векторға негізделген мүмкіндіктердің бай жиынтығымен Adobe Illustrator цифрлық маркетинг стратегияларын тиімді қолдайтын, түрлендіруді арттыратын және пайдаланушы тәжірибесін жақсартатын жоғары сапалы графиканы жасауға мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістері

Adobe Illustrator бағдарламасындағы векторлық графиканың мүмкіндіктерін талдау, зерттеу кезінде әртүрлі авторлардың оқу құралдары, дерек көздері пайдаланылды, атап айта кетсек: Евгения Тучкевич, Brian Wood, Вон Гличко, Егор Поляков. Бағдарламаны цифрлық маркетинг саласында қалай пайдалануға болатыны туралы зерттеу Digital-Маркетинг кітабы арқылы жүргізілді. Пайдаланылған әдебиеттерді жүйелеу мақсатында SWOT-анализ әзірленді. Жинақталған нәтиже мақаланың мақсаты мен міндеттерін айқындауға бағытталды.

Нәтижелер және талқылау

Adobe Illustrator – иллюстрациялар мен векторлық графика жасауға арналған кәсіби қолданба. Бұл қолданба логотиптерді, белгішелерді, қаптамаларды, веб-графиктерді және т.б. жасауға арналған қуатты құралдарды ұсынады.

Қазіргі уақытта ең көп қолданылатын векторлық редакторлардың бірі Adobe Illustrator болып табылады [1]. Оның көмегімен кәсіби графикалық дизайн мен орналасуға байланысты кез-келген мәселелерді шешуге болады:

– сайтқа арналған баннерлермен әртүрлі мөлшерде жұмыс істеу кезінде ыңғайлылықты қамтамасыз ететін бірнеше монтаждау аймақтарымен жұмыс істеу;

– белгішелер мен логотиптердің негізгі элементтері болып табылатын геометриялық фигуралардың күрделі контурларын құру және түрлендіру;

– дайын шеткаларды үшінші тарап ресурстарынан импорттау және өз шеткаларыңыздың жиынтығын жасау, бұл иллюстрацияларға бірегейлік қосуға мүмкіндік береді;

– қолда бар кітапханадан нысандар мен контурларды әртүрлі толтыруды қолдану;

– логотиптер мен жазулардағы әріптердің пішінін кеңірек өңдеу үшін мәтіндерді қысқартуға түрлендіру;

– импортталған растрлық графика объектілерін оңай игеру;

– кез-келген пішіндегі иллюстрацияларды қабаттастыру және градиент, көлеңкелер, текстуралар, деформация, контур, штрихтар, эскиз, сәндеу, безендіру және бейне сияқты эффектілерді қолдану;

визиткалардың, буклеттердің, плакаттардың, билбордтардың немесе өзге де полиграфиялық өнімдердің макеттерін экспорттың теңшелетін параметрлері арқылы дайындау, ұшуларды, басып шығару үшін түс профилін реттеу, сондай-ақ өнімді басып шығару форматын таңдау [2].

Adobe Illustrator – векторлық графиканы жасауға арналған кәсіби бағдарламалық құрал. Бағдарлама кәсібилік дәрежесін ұстай отырып, ауқымды мүмкіндіктерді ұсынады. Олардың негізгі функциялары:

Масштабтау: векторлық кескіндерді сапасын жоғалтпай масштабтауға болады, себебі олар сызықтар мен қисықтарды сипаттайтын математикалық формулаларға негізделген.

Өңдеу: пішіндерді, түстерді және нысандардың басқа параметрлерін оңай өңдеуге болады.

Қалам: Күрделі қисықтар мен пішіндерді жасауға мүмкіндік береді.

Қылқалам: бос сызықтарды салу үшін қолданылады.

Пішіндер: Негізгі геометриялық фигураларды жасауға арналған көптеген құралдар.

Түс үлгілері: RGB, CMYK, Lab және т.б. сияқты түрлі түсті үлгілерді қолдайды.

Градиенттер: түстер арасында тегіс ауысулар жасауға мүмкіндік бар.

Мәтіндік құралдар: Мәтінді қосу және өңдеу мүмкіндігі.

Қаріптер: вариациялар мен стильдерді қолдау арқылы әр түрлі қаріптерді біріктіру.

Көлеңкелер: нысандарға көлеңкелер қосу мүмкіндігі.

Рефлексия: Шағылысқан нысандардың әсерін жасайды.

Сызу және толтыру: әртүрлі штрих және толтыру мәнерлері.

Тор: нысандарды туралау үшін торды пайдаланады.

Туралау: әртүрлі параметрлерге негізделген нысандарды автоматты түрде туралайды.

Үлгілер: жобалау процесін жылдамдату үшін дайын үлгілерді пайдалануға болады.

3D нысандары: 3D нысандарды жасауға және өңдеуге болады.

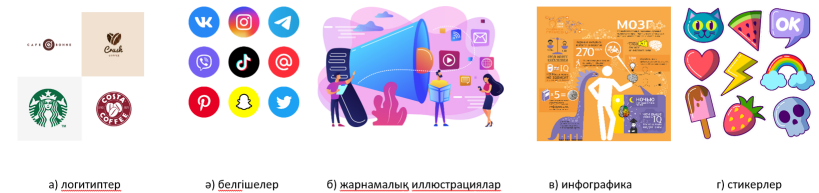
Бұл функциялар Adobe Illustrator бағдарламасын кәсіби векторлық графикалық дизайнға арналған қуатты құрал етеді.

Бағдарламаның аталған ерекше мүмкіндіктері әртүрлі мазмұнды визуализациялау үшін оны тиімді пайдалануға мүмкіндік береді (1-сурет).

Әдетте дизайнерлер логотиптерді векторлық форматта жасайды. Логотип брендтің ең маңызды құрамдастарының бірі болып табылады. Компанияның логотипі оның визуалды танылуын қамтамасыз етеді. Бұл корпоративтік сәйкестіктің осы элементінің негізгі мақсаты.

Құралдардың кең арсеналы кез келген стильде белгішелерді жасауға мүмкіндік береді. Мысалы: қарапайым пішіндерден үш өлшемді пішіндерді имитациялауға дейін [3].

Жарнамалық иллюстрациялар ақпаратты жеткізудің ең тиімді құралы бола отырып, бизнеске жұмыс істеуге, ақпаратты жеткізуге және адамдарды тартуға арналған. Көрнекіліктер тұтынушыны одан әрі қарым-қатынасқа тарта отырып, қажетті әсер қалдырады және әртүрлі эмоцияларды береді.



1-сурет – Әртүрлі мазмұндағы визуациялау

Инфографика кез келген деректерді визуализациялау үшін қолданылады [4]. Оның мақсаттары ақпаратты қарауға кететін уақытты қысқарту; оқырманға әртүрлі шешімдер қабылдауға көмектесу; әлеуметтік желілер мен басқа қызметтерді пайдалана отырып, басқа оқырмандармен ақпарат алмасу мүмкіндігі; визуализация арқылы ақпаратты оңай қабылданады, сондықтан, сандар мен басқа деректер жадқа жақсырақ сіңеді [5].

Бағдарламада авторлық стикер пакетін жасау оңай. Көбінесе компаниялар өз клиенттеріне кәдесый ретінде беру немесе олармен тауарды орау үшін стикерлер жасайды. Өз кезегінде тұтынушы оларды қолдануға тез үйренеді және ассоциативті деңгейде әзірлеуші компанияның өніміне бейімділік болады. Стикерлерді пайдалану бизнестің танымалдылығын арттыруға көмектеседі. Сондай-ақ, редактор мәтінді жазуға және жобалауға, анимация үшін графика жасауға, өрнектер салуға, әлеуметтік желілердегі жазбаларды безендіруге, басып шығаруға арналған макеттерді (визиткалар, парақшалар, плакаттар) жасауға ыңғайлы [6].

Adobe Illustrator бағдарламасында жасалған жобаны 5 жергілікті форматта сақтауға болады: AI, PDF, EPS, SVG және SVG. Жобадағы барлық деректер толығымен осы форматтарда сақталады. Бірақ егер жұмыс аяқталынған болса және басып шығару немесе интернетке жүктеп салу үшін дизайнды экспорттау қажет болса, Adobe Illustrator келесі форматтарды ұсынады: BMP, JPG, PNG, PSD, SVG, TIF, TGA, CSS, WMF, EMF, DWG, TXT, DXF, PCT. Бағдарламаның тағы бір маңызды артықшылығы – компьютерлік графикамен жұмыс істеуге арналған Adobe қосымшаларының барлық жиынтығын орнату және формат сәйкессіздігінен зардап шекпеу мүмкіндігі. Осындай ерекшеліктерге назар аудара отырып, қазіргі таңда бағдарламаны әзірлеушілер уақыт ағымына ілесіп, өз өнімдерінің мүмкіндіктерін үнемі кеңейтіп отырады [7,8].

Графикалық дизайн бүгінде визуалды шындықтың күрделі, көп деңгейлі пәнімен жұмыс жасауда әртүрлі кәсіби пәндердің принциптері мен әдістерін біріктіретін сұранысқа ие мамандыққа айналуға [9,10].

Қазіргі уақытты бағдарлама маркетингтік стратегияларды жүзеге асыру кезінде, брендті жобалауда және компанияға қажет арналар үшін маркетингтік материалдарды жасауда қолданылады. Бұл келесідей әрекеттерге жол ашады:

- жарнама;
- сатуды ынталандыру;
- тікелей маркетинг;
- жеке сату;
- қаптама;

- демеушілік;
- сервистік қызмет көрсету.

Көптеген маркетингшілер мен экономистер сату стратегиясын жасау үшін Маслоудың қажеттілік пирамидасын белсенді қолданады. Мысалы, ол персоналды басқару жүйесінде қызметкерлерді ынталандыру тәсілдерін құруда, ұзақ мерзімді жоспарлауда әртүрлі тауарлар мен қызметтерге болашақ қажеттіліктер туралы болжам жасау үшін қолданылады (2-сурет) [11].

Маркетингте Маслоу пирамидасы нарықты талдау және аудиторияны иерархия бойынша сегменттеу үшін қолданылады. Бұл мақсатты аудиторияның қандай қажеттіліктері күшті екенін білуге көмектеседі. Содан кейін аудитория белгілі бір қажеттіліктің қанағаттануын қалай көретінін зерттеу керек. Осындай зерттеуден кейін әлеуетті клиенттердің не іздейтінін білуге, оларға дұрыс шешім ұсына алатындай бағдар беруге болады.



2-сурет – Маслоу пирамидасына мысал

Adobe Illustrator бағдарламасындағы векторлық графикалық редакторды цифрлық маркетинг саласында пайдаланудың басқа бағдарламалар секілді артықшылықтары мен кемшіліктері, пайдасы мен зияны бар екені анық. Бұны келесідей SWOT-анализ әдісінен көруге болады (1-кесте):

1-кесте – SWOT анализ

Артықшылықтар	Кемшіліктер
<p>– Кәсіби дизайн шешімі: Adobe Illustrator – жоғары сапалы графика мен кәсіби құралдарды ұсынатын жетекші векторлық графикалық редакторлардың бірі.</p> <p>– Материалды брендтеу және жобалау: Illustrator-ды пайдалану брендинг, логотиптер, баннерлер және басқа сандық маркетингтік материалдар үшін бірегей және шығармашылық элементтерді жасауға мүмкіндік береді.</p> <p>– Әр түрлі платформаларға арналған масштабтау: Illustrator-да жасалған графикалық элементтер оңай масштабталады, бұл олардың әртүрлі сандық платформаларға, соның ішінде веб-сайттарға, әлеуметтік желілерге және мобильді қосымшаларға бейімделуін қамтамасыз етеді.</p> <p>– Визуалды тартымды мазмұнды құру мүмкіндіктері: Illustrator маркетингтік материалдардың тиімділігін айтарлықтай жақсартатын шығармашылық және визуалды графикалық элементтерді жасауға арналған көптеген құралдарды ұсынады.</p>	<p>– Жаңадан бастаушылар үшін қиындық: Illustrator пайдалану уақыт пен тәжірибені қажет етеді, ал жаңадан бастаушыларға бағдарламаның барлық мүмкіндіктерін бірден меңгеру қиынға соғуы мүмкін.</p> <p>– Фотореалистік кескіндермен жұмыс істеудегі қиындықтар: фотореалистік кескіндермен және күрделі текстуралармен жұмыс істеу үшін Illustrator-дағы векторлық графикалық редактор растрлық редактормен салыстырғанда ыңғайлы болмауы мүмкін.</p>
Пайдасы	Қауіпі
<p>– Визуалды мазмұнды құрудағы тиімділік: Adobe Illustrator цифрлық маркетингтік нақандардың жалпы көрінісін жақсартатын жоғары сапалы визуалды элементтерді жылдам жасауға мүмкіндік береді.</p> <p>– Басқа Adobe өнімдерімен үйлесімділік: басқа Adobe бағдарламаларымен (мысалы, Photoshop және InDesign) үйлесімді және тиімді жұмыс процесін қамтамасыз етеді.</p>	<p>– Бәсекелестік және баламалар: басқа векторлық және растрлық редакторлармен, сондай-ақ графиканы құрудың балама құралдарын ұсынатын онлайн платформалармен бәсекелестік бар.</p> <p>– Жоғары лицензиялық шығындар: Adobe өнімдеріне арналған лицензиялар қымбат болуы мүмкін, әсіресе шағын бизнес пен бастаушы маркетингтер үшін.</p>

Жасалған анализге қарай отырып, ондағы кемшіліктер мен қауіптерді келесідей әдістермен шешуге болады:

Кемшіліктер. Жаңадан бастаушылар үшін қиындық: Adobe Illustrator пайдалану бойынша оқыту курстары мен воркшоптарды өткізу жаңадан бастаушылар үшін қиындықты айтарлықтай төмендетуі мүмкін. Интернеттегі ресурстарға, бейне оқулықтарға және құжаттамаға қол жетімділікті қамтамасыз ету пайдаланушыларға бағдарламаның негіздерін үйренуге көмектеседі.

Фотореалистік кескіндермен жұмыс істеудегі қиындықтар: фотореалистік кескіндермен жұмыс істеу үшін Adobe Photoshop сияқты растрлық редакторлармен интеграцияны ұсынуға болады. Бағдарламалар арасында бөлісуді жеңілдететін қолдау мен плагиндер осы шектеулерді жеңуге көмектеседі.

Қауіптер. Бәсекелестік және баламалар: Adobe Illustrator бағдарламасына үнемі жаңартып отыру және жаңа мүмкіндіктерді қосу оның бәсекеге қабілеттілігін арттыра алады. Пайдаланушылар қауымдастығына белсенді қатысу, кері байланысты тыңдау және жаңа технологияларды енгізу пайдаланушыларды ұстап тұруға көмектеседі.

Жоғары лицензиялық шығындар: икемді жазылым жоспарлары мен тегін сынақ нұсқаларын ұсыну жаңа пайдаланушыларды тарта алады. Бағдарламаның қол жетімді нұсқаларын әзірлеу немесе шағын бизнеске жеңілдіктер беру қаржылық кедергіні төмендетуі мүмкін.

Осындай кемшіліктері, қателіктері бола тұра бағдарлама өз кезегінде, басқа да танымал графикалық бағдарламалармен бір қатарда өз орнын алуда. Осы ретте Adobe Illustrator-ды басқа бағдарламалармен салыстыра кетсек:

Adobe Illustrator және CorelDRAW:

Adobe Illustrator: салалық стандарт және векторлық графикамен жұмыс істеуге арналған құралдар мен мүмкіндіктердің кең ауқымын ұсынады. Photoshop және InDesign сияқты басқа Adobe өнімдерімен интеграциясы бар.

CorelDRAW: Сондай-ақ векторлық графиканы жасауға арналған танымал бағдарлама. Оның жеке пайдаланушы базасы бар және растрлық кескінді өңдеуге арналған Corel PHOTO-PAINT сияқты балама құралдар мен функцияларды ұсынады.

Adobe Illustrator және Inkscape:

Adobe Illustrator: бай құралдары мен Creative Cloud макеттерін қолдауы бар коммерциялық бағдарламалық құрал. Басқа Adobe өнімдерімен жоғары өнімділік пен интеграцияны ұсынады.

Inkscape: тегін және ашық бастапқы коды векторлық графикаға арналған бағдарламалық құрал. Оның Illustrator-қа қарағанда мүмкіндіктері азырақ болса да, Inkscape жаңадан бастағандар мен тегін құралдарды ұнататындар арасында танымал.

Adobe Illustrator және Affinity Designer:

Adobe Illustrator: Бай функционалдығы және басқа Adobe өнімдерімен біріктіру мүмкіндігі бар меншікті бағдарламалық құрал. Жоғары өнімділікті және әртүрлі ресурстар мен оқу материалдарына қолжетімділікті қамтамасыз етеді.

Affinity Designer: Векторлық графика кеңістігіндегі салыстырмалы түрде жаңа ойыншы, бірақ өнімділігі мен қол жетімді бағасының арқасында тез танымал болды. Векторлық графиканы жасауға арналған көптеген құралдарды ұсынады және Illustrator-қа ұқсас интерфейсі бар.

Жалпы, Adobe Illustrator және басқа векторлық графикалық бағдарламалар арасындағы таңдау жеке пайдаланушының қажеттіліктеріне, олардың бюджетіне және құрал таңдауларына байланысты. Adobe Illustrator өзінің бай функционалдығы мен кәсіби қауымдастықтардың кең қолдауының арқасында осы саладағы көшбасшылардың бірі болып қала береді.

Қорытынды

Adobe Illustrator – бұл векторлық графикамен жұмыс істеуге ыңғайлы құрал. Редактор мазмұнды визуализациялау үшін барлық қажетті құралдарды ұсынады, ыңғайлы және қарапайым интерфейске ие, дайын жұмысты көптеген форматтарда сақтауға мүмкіндік береді. Бұл редакторды меңгергеннен кейін оны кез-келген кәсіби мазмұнды жасау үшін қиындықсыз пайдалануға болады.

Визуалды түрде маңызды болып табылатын цифрлық маркетинг дәуірінде Adobe Illustrator тамаша нәтижелерге қол жеткізудің маңызды құралы болып табылады. Бұл векторлық графикалық редактор маркетингтер мен дизайнерлерге креативті идеяларды толық көрсете алатын және олардың мақсатты аудиториясының назарын аударуға қуатты құралдар жиынтығын ұсынады.

Бұл редактор графикалық құрал ғана емес, сонымен қатар цифрлық маркетинг стратегиясының негізгі құрамдас бөлігі болып табылады. Бұл брендтерге аудиториямен эмоционалды түрде байланысуға қабілетті визуалды бейнелер жасау арқылы көптеген мазмұнмен ерекшеленуге көмектеседі. Adobe Illustrator – виртуалды маркетинг әлемінде керемет әсер қалдыратын сапалы және кәсіби дизайнды қамтамасыз ете отырып, табысты цифрлық белсенділікке ұмтылатындар үшін сенімді серіктес.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Евгения Тучкевич.** Adobe Illustrator CC 2020. Мастер-класс Евгении Тучкевич [текст] – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 320 с.

2 **David Karlins.** Adobe Illustrator CC For Dummies [Текст] – John Wiley&Sons, 2020. – 384 p.

3 **Dena Wilson, Rob Schwartz, Peter Lourekas.** LEARN Adobe Illustrator CC for Graphic Design and Illustration [текст] – Peachpit Press, 2016. – 303 p.

4 **Brian Wood.** Adobe Illustrator Classroom in a Book [текст] – Adobe Press, 2022. – 481 p.

5 **Егор Поляков.** Краткий курс обучения «Векторная графика для начинающих. Теория и практика технического дизайна» [Текст]. – М. : Эксмо, 2023. – 488 с.

6 **Clint Balsar.** Adobe Illustrator for Creative Professionals: Develop skills in vector graphic illustration and build a strong design portfolio with Illustrator 2022 [Текст] – Packt Publishing, 2022. – 294 p.

7 **Вон Гличка.** Векторная графика для дизайнеров [Текст] – М : ДМК Пресс, 2020. – 272 с.

8 Adobe Systems. Adobe Illustrator CS6. Официальный учебный курс [Текст] – М. : Эксмо, 2013. – 592 с.

9 **Gary David Bouton.** CorelDRAW® X5. Официальное руководство: Пер. с англ. [текст] – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 816 с.

10 **Егор Поляков.** Введение в векторную графику : учебное пособие [Текст] – СПб.: Лань, 2022. – 256 с.

11 **Гавриков А. В., Давыдов В. В., Федоров М. В.** Digital-маркетинг. Главная книга интернет-маркетолога [текст] – М. : Издательства АСТ, 2022. – 480 с.

REFERENCES

1 **Yevgeniya Tuchkevich.** Adobe Illustrator CC 2020. Master-class Yevgenii Tuchkevich [Adobe Illustrator CC 2020. Master class by Evgenia Tuchkevich] [text] – SPb.: BKHV-Peterburg, 2021. – 320 p.

2 **David Karlins.** Adobe Illustrator CC For Dummies [text] – John Wiley&Sons, 2020. – 384 p.

3 **Dena Wilson, Rob Schwartz, Peter Lourekas.** LEARN Adobe Illustrator CC for Graphic Design and Illustration [text] – Peachpit Press, 2016. – 303 p.

4 **Brian Wood.** Adobe Illustrator Classroom in a Book [text] – Adobe Press, 2022. – 481 p.

5 **Yegor Polyakov.** Kratkiy kurs obucheniya «Vektornaya grafika dlya nachinayushchikh. Teoriya i praktika tekhnicheskogo dizayna» [A short course of study «Vector graphics for beginners. Theory and practice of technical design»] [text] – Moskva : Eksmo, 2023. – 488 p.

6 **Clint Balsar.** Adobe Illustrator for Creative Professionals: Develop skills in vector graphic illustration and build a strong design portfolio with Illustrator 2022 [text] – Packt Publishing, 2022. – 294 p.

7 **Von Glichka.** Vektornaya grafika dlya dizaynerov [Vector graphics for designers] [text] – Moskva : DMK Press, 2020. – 272 p.

8 Adobe Systems. Adobe Illustrator CS6. Ofitsial'nyy uchebnyy kurs [Adobe Illustrator CS6. Official training course] [text] – M. : Eksmo, 2013. – 592 p.

9 **Gary David Bouton.** CorelDRAW® X5. Ofitsial'noye rukovodstvo: Per. s angl. [CorelDRAW® X5. Official Guide] [text] – SPb.: BKHV-Peterburg, 2012. – 816 p.

10 **Yegor Polyakov.** Vvedeniye v vektornuyu grafiku : uchebnoye posobiye [Introduction to vector graphics : a tutorial] [text] – SPb.: Lan', 2022. – 256 p.

11 **Gavrikov A. V., Davydov V. V., Fedorov M. V.** Digital-marketing. Glavnaya kniga internet-marketologa [Digital marketing. The main book of an internet marketer] [text] – Moskva : Izdatel'stva AST, 2022. – 480 p.

13.12.23 ж. баспаға түсті.

15.12.23 ж. түзетулерімен түсті.

09.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***A. E. Rymgaliyev¹, A. T. Abenova²**

^{1,2}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 13.12.23.

Поступило с исправлениями 15.12.23.

Принято в печать 09.06.2024.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕДАКТОРА ВЕКТОРНОЙ ГРАФИКИ ADOBE ILLUSTRATOR В ЦИФРОВОМ МАРКЕТИНГЕ

В мире графического дизайна Adobe Illustrator находится на переднем крае, предоставляя безграничные возможности для творчества благодаря векторной графике. Используя эту концепцию, Adobe Illustrator позволяет войти в мир безграничных возможностей, которые открываются при работе с векторами. Открывая основы и передовые методы, читатель погрузится в уникальные аспекты создания профессиональных иллюстраций, логотипов, интерфейсов и многого другого. От тонких деталей

работы с векторами до создания выразительных и сложных композиций — каждая концепция серии призвана раскрыть весь потенциал векторной графики в Adobe Illustrator.

В этой статье рассказывается о широком спектре функций векторной графики в Adobe Illustrator, давая читателям подробный обзор инструментов и функций программы. В частности, рассматриваются темы создания и редактирования векторных объектов, работы с цветами, шрифтами и текстом. Кроме того, подробно анализируются методы трансформации и масштабирования, а также использование эффектов для достижения уникальных визуальных результатов. Также в статье показана основная среда использования векторной графики, показаны ее значимость в различных областях дизайна и искусства. Один из них — цифровой маркетинг. В статье определено, на каких этапах Adobe Illustrator помогает в реализации маркетинговой стратегии. Представлены варианты использования редактора при работе в сфере цифрового маркетинга.

Ключевые слова: векторная графика, Adobe Illustrator, цифровой маркетинг, логотип, редактор.

***A. Y. Rymgaliyev¹, A. T. Abenova²**

^{1,2}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 13.12.23.

Received in revised form 15.12.23.

Accepted for publication 09.06.24.

USING ADOBE ILLUSTRATOR VECTOR GRAPHICS EDITOR IN DIGITAL MARKETING

In the world of graphic design, Adobe Illustrator is at the forefront, providing unlimited possibilities for creativity thanks to vector graphics. Using this concept, Adobe Illustrator allows you to enter the world of limitless possibilities that open up when working with vectors. Discovering the basics and advanced methods, the reader will dive into the unique aspects of creating professional illustrations, logos, interfaces and much more. From the subtle details of working with vectors to the creation of expressive and complex compositions — each concept series is designed to reveal the full potential of vector graphics in Adobe Illustrator.

This article describes the wide range of functions of vector graphics in Adobe Illustrator, giving readers a detailed overview of the tools and

functions of the program. In particular, the topics of creation and editing of vector objects, work with colors, fonts and text are considered. In addition, methods of transformation and scaling, as well as the use of effects to achieve unique visual results, are analyzed in detail. The article also shows the main environment for using vector graphics, showing its importance in various fields of design and art. One of them is digital marketing. In the article, it was determined at which stages Adobe Illustrator helps in the implementation of the marketing strategy. Options for using the editor when working in the field of digital marketing are presented.

Keywords: vector graphics, Adobe Illustrator, digital marketing, logo, editor.

МРНТИ 50.41.29

<https://doi.org/10.48081/LKTD6416>

***С. Н. Талипов**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2408-1543>

*e-mail: talipovsn@gmail.com

РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ВИЗУАЛЬНЫХ ПРОГРАММ НА wxWIDGETS В СРЕДЕ LINUX С ПОДДЕРЖКОЙ КРОСС-КОМПИЛЯЦИИ

В настоящее время все больше разработчиков программного обеспечения (ПО) переходят на открытые системы на базе Linux. Наиболее востребованным языком разработки ПО для персональных компьютеров остаётся универсальный язык C++ за счёт нативности, компактности и скорости создаваемого машинного кода программы. Целью исследования в данной статье является изучение интегрированных сред разработки (IDE) в Linux для создания визуальных кроссплатформенных прикладных программ на языке C++, а также выбор среди них наилучших по удобству использования, поддержке кросс-компиляции и набору функциональных возможностей. Кросс-компиляция даёт разработчикам на Linux возможность собирать программы для Linux и Windows, исключая потребность в использовании других устройств или виртуальных машин. Это не только экономит время и ресурсы, но и решает проблему, когда подобных возможностей просто нет. Результаты исследования показали, что для разработки кроссплатформенных визуальных программ на wxWidgets в среде Linux с поддержкой кросс-компиляции для Windows лучше использовать IDE DialogBlocks и конструктор форм wxFormBuilder в связке с IDE NetBeans. CodeBlocks с wxSmith и CodeLite с wxCrafter требуют ручной корректировки кода для правильного отображения символов Unicode, поэтому менее удобны для создания кроссплатформенных программ с кросс-компиляцией.

Ключевые слова: wxWidgets, C++, Linux, Windows, кросскомпиляция, кроссплатформенность.

Введение

В настоящее время все больше разработчиков программного обеспечения (ПО) переходят на открытые системы на базе Linux. Это связано не только с информационной безопасностью, но и с широкими возможностями создания на единой платформе программ под разные операционные системы (Linux, Windows и др.) [1]. Оригинальный исходный код, скомпилированный и скомпонованный с библиотеками wxWidgets для каждой операционной системы, создает нативные программы, не изменяя ни одной строки кода.

Наиболее востребованным языком разработки ПО для персональных компьютеров остаётся универсальный язык C++ за счёт нативности, компактности и скорости создаваемого машинного кода программы. Только на этом языке можно создать наиболее эффективные и безопасные программы, т. к. программист имеет полный контроль и понимание всех действий создаваемой программы [2].

Одна из проблем создания универсальных кроссплатформенных программ на языке C++ для разных операционных систем - это фреймворки (библиотеки) для создания визуального интерфейса программ. В настоящее время только фреймворк wxWidgets является полностью бесплатным, с открытым исходным кодом, и он подходит для любого применения, включая коммерческие и специальные разработки [3; 4; 5].

Программы с использованием wxWidgets применяются также для работы графического программного обеспечения для крупных энергосистем [6], для анализа проблем загрязнения атмосферного воздуха в промышленных городах [7]. Это подчеркивает важность и актуальность использования данного фреймворка для разработки ПО.

Целью исследования в данной статье является изучение интегрированных сред разработки (IDE) в Linux для создания визуальных кроссплатформенных прикладных программ на языке C++, а также выбор среди них наилучших по удобству использования, поддержке кросс-компиляции и набору функциональных возможностей.

Кросс-компиляция дает разработчикам на Linux возможность собирать программы для Linux и Windows, исключая потребность в использовании других устройств или виртуальных машин. Это не только экономит время и ресурсы, но и решает проблему, когда подобных возможностей нет.

Обзор литературы показал, что исследований по теме кросс-компиляции практически нет, поэтому было принято решение восполнить этот пробел путем проведения исследования и написания данной статьи [1; 3].

Материалы и методы

Для разработки в Linux программ с поддержкой графических интерфейсов wxWidgets есть следующие популярные IDE: CodeBlocks [8], CodeLite, DialogBlocks и NetBeans с конструктором wxFormBuilder [9]. Рассмотрим их все в данном исследовании. В качестве Linux-платформы будем использовать дистрибутив Debian с компилятором GCC и кросс-компилятором MinGW-w64 для создания программ для операционной системы Windows. Для тестирования кросс-компиляции (т. е. версии программы для Windows) будем использовать подсистему Wine в Debian.

Перед началом было необходимо установить все рассматриваемые IDE, подготовить компилятор и кросс-компилятор для создания монолитных 64-битных приложений с поддержкой Unicode-символов. Монолитность позволяет иметь единый запускаемый файл без использования сторонних библиотек, а поддержка Unicode нужна для корректной работы со всеми языками и символами.

На рисунках 1-4 приведены скрипты сборок для данного исследования.

```
#!/bin/sh
sudo apt update -y
sudo apt upgrade -y

sudo apt install build-essential libgtk-3-dev gdb wget -y

rm -Rf wxWidgets-3.2.6

wget https://github.com/wxWidgets/wxWidgets/releases/download/v3.2.6/wxWidgets-3.2.6.tar.bz2
tar xf wxWidgets-3.2.6.tar.bz2

cd wxWidgets-3.2.6

mkdir buildgtk
cd buildgtk
./configure --with-gtk --disable-shared --enable-monolithic --enable-unicode
make -j$(nproc --all)
sudo make install
sudo ldconfig
cd ..
cd ..

rm wxWidgets-3.2.6.tar.bz2
```

Рисунок 1 – Скрипт сборки библиотек wxWidgets для компиляции программ для Linux

```
wx-config --cxx --cxxflags` -o main *.cpp `wx-config --libs`
```

Рисунок 2 – Скрипт сборки библиотек wxWidgets для кросс-компиляции программ для Windows

```
x86_64-w64-mingw32-g++ *.cpp $(/usr/x86_64-w64-mingw32/bin/wx-config --cxxflags --libs --unicode) -o main.exe -static
```

Рисунок 3 – Скрипт сборки программ для компиляции программ для Linux

```
sudo apt install mingw-w64 -y  
mkdir buildingw  
cd buildingw  
./configure --prefix=/usr/x86_64-w64-mingw32/ --host=x86_64-w64-mingw32 --build=x86_64-linux --disable-shared --with-msw CFLAGS=-I/usr/x86_64-w64-mingw32/include / --enable-unicode  
make -j$(nproc --all)  
sudo make install  
sudo ldconfig
```

Рисунок 4 – Скрипт сборки программ для кросс-компиляции программ для Windows

Результаты и обсуждение

Первой была исследована IDE CodeBlocks со встроенным редактором GUI wxSmith (рисунок 5) на простейшем примере решения квадратного уравнения.

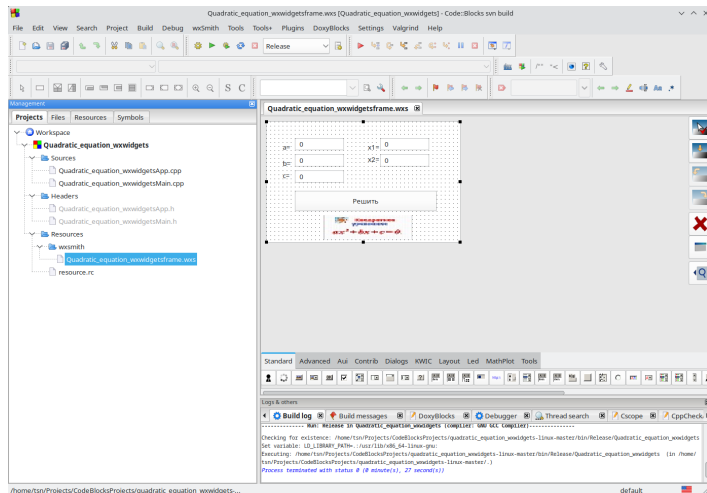


Рисунок 5 – IDE CodeBlocks со встроенным редактором GUI wxSmith

Данная среда разработки показала свою работоспособность в создании программы как для Linux, так и успешную кросс-компиляцию для сборки под Windows. Для этого было необходимо перенастраивать

пять параметров сборки проекта: дополнительный параметр компилятора, дополнительный параметр компоновщика, компилятор C++, компоновщик для динамических библиотек и компоновщик для статических библиотек. Но оказалось, что по умолчанию конструктор wxSmith не создает правильного интернационального кода для поддержки символов Unicode, что требует ручной корректировки и это неудобно и неправильно. Без корректировки любые буквы, кроме английских букв, будут отображаться неправильно.

Далее была исследована IDE CodeLite со встроенным редактором GUI wxCrafter (рисунок 6) на простейшем примере деления двух чисел.

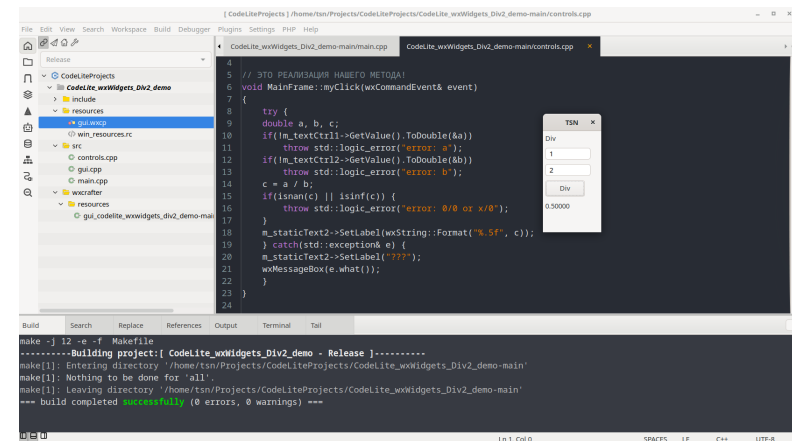


Рисунок 6 – IDE CodeLite со встроенным редактором GUI wxCrafter

Данная среда разработки показала свою работоспособность в создании программы как для Linux, так и успешную кросс-компиляцию для сборки под Windows. Для этого было необходимо перенастраивать пять параметров сборки проекта: параметры компилятора C++, параметры компоновщика, параметры компилятора ресурсов, C++ компилятор и компоновщик. Но также оказалось, что по умолчанию конструктор wxCrafter не создает правильного интернационального кода для поддержки символов Unicode, что требует ручной корректировки и это неудобно и тоже неправильно.

Далее исследовалась коммерческая IDE DialogBlocks (в настоящее время она бесплатна для некоммерческого использования) со встроенным редактором GUI (рисунок 7), также на простейшем примере деления двух чисел.

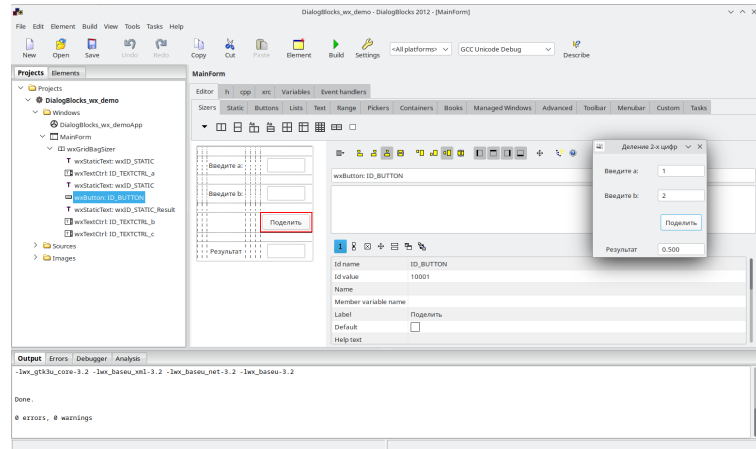


Рисунок 7 – IDE DialogBlocks со встроенным редактором GUI

Данная среда разработки показала свою работоспособность в создании программы как для Linux, так и успешную кросс-компиляцию для сборки под Windows. Для этого было необходимо перенастраивать пять параметров сборки проекта: путь к файлу компилятора, исполняемый файл компилятора C++, исполняемый файл компоновщика, дополнительные флаги компиляции и флаг для библиотек сборки. Данная среда разработки отлично показала себя в плане поддержки символов Unicode, а также переносимостью файлов проекта для других операционных систем. Также стоит отметить расширенные профессиональные возможности у встроенного в IDE конструктора GUI.

Последним исследовались возможности конструктора wxWidgets-форм wxFormBuilder на простейшем примере деления двух чисел (рисунок 8). Так как данный конструктор не имеет своей встроенной IDE, то для него была выбрана IDE NetBeans, как одна из удобных и кроссплатформенных средств разработки на C++ (рисунок 9).

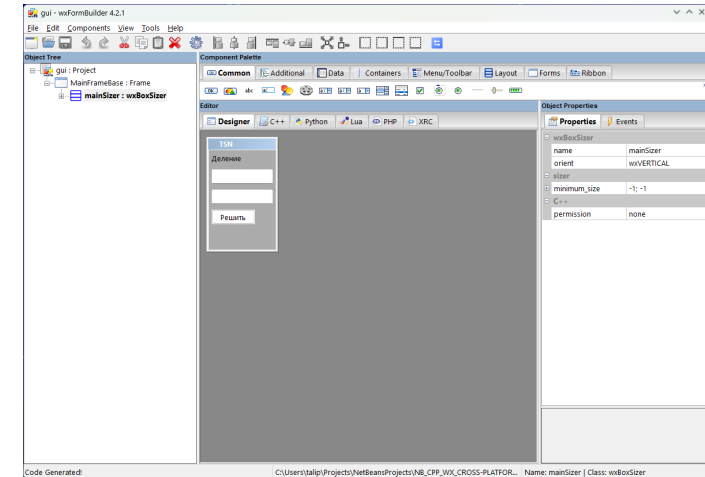


Рисунок 8 – Создатель wxWidgets-форм wxFormBuilder

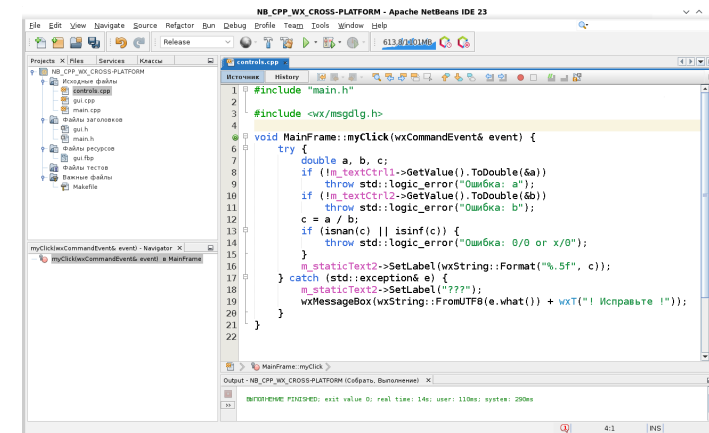


Рисунок 9 – IDE NetBeans

Данный конструктор wxFormBuilder совместно со средой разработки NetBeans показали свою работоспособность в создании программы как для Linux, так и успешную кросс-компиляцию для сборки под Windows. Для этого было необходимо перенастраивать пять параметров сборки проекта: инструмент компилятора C++, дополнительные параметры компилятора C++, исполняемый файл компоновщика, дополнительные параметры компоновщика и выключить путь к изменению пути к инструментарию.

Данный конструктор wxFormBuilder, совместно с IDE NetBeans, отлично показали себя в плане поддержки символов Unicode и расширенные возможности конструктора GUI.

Выводы

Результаты исследования показали, что для разработки кроссплатформенных визуальных программ на wxWidgets в среде Linux с поддержкой кросс-компиляции для Windows рекомендуется использовать IDE DialogBlocks и конструктор форм wxFormBuilder в связке с IDE NetBeans. CodeBlocks с wxSmith и CodeLite с wxCrafter требуют ручной корректировки для правильного отображения символов Unicode, поэтому менее удобны для создания кроссплатформенных программ с кросс-компиляцией.

Результаты исследования также были перепроверены на реальной операционной системе Windows 11.

Исходный код тестовых примеров, использованных в данном исследовании, а также все необходимые скрипты и настройки для компилятора, кросс-компилятора и IDE выложены в свободный доступ по MIT-лицензии [10].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Manteigas, V., Martins, L., Cruz, J., Fonseca, M., Jesus, A. P.** ERYA-Bulk and ERYA-Profiling : An application for quantitative PIGE analysis // Computer Physics Communications. – 2022. – Vol. 275. – P. 108307

2 **Талипов, С. Н.** Выбор инструментальных средств и фреймворка для создания десктопных кроссплатформенных программ // Вестник ТоУ. Серия: Физ.-мат. и комп. наук. – 2023. – Выпуск : 4.– С. 62–73.

3 **Новоселов, В. Г., Дуденин, Д. В., Исаченко, Л. С.** Программный комплекс для создания и обновления компонентов базового комплекта высокоточной геопространственной информации для стационарной программно-аппаратной платформы (ПК СИО-С). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024610221 Российской Федерации. № 2023680100. Заявл. 02.10.2023; опубл. 09.01.2024. Заявитель: Российская Федерация, от имени которой выступает Министерство обороны Российской Федерации.

4 **Nakhaee, M.** Tight-Binding Studio: A technical software package to find the parameters of tight-binding Hamiltonian // Computer Physics Communications. – 2020. – Vol. 254. – P. 107379

5 **Bližňák, M., Dulík, T., Vašek, V.** A persistent cross-platform class objects container for C++ and wxWidgets // WSEAS Transactions on Computers. – 2009.

6 **Wang, K. W.** The Research of wxWidgets Applied to Power System Graphics Software Development // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 416. – P. 1224–1227.

7 **Рыбников, П. А.** Математические модели распространения примесей в атмосфере // Теория и практика мировой науки. – 2021. – № 11. – С. 57-66.

8 **Овсяк, О. В.** Software tools for calculating the main parameters of the drying process of anisotropic materials // Науковий вісник НЛТУ України. – 2023. – Vol. 33, No. 6. – P. 55-61.

9 **Holčík, M.** Podpora moderních GUI prvků knihovny wxWidgets 3.0 v aplikaci wxFormBuilder. – 2014. [Электронный ресурс]. <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/30269>.

10 **WXWIDGETS_CROSS-PROJECTS_LINUX-DEMO** [Электронный ресурс]. – https://github.com/proffix4/WXWIDGETS_CROSS-PROJECTS_LINUX-DEMO (дата обращения: 13.11.2024).

REFERENCES

1 **Manteigas, V., Martins, L., Cruz, J., Fonseca, M., Jesus, A. P.** ERYA-Bulk and ERYA-Profiling: An application for quantitative PIGE analysis // Computer Physics Communications. – 2022. – Vol. 275. – P. 108307.

2 **Talipov, S. N.** Vy`bor instrumental`ny`x sredstv i frejmvorka dlya sozdaniya desktopny`x krossplatformenny`x program [The choice of tools and a framework for creating desktop cross-platform programs] // Bulletin of Toraihyrov University. Physics, Mathematics & Computer Science series. – 2023. – № 4, 2023. – P. 62–73.

3 **Novoselov, V. G., Dudenin, D. V., Isachenko, L. S.** Programmny`j kompleks dlya sozdaniya i obnovleniya komponentov bazovogo kompleksa vy`sokotochnoj geoprostranstvennoj informacii dlya stacionarnoj programmno-apparatnoj platformy` (PK SIO-S)) [A software package for creating and updating components of a basic set of high-precision geospatial information for a stationary hardware and software platform (PC SIO-C)]. Svidetel`stvo o gosudarstvennoj registracii programmy` dlya E`VM № 2024610221 Rossijskoj Federacii. № 2023680100. Zayavl. 02.10.2023; opubl. 09.01.2024. Zayavitel` : Rossijskaya Federaciya, ot imeni kotoroj vy`stupayet Ministerstvo oborony` Rossijskoj Federacii.

4 **Nakhaee, M.** Tight-Binding Studio: A technical software package to find the parameters of tight-binding Hamiltonian // Computer Physics Communications. – 2020. – Vol. 254. – P. 107379.

5 **Bližňák, M., Dulík, T., Vašek, V.** A persistent cross-platform class objects container for C++ and wxWidgets // WSEAS Transactions on Computers. – 2009.

6 **Wang, K. W.** The Research of wxWidgets Applied to Power System Graphics Software Development // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 416. – P. 1224–1227.

7 **Rybnikov, P. A.** Matematicheskie modeli rasprostraneniya primesej v atmosfere [Mathematical models of the propagation of impurities in the atmosphere] // Teoriya i praktika mirovoy nauki. – 2021. – № 11. – P. 57–66.

8 **Ovsyak, O. V.** Software tools for calculating the main parameters of the drying process of anisotropic materials // Naukovij visnik NLTU Ukraini. – 2023. – Vol. 33, № 6. – P. 55–61.

9 **Holčík, M.** Podpora moderních GUI prvků knihovny wxWidgets 3.0 v aplikaci wxFormBuilder. – 2014. – [Electronic resource]. – <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/30269>.

10 **WXWIDGETS_CROSS-PROJECTS_LINUX-DEMO.** – [Electronic resource]. – https://github.com/proffix4/WXWIDGETS_CROSS-PROJECTS_LINUX-DEMO (accessed: 13.11.2024).

Поступило в редакцию 14.11.24.

Поступило с исправлениями 25.11.24.

Принято в печать 20.12.24.

***С. Н. Талипов**

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
14.11.24 ж. баспаға түсті.
25.11.24 ж. түзетулерімен түсті.
20.12.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

ПЛАТФОРМАЛЫҚ ВИЗУАЛДЫ БАҒДАРЛАМАЛАРДЫ ӘЗІРЛЕУ WXWIDGETS-ТЕ КРОСС-КОМПИЛЯЦИЯНЫ ҚОЛДАЙТЫН LINUX ОРТАСЫНДА

Қазіргі уақытта көптеген бағдарламалық жасақтама жасаушылар (бағдарламалық жасақтама) Linux негізіндегі ашық жүйелерге көшуде. Дербес компьютерлерге арналған бағдарламалық жасақтаманы әзірлеудің ең сұранысқа ие тілі-бұл бағдарламаның машиналық кодының жергілікті ,актам және жылдамдығына байланысты әмбебап с язык тілі. Осы мақаладағы Зерттеудің мақсаты-С языке тілінде визуалды кросс-платформалық қолданбалы бағдарламаларды құру үшін Linux-те интеграцияланған даму орталарын (IDE) зерттеу, сонымен қатар олардың арасында ыңғайлылық, кросс-компиляцияны қолдау және функционалдық мүмкіндіктер жиынтығы бойынша ең жақсысын таңдау. Кросс-

компиляция Linux әзірлеушілеріне Басқа құрылғыларды немесе виртуалды машиналарды пайдалану қажеттілігін қоспағанда, Linux және Windows үшін бағдарламаларды жинауға мүмкіндік береді. Бұл уақыт пен ресурстарды үнемдеп қана қоймайды, сонымен қатар мұндай мүмкіндіктер болмаған кезде мәселені шешеді. Зерттеу нәтижелері Windows үшін кросс-компиляцияны қолдайтын Linux ортасында wxWidgets-те кросс-платформалық визуалды бағдарламаларды әзірлеу үшін IDE DialogBlocks және wxformbuilder форма құрастырушысын IDE NetBeans-пен байланыстырған дұрыс екенін көрсетті. WxSmith бар CodeBlocks және wxCrafter бар CodeLite Unicode таңбаларын дұрыс көрсету үшін кодты қолмен түзетуді қажет етеді, сондықтан кросс-компиляцияланған кросс-платформалық бағдарламаларды жасау ыңғайлы емес.

Кілтті сөздер: wxWidgets, C++, Linux, Windows, кросс-компиляция, кросс-платформа.

***S. N. Talipov**

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 14.11.24.

Received in revised form 25.11.24.

Accepted for publication 20.12.24.

DEVELOPMENT OF CROSS-PLATFORM VISUAL PROGRAMS ON WXWIDGETS IN A LINUX ENVIRONMENT WITH CROSS-COMPILATION SUPPORT

Currently, more and more software developers are switching to open systems based on Linux. The most popular language for developing software for personal computers remains the universal C++ language due to the nativity, compactness and speed of the created machine code of the program. The purpose of the research in this article is to study integrated development environments (IDEs) in Linux for creating visual cross-platform applications in C++, as well as choosing the best ones among them in terms of usability, cross-compilation support and a set of functionality. Cross-compilation gives Linux developers the ability to build programs for Linux and Windows, eliminating the need to use other devices or virtual machines. This not only saves time and resources, but also solves the problem when such opportunities simply do not exist. The results of the study showed that to develop cross-platform visual programs on wxWidgets in a Linux environment with cross-compilation support for

Windows, it is better to use IDE DialogBlocks and the wxFormBuilder form builder in conjunction with the NetBeans IDE. CodeBlocks with wxSmith and CodeLite with wxCrafter require manual code adjustments to display Unicode characters correctly, so they are less convenient for creating cross-platform programs with cross-compilation.

Keywords: wxWidgets, C++, Linux, Windows, cross-compilation, cross-platform.

FTAMP 20.17.17

<https://doi.org/10.48081/BYQM9418>

***А. Р. Умарова¹, Ж. С. Алимова², А. Б. Исимбаева³**

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0857-8380>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6115-5941>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7221-6253>

*e-mail: the_uncharted_universe@mail.ru

ЭЛЕКТРОНДЫ БАСЫЛЫМДАРДЫҢ ӨЗЕКТІ АСПЕКТІЛЕРІ

Мақалада қазақ тіліндегі әдеби шығармаларды дамыту үшін электронды басылымдардың өзекті аспектілері ақпараттық технологиялардың қазіргі тенденциялары тұрғысынан қарастырылады. Әдеби шығармалардың мәдениеттің және білімнің маңызды аспектісі болып қала беретіні, ойлаудың әртүрлілігіне, рухани әлемді байытуға және адам табиғатын терең түсінуге ықпал ететіні көрсетілген. Осыған орай жылдам технологиялық прогресс жағдайында электрондық басылымдардың даму перспективалары талқыланады. Бұл зерттеу қазіргі ақпараттық қоғамында білімді сақтау, оған қол жеткізу және оны таратудың маңызды құралы ретінде электронды басылымдарға терең көзқарас ұсынады.

Деректер қауіпсіздігі, технологиялық өзгерістер сияқты электрондық басылымдарда кездесетін мәселелер талданып, электрондық басылымдардың тез өзгеретін цифрлық кеңістікке бейімделу мәселесін қалай шешеді деген сұрақ қарастырылады. Сонымен қатар, әдеби шығармалардың үлкен көлеміне лезде қол жеткізу, электрондық ресурстарды қайта пайдалану мүмкіндіктері сияқты артықшылықтарға талдау жасалынады. Білім беру мүмкіндіктерін жақсартуға және оқырмандардың мәтіндермен өзара әрекеттесуінің жаңа формаларына ерекше назар аударылады. Мақалада электронды басылымдар әдеби мұраны сақтау және дамытуда маңызды рөл атқаратыны, оның кең таралуына ықпал етуі және оқырмандар мен авторлардың жаңа буынын шабыттандыратыны жайлы бірқатар тақырыптар қозғалады.

Кілтті сөздер: электронды басылым, әдеби мұра, деректер қауіпсіздігі, деректерді хештеу, оқырмандар белсенділігі, авторлар белсенділігі.

Кіріспе

Цифрлық технологиялар адамның күнделікті өмірінің барлық аспектілеріне енетін қазіргі ақпараттық қоғамда, әдеби шығармашылықтың цифрлық революцияға ұшырайтыны айдан анық. Осы орайда әдеби шығармалар үшін электронды басылымдар заманауи ғасырда әдебиетті насихаттаудың негізгі құралына айналғандықтан, оларды құрудың маңыздылығы көкейкесті мәселелердің бірі болады.

Электрондық кітаптар мен әдеби қосымшалар сияқты электронды басылымдар аудиторияны кеңейту жолындағы теңдесі жоқ мүмкіндіктер ұсынады [1]. Мәселен, әртүрлі қағаз басылымдарынан айырмашылығы – электрондық шығармаларға ғаламтор арқасында кез-келген уақытта және кез-келген жерде қол жеткізу мүмкіндігі. Бұл жаңа оқырман қауымды тартып қана қоймай, оның үстіне әдеби шығармалардың әлемдік қолжетімділігіне ықпал ететіні күмән тудырмайды.

Электрондық басылымдарға енгізілген технологиялар оқырмандарға шығарманың сюжетіне қатысуға, кейіпкерлер үшін таңдау жасау немесе тіпті альтернативті соңын жазу мүмкіндігін тарту етеді [2]. Бұл, әрине, белсенділіктің жаңа деңгейін тудырады, шығармаға деген қызығушылықты көрсетеді.

Сондай-ақ, электронды басылымдар авторлар үшін әдеби шығармаларды ұсынудың формалары мен стильдерімен тәжірибе жасау нұсқасын іске асырады. Мысалы, визуалды және дыбыстық элементтердің, анимациялардың мүмкіншіліктері авторларға өздерінің шығармашылық даралығын білдіруге жағдай жасайды [3].

Дәл солай электронды басылымдар кең қол жетімділікті, интерактивтілікті және шығармашылық еркіндікті қамтамасыз ете отырып, қазіргі әлемде әдеби шығармаларды дамытудың ажырамас құралына айналып жатқаны сыр емес [4].

Материалдар мен әдістері

Электрондық басылымдардың білім және оқу белсенділігіне әсері жайлы зерттеулерді жүргізу барысында дәстүрлі басылымдар мен электронды басылымдарды салыстырған жағдайда, оларды пайдалану кезінде оқырмандардың мінез-құлқын анықтайтын сараптама жүргізілді, ол электронды басылымның қолданғандағы маңыздылығын ашады.

Электрондық кітаптарды пайдалану статистикасы арқылы электрондық кітаптар және оларды оқуға арналған платформалардың танымалдылығының

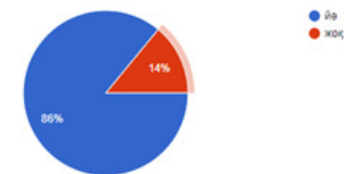
артуы туралы деректер, дәстүрлі және электронды кітаптарды сатуды салыстырмалы талдау туралы мәліметтер, өз шығармаларын электронды форматта жариялаған авторлардың шығарманы дәстүрлі жолмен жариялаған жазушылармен сұхбаты электрондық басылымдардағы жұмыстарын таратуға және қабылдауға әсері туралы пікірлері электрондық басылымның жағымды жақтарын түсінуге көмектесті.

Электрондық басылымдардың дамуына ықпал ететін жаңа технологияларға шолу және әдеби тәжірибені байыту үшін виртуалды шындық немесе интерактивті элементтер сияқты технологияларды қолдану мысалдары басылым индустриясындағы технологиялық инновацияларды ашты.

Электрондық форматтағы әдеби шығармаларды талдаудың арқасында әдеби шығармалардың электрондық форматқа сәтті көшуінің нақты жағдайларын зерттеуі мен жаңа форматтарға бейімделу үшін шығармалардың құрылымы мен мазмұнындағы өзгерістерді бағалауға болады.

«Жеке шығармашылықты дамытуға арналған электронды басылымды әзірлеу үшін ұсыныстар» атты сауалнамасы дәстүрлі әдеби шығармаларды оқыған кездегі пайда болатын кедергілерді анықтау арқылы электронды басылымның маңызын мен өзектілігін ашуға бағытталды. Сауалнамаға 60 адамдай қатысып, өз пікірлерін білдірді. Бұл сауалнаманың нәтижесі қатысқан респонденттердің 86 %-ы кезекте тұру, қалаған кітабының болмауы, бағасының қымбат болуы, үйден алыс орналасуы сияқты кедергілерге кездесетінін көрсетті (1-сурет).

Кітапханаларда кездесетін кедергілерге тап болдыңыз ба?(кезектер, қалаған кітаптың жоқ болуы, қымбат бағалар, үйден алыс жерде орналасуы)
50 отбеее



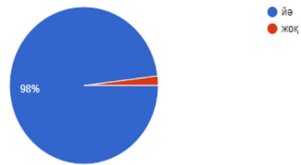
1-сурет – «Жеке шығармашылықты дамытуға арналған электронды басылымды әзірлеу үшін ұсыныстар» атты сауалнамадағы кедергілерді анықтайтын сұрақтың нәтижесі

Дәстүрлі әдеби шығармаларды оқу және электронды басылымдарға қатысты оқырмандар қалауын анықтау үшін респонденттер арасында

сауалнама жүргізілді (2-сурет). Сауалнамаға қатысқан адамдардың көп бөлігі электронды басылым бірнеше мүмкіндіктерді, яғни ұзақ кезектері болмайтын, үйден шықпай қазақ тіліндегі туындыға қол жеткізу, сондай-ақ автор ретінде тіркеліп, кез келген әдеби шығарманы тегін түрде жариялауды қамтамасыз еткенін мақұлдайды.

Ұзақ кезектері болмайтын, үйден шықпай қалаған туындыны қазақ тілінде тегін оқу мүмкіндігін беретін платформа Сіз үшін ыңғайлылықты тарту ете ме?

51 ответ



Электронды басылым платформасы тек оқырман ғана емес, сондай-ақ автор ретінде тіркелуді қамтамасыз етсе, ыңғайлы ма?

50 ответов

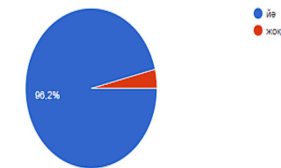


2-сурет – «Жеке шығармашылықты дамытуға арналған электронды басылымды әзірлеу үшін ұсыныстар» атты сауалнама сұрақтарының бірі

Электрондық басылымдар ұсынатын деректердің қорғалуы туралы оқырмандардың пікірін зерттеу 3-суретте сипатталған. Бұл сұрақтар респонденттер үшін электронды басылымдағы деректердің қорғалғаны маңызды екенін көрсетеді.

Деректердің қорғалуы Сіз үшін маңызды ма?

52 ответа



Платформа ішіндегі Сіздің жеке деректеріңіздің қауіпсіздікті қамтамасыз ететін әдіспен қорғалғанын қалайсыз ба?

52 ответа



3-сурет – «Жеке шығармашылықты дамытуға арналған электронды басылымды әзірлеу үшін ұсыныстар» атты сауалнамадағы деректердің қауіпсіздігінің маңыздылығы

Нәтижелер және талқылау

Негізінде электрондық басылымдар дәстүрлі форматтардың шекараларын қайта құрумен бірге авторлар мен оқырмандар үшін бірегей мүмкіндіктер беру арқылы әдеби ортаны дамытуда шешуші рөл атқаратыны ешкімге күпия емес [5]. Ғаламдық қолжетімділік, лезде тарату, интерактивтілік және экономикалық тиімділік сынды факторлар электрондық басылымдарды әдебиетті демократияландырудың және оқырман тәжірибесін байытудың негізгі құралына айналдырады, оған төмендегі жолдар дәлел бола алады:

Қол жетімділік және тарату.

Ғаламдық қол жетімділік: электрондық басылымдар әлемнің кез келген жерінде интернет арқылы оңай қол жетімді, бұл, әрине, алыс аймақтардағы оқырмандарға әдеби шығармалармен танысуға тамаша мүмкіндік береді.

Лезде тарату: электрондық әдеби шығармалар жарияланғаннан кейін бірден таралады, бұл жеткізу процестерінің қажеттілігін жояды.

Интерактивтілік.

Оқырмандардың кері байланысы: оқырмандар өз комментарийлерін қалдыра алады, тіпті әдеби қоғамдастық құра отырып, авторлармен қарым-қатынас жасай алады [6].

Мазмұнды байыту мүмкіндіктері: электрондық басылымдарда мультимедиялық элементтер, қосымша материалдар болуы мүмкін, бұл шығарманы қабылдауды байытатыны сөзсіз.

Экономикалық тиімділік.

Шығындарды азайту: әдеби шығармаларды жариялауға кететін шығындарды талап етпейді.

Өз бетінше жариялау: авторлар өз туындыларын өз бетінше шығара алады [7].

Деректердің қорғалуы.

Электрондық басылымдағы деректердің қауіпсіздігі ақпараттың үлкен көлемі ғаламтор арқылы сақталынып берілгендіктен қазіргі цифрлық дәуірде шешуші рөл атқаратыны ешкімде дау келтірмейді.

Деректер қауіпсіздігі әртүрлі секторлардың тұрақтылығын, сенімін және тиімділігін анықтайтын қазіргі ақпараттық қоғамдағы маңызды аспект болып табылады. Деректерді қорғау адам қызметінің әртүрлі салаларын қамтитын қажеттілікке айналады. Деректер қауіпсіздігінің маңыздылығы ақпараттың құпиялылығын, тұтастығын және қолжетімділігін қамтамасыз етуде көрінеді. Деректердің құпиялылығы жеке мәліметтерді қорғау үшін негіз болып табылатыны рас. Бұл орайда деректерді хэштеу қолдану тиімді. Электрондық басылымдағы деректерді хэштеу цифрлық мазмұнның тұтастығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл тұрғыда хэштеуді әртүрлі мақсаттарда қолдануға болады:

Цифрлық қолтаңбалар: хэштер электрондық құжаттардың аутентификациясы мен тұтастығын қамтамасыз ететін цифрлық қолтаңбаларды жасау үшін қолданылады. Бұл әсіресе электронды шығармалардың түпнұсқалығын растау қажет баспа саласында өте маңызды.

Құпия сөздерді сақтау: егер электрондық басылым пайдаланушылардың авторизациясын қажет етсе, хэштер құпия сөздерді қауіпсіз сақтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Деректер базасында құпия сөздерді өздері емес, олардың хэштері сақталуы мүмкін, бұл қауіпсіздік деңгейін арттырады.

Плагиатпен күресу: хэштерді әртүрлі мәтіндердің хэш мәндерін салыстыру және ұқсастықтарды анықтау арқылы плагиатты анықтау үшін пайдалануға болады.

Электрондық басылымдар тек оқу ортасын ғана емес, сонымен қатар оқырмандар мен авторлар өзара әрекеттесе алатын, пікір алмасатын және әдебиеттің болашағын бірлесіп қалыптастыра алатын виртуалды әдеби қауымдастықты жасайды. Электрондық форматтардың икемділігі мен бейімделгіштігі қазіргі заманғы технологиялар дәуірінде өзектілігін сақтай отырып, әдеби процестің эволюциясын қамтамасыз ететіні шындық.

Осындай қарқынмен әдеби шығармаларды дамытуда электронды басылымды құрудың маңыздылығын бағаламауға болмас[8]. Бұл процесс мәдени мұраны байытып қана қоймай, авторлар мен оқырмандардың болашақ ұрпақтары үшін шексіз перспективалар ашатын әдеби шығармашылықтың жаңа деңгейін қалыптастырады деп нық сеніммен айтуға болады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Мақала ҚР ҒЖБМ ҒК бөлінетін жобаны гранттық қаржыландыру (№АР14972847 грант) шеңберінде жазылды.

Қорытынды

Технологиялық өзгерістер адам өміріндегі барлық салаларына енетін заманда электронды басылымдар әдебиет эволюциясының ажырамас бөлігіне айналғаны бәріне мәлім. Зерттеу барысында әдеби шығармаларды дамыту жолында электронды басылымды құрудың маңыздылығы тек жаңа технологиялық мүмкіндіктермен ғана шектелмей, оған қоса әдеби өнердің мәнін қозғайтынын да анықталды.

Электрондық басылымдар әдебиетті қабылдау, құру және тарату тәсіліне үлкен өзгерістер әкеледі[9]. Олар әдеби мұраны миллиондаған адамдарға қол жетімді ету арқылы географиялық және уақыттық кедергілерді жойып қана қоймайды, сонымен қатар авторлар мен оқырмандар арасындағы өзара әрекеттесу үшін бірегей мүмкіндіктер жасайды.

Электрондық форматтардың экономикалық тиімділігі көптеген талантты дауыстарды тыңдауға, сөз өнеріндегі әртүрлілікті ынталандыруға мүмкіндік береді[10]. Нәтижесінде электронды басылымдар әдебиеттің қол жетімділігін жақсартып қана қоймай, оған қоса авторлар мен оқырмандарға шығармашылық еркіндік табыстайды.

Осылайша, электрондық басылымды құрудың маңыздылығы жаңа технологияларға қарапайым ауысумен шектелмейді. Бұл цифрлық революция дәуірінде оқырман немесе автор болу нәні білдіретінін қайта қарауды білдіреді. Электрондық басылымдар тек сөздерді жеткізу құралы ғана емес, сонымен қатар шабыт, өзара әрекеттесу және шығармашылық құралы болып табылады. Әдеби шығармаларды дамыту жолындағы электронды басылымдардың маңыздылығы олардың әдеби өнердің жаңа, бірегей ландшафтын құра отырып, біріктіру және түрлендіру қабілетінде жатқаны айдан анық.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Matt Garrish, Markus Gylling.** EPUB 3 Best Practices [Text]. – O'Reilly Media, 2013. – 23 p.

2 **Chris Jennings.** eBook Typography [Text]. – PagetoScreen, 2011. – 12 p.

3 **Paul Salvette**. The eBook Design and Development Guide [Text]. – BB eBooks, 2012. – 17 p.

4 **Steve Weber**. ePublish: Self-Publish Fast and Profitably for Kindle, iPhone, CreateSpace and Print on Demand [Text]. – Weber Books, 2011. – 22 p.

5 Joshua Tallent Kindle Formatting: The Complete Guide To Formatting Books For The Amazon Kindle [Text]. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2009. – 7 p.

6 **Sandee Cohen, Diane Burns**. Digital Publishing with Adobe InDesign CC: Moving Beyond Print to Digital [Text]. – Adobe Press, 2014. – 13 p.

7 **Kate Sheehan**. The eBook Revolution: A Primer for Librarians on the Front Lines [Text]. – Santa Barbara, California : Libraries Unlimited, an imprint of ABC-CLIO, LLC, 2013. – 26 p.

8 **Jarret Buse**. EPUB From the Ground Up: A Hands-On Guide to EPUB 2 and EPUB 3 [Text]. – McGraw Hill, 2013. – 34 p.

9 **Marie Keen**. Shaw Library Technology and Digital Resources: An Introduction for Support Staff [Text]. – Rowman & Littlefield Publishers, 2015. – 15 p.

10 **Joel Friedlander**. The Book Designer's Guide to EPUB [Text]. – Joel Friedlander, 2019. – 12 p.

REFERENCES

1 **Matt Garrish, Markus Gylling**. EPUB 3 Best Practices [Text]. – O'Reilly Media, 2013. – 23 p.

2 **Chris Jennings**. eBook Typography [Text]. – PagetoScreen, 2011. – 12 p.

3 **Paul Salvette**. The eBook Design and Development Guide [Text]. – BB eBooks, 2012. – 17 p.

4 **Steve Weber**. ePublish: Self-Publish Fast and Profitably for Kindle, iPhone, CreateSpace and Print on Demand [Text]. – Weber Books, 2011. – 22 p.

5 Joshua Tallent Kindle Formatting : The Complete Guide To Formatting Books For The Amazon Kindle [Text]. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2009. – 7 p.

6 **Sandee Cohen, Diane Burns**. Digital Publishing with Adobe InDesign CC: Moving Beyond Print to Digital [Text]. – Adobe Press, 2014. – 13 p.

7 **Kate Sheehan**. The eBook Revolution : A Primer for Librarians on the Front Lines [Text]. – Santa Barbara, California : Libraries Unlimited, an imprint of ABC-CLIO, LLC, 2013. – 26 p.

8 **Jarret Buse**. EPUB From the Ground Up: A Hands-On Guide to EPUB 2 and EPUB 3 [Text]. – McGraw Hill, 2013. – 34 p.

9 **Marie Keen Shaw**. Library Technology and Digital Resources: An Introduction for Support Staff [Text]. – Rowman & Littlefield Publishers, 2015. – 15 p.

10 **Joel Friedlander**. The Book Designer's Guide to EPUB [Text]. – Joel Friedlander, 2019. – 12 p.

13.12.23 ж. баспаға түсті.

15.12.23 ж. түзетулерімен түсті.

05.03.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

***А. Р. Умарова¹, Ж. С. Алимova², А. Б. Исимбаева³**

^{1,2,3}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 13.12.23.

Поступило с исправлениями 15.12.23.

Принято в печать 05.03.24.

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДАТЕЛЬСТВ

В статье рассматриваются актуальные аспекты электронных изданий для развития литературных произведений на казахском языке с точки зрения современных тенденций информационных технологий. Было показано, что литературные произведения остаются важным аспектом культуры и образования, способствуя разнообразию мышления, обогащению духовного мира и глубокому пониманию человеческой природы. В этой связи обсуждаются перспективы развития электронных изданий в условиях быстрого технологического прогресса. Это исследование предлагает более глубокий взгляд на электронные публикации как на важный инструмент сохранения, доступа и распространения знаний в современном информационном обществе.

Проанализированы проблемы, с которыми сталкиваются электронные издания, такие как безопасность данных, технологические изменения, и рассмотрен вопрос о том, как электронные издания решают проблему адаптации к быстро меняющемуся цифровому пространству. Кроме того, будет проведен анализ таких преимуществ, как мгновенный доступ к большому объему литературных произведений, возможности повторного использования электронных ресурсов. Особое внимание уделяется улучшению образовательных возможностей и новым формам взаимодействия читателей с текстами. В статье затронут ряд тем, почему электронные издания играют важную роль в сохранении

и развитии литературного наследия, способствуют его широкому распространению и вдохновляют новое поколение читателей и авторов.

Ключевые слова: электронное издание, литературное наследие, безопасность данных, хеширование данных, активность читателей, активность авторов.

*A. R. Umarova¹, Zh.S. Alimova², A. B. Issimbayeva³

^{1,2,3}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 13.12.23.

Received in revised form 15.12.23.

Accepted for publication 05.03.24.

CURRENT ASPECTS OF ELECTRONIC PUBLICATION

The article examines the current aspects of electronic publications for the development of literary works in the Kazakh language from the point of view of modern trends in information technology. It was shown that literary works remain an important aspect of culture and education, contributing to a variety of thinking, enriching the spiritual world and a deep understanding of human nature. In this regard, the prospects for the development of electronic publications in the context of rapid technological progress are discussed. This study offers a deeper look at electronic publications as an important tool for the preservation, access and dissemination of knowledge in the modern information society.

The problems faced by electronic publications, such as data security, technological changes, will be analyzed, and the question of how electronic publications solve the problem of adapting to a rapidly changing digital space will be considered. In addition, an analysis of such advantages as instant access to a large volume of literary works, the possibility of reuse of electronic resources will be carried out. Special attention is paid to improving educational opportunities and new forms of interaction between readers and texts. The article touches on a number of topics why electronic publications play an important role in the preservation and development of literary heritage, contribute to its wide dissemination and inspire a new generation of readers and authors.

Keywords: electronic publication, literary heritage, data security, data hashing, reader activity, author activity.

МРНТИ 50.41.25

<https://doi.org/10.48081/LTKR7719>

*З. М. Умарова¹, Г. М. Баенова², А. А. Сеньковская³

^{1,2,3}Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева

Республика Казахстан, г. Астана

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0670-4096>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6191-458X>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4968-8240>

*e-mail: zukhra.umarova03@mail.ru

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА АБИТУРИЕНТОВ ПОСТУПАЮЩИЕ В ВУЗЫ РК

В статье изучаются вопросы, связанные с количеством поступающих в высшие учебные заведения и выделенным количеством грантов. Анализируются данные о рождаемости и данные о поступивших в вузы на грантовое обучение в Казахстане для прогнозирования выделения грантов в будущем. Расчеты проводятся интервальными периодами для выявления закономерностей между демографическими показателями и образовательным спросом. Данные включают информацию о рождаемости в двух периодах: с 1998 по 2002 годы и с 2003 по 2007 годы, и количестве выданных грантов за период с 2015 по 2019 годы и с 2020 по 2024 годы соответственно. Применяются статистические и математические методы анализа для изучения связи между числом родившихся и числом поступивших в высшие учебные заведения. Особое внимание уделяется выявлению зависимости между этими показателями. Определены основные факторы и ключевые тенденции в изменении спроса на гранты. Сравнение рождаемости и количества поступающих показывает наличие значимой связи между демографическими изменениями и количеством выделенных грантов. Предварительные результаты исследования необходимы для проведения численных расчетов прогнозирования необходимого количества грантов на предстоящий период 2025-2030 годы, а также дополнительной аналитики и разработки программного обеспечения.

Ключевые слова: моделирование, прогнозирование, образовательные гранты, статистические данные, математический анализ.

Введение

Демографические изменения оказывают значительное влияние на систему образования в Казахстане, особенно в контексте поступления на грантовые программы в высшие учебные заведения. В условиях неравномерности распределения населения в ряде регионов страны, а также увеличения спроса на высшее образование, важной задачей становится эффективное планирование и распределение государственных образовательных грантов. Эти процессы напрямую зависят от демографической ситуации, поскольку снижение рождаемости приводит к уменьшению числа выпускников школ и, следовательно, количества абитуриентов, претендующих на места в вузах.

Использование тестовых технологий для определения качества знаний студентов имеет более чем 100-летнюю историю в мире, но в Казахстане такие технологии развиваются с начала 90-х годов прошлого века: в 1992 году был создан Республиканский центр тестирования, основной задачей которого было внедрение тестирования в систему отбора студентов вузов [1, с. 174]. Казахстанская система высшего образования включает в себя сложный механизм распределения грантов, который ежегодно корректируется в зависимости от потребностей экономики и социальных запросов. При этом, для более точного распределения образовательных ресурсов важно учитывать демографические данные, такие как рождаемость и миграционные процессы, чтобы заранее прогнозировать количество поступающих в вузы. Так как аналогичные проблемы имеются и в других странах СНГ с аналогичной системой образования, поэтому для проведения более объемного исследования будут рассматриваться научные работы этого направления России, Киргизии, Белоруссии. Государству необходимо эффективно перераспределять гранты между регионами и специальностями, обеспечивая равный доступ к образованию для всех граждан. Важность и значимость получения высшего образования и его прямого влияния на формирование у молодежи хороших правил и норм поведения, а также повышения культурной составляющей личности, является задачей всех светских государств [2, с. 234].

Прогнозирование изменений в образовательной системе Казахстана, основанное на анализе демографических данных, является важным инструментом для оптимизации распределения грантов и других образовательных ресурсов. Не только для Казахстана одной из ключевых задач образовательной политики является распределение государственных

грантов на обучение. На основе результатов национальных экзаменов осуществляется распределение бюджетных мест в высшие учебные заведения. Этот процесс играет важную роль в обеспечении равного доступа к высшему образованию, особенно для студентов, стремящихся получить образование за счет государственного финансирования [3, с. 9]. Использование современных методов анализа данных, включая статистические модели и машинное обучение, позволяет получать более точные прогнозы и своевременно адаптировать образовательные программы к меняющимся условиям.

На сегодняшний день данные вопросы изучаются в странах СНГ, имеющие аналогичную систему образования. Во многих работах исследования посвящены анализу демографических данных и растущему интересу к применению методов машинного обучения для прогнозирования изменений в образовательной системе. Так, в качестве главных факторов, влияющих на образовательный спрос определены динамика численности поступивших и возрастные структуры [4, с. 948]. Также отмечается важность мониторинга демографических данных для правильного прогнозирования будущих потребностей в образовательных ресурсах, особенно в регионах с низким уровнем рождаемости [5, с. 2].

Важным дополнением к этим исследованиям является изменение в спросе на высшее образование в зависимости от экономических и социальных условий. Например, рост экономики в 2008-2011 годах сопровождался увеличением числа абитуриентов, тогда как периоды экономической нестабильности (2014 и 2015 годы) этот показатель снижался. Экономические кризисы оказывают значительное влияние как на число поступающих, так и на выбор специальности [6, с. 535].

Таким образом, все вышеуказанные исследования показывают, что сочетание демографических, социальных и экономических факторов оказывает серьезное влияние на образовательную систему. Для проведения будущего исследования с учетом статических и демографических данных поступающих, планируется использовать методы статического анализа и нейронные сети, но в данной статье для получения первичной картины расчеты будут проводиться в Microsoft Excel.

Материалы и методы

Методология исследования основана на статистическом анализе и моделировании, целью которого является выявление зависимости между демографическими показателями и образовательным спросом. В области анализа демографических данных и прогнозирования поступления на образовательные гранты широко применяются различные методы статистической обработки, которые делятся на первичный и вторичный

анализы данных. Согласно рекомендациям по методам статистической обработки медицинских данных, первичный анализ направлен на изучение и описание закономерностей, которые изначально предполагались исследователем, и проверку заранее сформулированных гипотез [7, с. 6]. Этот тип анализа предполагает планирование исследования, а также исследование конкретных признаков, которые были включены в гипотезу изначально.

Вторичный анализ, в свою очередь, используется для поиска новых закономерностей, которые могут возникнуть в процессе исследования, но не были запланированы заранее. Этот подход помогает исследователям обнаружить новые факторы и гипотезы, основываясь на уже собранных данных. Как отмечается в методических рекомендациях, вторичный анализ часто используется на этапе разведки данных, чтобы лучше понять их структуру и возможные перспективы исследования [7, с. 6].

Основные этапы исследования:

Анализ временных рядов: для анализа динамики поступающих абитуриентов используется метод временных рядов. Данный метод позволяет оценить изменения в количестве абитуриентов по годам, выявить тренды и цикличность, а также спрогнозировать будущее поведение.

Корреляционный анализ: для выявления зависимости между рождаемостью и количеством абитуриентов проводится корреляционный анализ. Это поможет понять, существует ли статистически значимая связь между количеством рожденных в определенном году и количеством абитуриентов, сдающих ЕНТ через 17 лет после их рождения (с учетом возраста абитуриентов в момент сдачи ЕНТ).

Регрессионное моделирование: строится регрессионная модель, которая будет описывать зависимость количества абитуриентов от демографических факторов (в первую очередь, от числа рожденных). Регрессионный анализ позволит не только выявить связь, но и количественно оценить влияние рождаемости на количество поступающих.

Сбор исходных данных представлен в таблицах 1-3. В таблице 1 представлены два основных показателя: число рожденных за определенные годы и число образовательных грантов, выделенных государством для поступления в вузы. Год, указанный в таблице, соответствует году сдачи ЕНТ (Единое Национальное Тестирование) – моменту поступления в вузы абитуриентов.

Каждый год сдачи ЕНТ в таблице напрямую соответствует году рождения, например, абитуриенты, родившиеся в 2000 году, сдавали ЕНТ в 2017 году, а рожденные в 2001 году – в 2018 году, и так далее. Таким образом, проведена параллель между количеством рожденных в определенный год и количеством абитуриентов, сдававших ЕНТ в соответствующий год.

Анализируемые данные были взяты из следующих источников: информация о числе рождений представлена на официальном сайте Комитета по статистике РК, а данные о грантах на информационном портале «Tengrinews.kz» [8; 9]. Для проведения расчетов исследуются данные по пятилетним циклам для построения, тестирования и прогнозирования модели:

Первый период: используется для построения модели. Включает данные о годах рождения 2003–2007 и соответствующие годы сдачи ЕНТ 2020–2024. Это основной отрезок для построения и обучения модели.

Таблица 1 – Первый период для построения модели

Год рождения	2003	2004	2005	2006	2007
Год сдачи ЕНТ	2020	2021	2022	2023	2024

Второй период: используется для тестирования модели. Включает данные о годах рождения 1998–2002 и соответствующие годы сдачи ЕНТ 2015–2019. Это помогает протестировать и верифицировать точность модели на ранее известных данных.

Таблица 2 – Второй период для тестирования модели

Год рождения	1998	1999	2000	2001	2002
Год сдачи ЕНТ	2015	2016	2017	2018	2019

Третий период: используется для прогнозирования будущих данных. Включает данные о годах рождения 2008–2012 и предполагаемые годы сдачи ЕНТ 2025–2033. Период, по которому мы строим прогнозы на будущее.

Таблица 3 – Третий период для прогнозирования модели

Год рождения	2008	...	2012
Год сдачи ЕНТ	2025	...	2029

Таким образом, исследование охватывает три различных временных отрезка, которые позволяют построить надежную модель, протестировать ее точность и сделать предсказания на будущее.

Результаты и обсуждение

На текущем этапе исследования для обработки и анализа данных были использованы стандартные инструменты Microsoft Excel, которые позволили создать таблицы и графики, а также провести базовый анализ трендов между числом рожденных и количеством образовательных грантов. В Excel были построены линейные графики для наглядной визуализации зависимостей,

а также проведен первичный расчет статистических показателей, таких как среднее значение и стандартное отклонение для чисел рожденных и грантов.

Демографические процессы можно описывать с помощью математических моделей, которые позволяют учитывать динамику численности населения. Если рассматривать численность населения как переменную N , которая зависит от времени, то изменения в её величине можно описывать с помощью дифференциальных уравнений.

В базовой модели роста численности населения можно учесть три ключевых переменных:

N – общее число людей (например, количество родившихся),

B – число людей, поступивших на гранты (бюджетные места в вузах),

D – число людей, которые поступили на платную основу или не поступили вообще.

Тогда процесс изменения численности населения можно записать с использованием классического дифференциального уравнения как в формуле 1:

$$\frac{dN}{dt} = B - D \quad (1)$$

Здесь $\frac{dN}{dt}$ – это скорость изменения численности населения (или

количества поступивших на обучение), а B – это прирост (в виде поступивших на грант), а D – убыль (тех, кто не поступил на грант или на обучение вообще). Формула для изменения численности населения, представленная в виде дифференциального уравнения и рассматривает прогноз рождаемости в рамках моделирования роста численности населения [10, с. 269].

Базовой моделью, описывающей динамику распределения грантов по годам поступления, может стать логистическая модель, аналогичная модели роста популяции. Эта модель предполагает, что количество поступающих на гранты B пропорционально числу родившихся N , а также зависит от ограниченных ресурсов – доступных грантов. Описание этой динамики написано в формуле 2 логистического уравнения:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right) \quad (2)$$

где:

N – число родившихся,

B – число грантов,

K – предельное количество грантов,

r – коэффициент роста.

В будущем, для более точного прогнозирования и выявления закономерностей, будут применяться более сложные статистические методы, такие как регрессионный анализ для выявления зависимости между различными факторами, а также методы машинного обучения для построения предсказательных моделей. Также планируется использование методов анализа временных рядов, чтобы спрогнозировать динамику количества грантов в будущем, основываясь на демографических данных. Эти методы помогут значительно повысить точность и надежность прогнозов для принятия более обоснованных решений в области образования и распределения грантов. По мере увеличения набора и базы данных эти методы будут расширяться и адаптироваться до применения инструментов интеллектуального анализа данных и вычислений, что позволит провести основательное исследование с учетом многих других параметров и критериев [11, с. 3].

Первичный анализ исследования

1. Сравнительный Анализ за период 2020-2024 годы

Рисунок 1 иллюстрирует зависимость между числом рожденных и количеством выделенных образовательных грантов в период с 2020 по 2024 год. Этот период используется для построения и обучения модели, поэтому он играет ключевую роль в нашем исследовании.

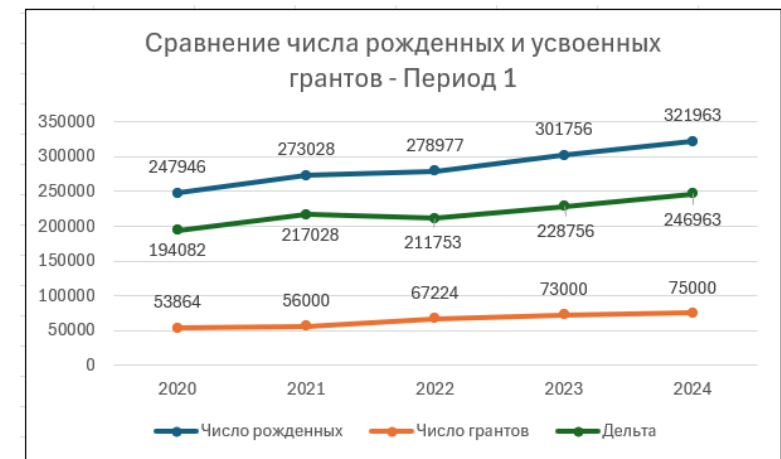


Рисунок 1 – Сравнение числа рожденных и усвоенных грантов за 2020-2024 годы

Ключевые результаты

Рост числа рожденных: Мы наблюдаем стабильный рост численности рожденных в Казахстане. В 2020 году было зафиксировано 247,946 человек, в то время как в 2024 году это число увеличилось до 321,963 человек, что свидетельствует о продолжении позитивной демографической тенденции.

Увеличение числа грантов: В то же время количество образовательных грантов также увеличивается, что напрямую связано с увеличением числа абитуриентов. Количество грантов выросло с 53,864 в 2020 году до 75,000 в 2024 году, что отражает реакцию государства на растущий спрос на высшее образование.

Корреляция между рождаемостью и грантами: из данных видно, что с увеличением числа рожденных в стране растет и число грантов. Это может указывать на то, что государственные органы отвечают на растущий демографический спрос, увеличивая количество доступных грантов для студентов.

Дельта между числом рожденных и числом грантов: Дельта показывает разницу между числом рожденных и количеством выданных грантов. Например, в 2020 году дельта составила 194,082, в то время как в 2024 году она увеличилась до 246,963. Это подчеркивает, что хотя количество грантов растет, оно всё же значительно отстает от числа рожденных, что может свидетельствовать о том, что в будущем потребуется больше грантов, чтобы компенсировать демографический прирост.

Анализ трендов:

Стабильный рост чисел рожденных и грантов в этом периоде может свидетельствовать о хорошем прогнозировании потребности в образовательных ресурсах. Это предполагает, что в будущем, с учетом демографических изменений, может потребоваться дальнейшее увеличение грантов для обеспечения доступности образования.

2. Анализ второго графика (данные для тестирования модели: 2015-2019 годы)

Рисунок 2 показывает данные для периода с 2015 по 2019 год, который используется для тестирования точности модели, построенной на основе данных из первого графика. В данном случае мы видим более изменчивую картину, чем на предыдущем графике.

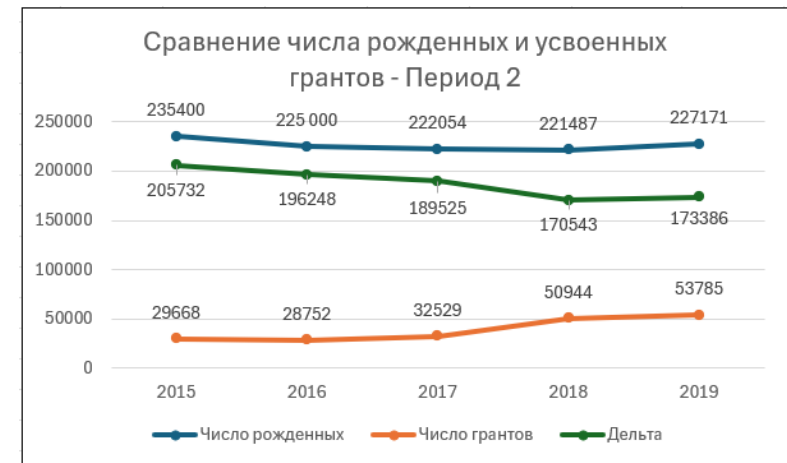


Рисунок 2 – Сравнение числа рожденных и усвоенных грантов за 2015–2019 годы

Результаты исследования второго периода:

Колебания числа рожденных: за рассматриваемый период число рожденных варьировалось от 222,054 в 2017 году до 235,400 в 2015 году, что свидетельствует о небольших колебаниях в демографической ситуации в эти годы. Однако в целом тренд по числу рожденных имеет небольшое снижение в последние годы, что может указывать на возможное замедление роста населения.

Нестабильность числа грантов: число грантов, выделенных в этот период, также изменялось, причем самые значительные колебания происходят в 2018 году, когда число грантов значительно возросло до 50,944, а в 2015–2016 годах оно оставалось на уровне 28,000–29,000. Это может быть связано с изменениями в государственной политике по выделению грантов или с внешними экономическими факторами, которые способствовали увеличению числа грантов в 2018 году.

Особенности распределения грантов: в 2019 году число грантов значительно возросло до 53,785, что могло быть результатом предстоящих изменений в системе образования, а также более высокого спроса на гранты со стороны студентов, в связи с растущими темпами поступления в вузы.

Дельта между числом рожденных и числом грантов: дельта так же указывает на разницу между числом рожденных и количеством выданных грантов, показывая, насколько значительно различие между этими показателями. Например, для рожденных в 2003 году дельта составила 51,861,

а для рожденных в 2007 году она увеличилась до 72,993. Это свидетельствует о том, что хотя число грантов растет, оно всё ещё существенно отстает от числа рожденных, что может привести к повышенному спросу на образовательные ресурсы в будущем.

Выявлен следующий тренд: нестабильность в числе грантов, особенно в 2018 году, может указывать на сложность прогнозирования выделения грантов на основе данных о рождаемости. Этот скачок мог быть вызван краткосрочными факторами, такими как изменения в экономике или образовательной политике страны.

Применение метода к анализу данных

Для анализа распределения грантов была применена логистическая модель, которая позволяет учитывать ограниченные ресурсы (гранты) и динамику их роста в зависимости от общего числа претендентов. Для корректной оценки модели использовались данные за период 2015–2024 годов, включающие число родившихся (N), число поступивших на гранты (B) и разницу (Δ) между этими значениями.

Подстановка значений

Для оценки параметров логистической модели используется предельное количество грантов K . На основании тенденции последних лет предполагается, что $K=75000$, что соответствует максимальному числу грантов за 2024 год.

Коррекция логистической модели

Логистическая модель для анализа ограниченного ресурса (грантов) выражается третьим уравнением:

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{K}\right) \quad (3)$$

где:

B — число выделенных грантов;

K — максимальное количество грантов;

r — коэффициент роста.

Коэффициент роста r — это ключевой параметр логистической модели, который характеризует темп изменения числа грантов (B) с течением времени. Он используется для построения и прогнозирования динамики системы. Также для корректного использования модели параметры K и r рассчитываются на основе данных за весь период (2015–2024 годы). Это позволяет учесть динамику изменений, связанную с демографическими особенностями и изменением образовательной политики.

Коэффициент r позволяет оценить, насколько быстро система образования реагирует на изменения в численности рожденных:

Высокий r может указывать на гибкость системы, которая способна быстро увеличивать число грантов в ответ на рост спроса.

Низкий r может свидетельствовать о недостаточной скорости адаптации, что может приводить к нехватке образовательных мест.

Для расчета коэффициента роста r используется формула 4:

$$r = \frac{\Delta B}{B \left(1 - \frac{B}{K}\right)} \quad (4)$$

где ΔB — прирост числа грантов между двумя последовательными годами.

Оценка коэффициента r

Расчеты для нескольких периодов указаны в формулах 5, 6 и 7:

1. 2015-2016 годы:

$$\Delta B = B_{2016} - B_{2015} = 28752 - 29668 = -916 \quad (5.1)$$

$$r = \frac{-916}{29668 \cdot \left(1 - \frac{29668}{75000}\right)} \approx -0.045 \quad (5.2)$$

Формула 5.1 показывает изменение величины B за период с 2015 по 2016 год. Полученное значение $\Delta B = -916$ отражает снижение показателя. Также формула для r (5.2) вычисляет коэффициент изменения, который показывает относительное изменение величины B с учетом её начального значения и максимально возможного значения $K=75000$. Полученное значение $r \approx -0.045$ свидетельствует о небольшом отрицательном изменении.

2. 2020-2021 годы:

$$\Delta B = B_{2021} - B_{2020} = 56000 - 53864 = 2136 \quad (6.1)$$

$$r = \frac{2136}{53864 \cdot \left(1 - \frac{53864}{75000}\right)} \approx 0.054 \quad (6.2)$$

Формула 6.1 рассчитывает изменение показателя B между 2020 и 2021 годами, где $\Delta B = 2136$, что указывает на рост значения. Формула для r (6.2) определяет коэффициент изменения, который, в отличие от предыдущего периода, теперь положителен и равен $r \approx 0.054$, что показывает умеренный рост в сравнении с предыдущим годом.

3. 2023-2024 годы:

$$\Delta B = B_{2024} - B_{2023} = 75000 - 73000 = 2000 \quad (7.1)$$

$$r = \frac{2000}{73000 \cdot \left(1 - \frac{73000}{75000}\right)} \approx 0.014 \quad (7.2)$$

Формула для 7.1 вычисляет изменение величины B в период с 2023 по 2024 годы, где $\Delta B = 2000$, что также свидетельствует о росте. Формула для r (7.2) рассчитывает коэффициент изменения для этого периода. Значение

$r \approx 0.014$ указывает на более низкий темп роста по сравнению с предыдущими годами, что отражает небольшое увеличение в периоде.

Коэффициент роста варьируется от отрицательных значений (2015–2016 годы, когда количество грантов снижалось) до положительных (2020–2024 годы). Уменьшение r в последние годы указывает на замедление роста числа грантов по мере приближения к предельному значению K .

Итоговая логистическая модель

С использованием средних значений r , рассчитанных за весь период, можно построить логистическую модель для прогнозирования числа грантов на ближайшие годы. Для 2024 года, при $K=75000$, модель описывается восьмым уравнением:

$$\frac{dB}{dt} = 0.054 \cdot B \left(1 - \frac{B}{75000} \right) \quad (8)$$

Формула предоставляет собой логическое уравнение, адаптированное для анализа роста числа грантов B с учетом их ограничения максимальным значением $K=75000$.

Таким образом, логистическая модель позволяет объяснить изменения динамики числа грантов. Низкий коэффициент роста r и небольшое B относительно K приводят к снижению в 2015–2016 годах. В 2020–2021 годах увеличение r и наличие значительного резерва $\left(1 - \frac{B}{K}\right)$ обеспечивают устойчивый рост. В 2023–2024 годах замедление связано с приближением числа грантов к предельному значению K .

Выводы

В ходе данного исследования был проведен анализ выделения грантов на поступление в вузы Казахстана. Используя данные о рождаемости за два периода (1998–2002 и 2003–2007 годы) и количестве выделенных грантов за период с 2015 по 2024 годы, удалось выявить ключевые тенденции и зависимости. Результаты анализа подтвердили наличие значительной корреляции между демографическими изменениями и образовательным спросом, что указывает на важность учета демографических факторов при планировании и распределении образовательных ресурсов.

Выявленные закономерности демонстрируют, что увеличение числа рожденных приводит к росту количества абитуриентов и, соответственно, к увеличению выделяемых грантов. Эти данные могут служить основой для создания прогнозных моделей, которые позволят более эффективно адаптировать систему грантового финансирования к меняющимся демографическим условиям.

Практическая значимость данного исследования заключается в том, что результаты могут быть использованы для оптимизации процессов распределения грантов, что обеспечит равный доступ к высшему образованию

для всех граждан, независимо от региона. В условиях ограниченных ресурсов важно, чтобы государство могло своевременно реагировать на демографические изменения и адаптировать свои образовательные стратегии.

Первоначальный анализ проводился в Excel и это является необходимым условием для дальнейшей подготовки данных в качестве обучающего пула для нейронной сети. Функции и возможности Excel на данном этапе исследования являются достаточными и полными для формирования будущей модели. Предварительные расчеты показывают, что гранты покрывают примерно 35% от количества поступающих. В некоторые годы недосдача грантов достигает критического уровня. Это говорит о том, что текущая система распределения грантов не всегда учитывает резкий рост числа абитуриентов. Анализ статических данных подчеркивает, что в текущей системе число грантов остается значительно меньшим по сравнению с числом рожденных, что может привести к тому, что многие из них могут пополнить ряды безработных. Далее модель будет дополнена еще и другими макроэкономическими показателями, а также таким параметром, который относится к непредвиденным ситуациям, таким как, например, пандемия. Все данные, полученные на сегодняшний день, используются для предварительного обучения нейронной сети.

Таким образом, разработка модели для прогнозирования и прилагающегося к ней программного обеспечения может стать инструментом решения некоторых из указанных проблем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Примбетова, Г. С., Абентаева Д. К.** Вступительные экзамены в высшие учебные заведения РК: проблемы и перспективы развития. [Текст]. – 2013. – С. 173–176.

2 **Керимов, А. А.** Роль системы образования в формировании правовой культуры молодежи: европейский опыт. Известия УрФУ. Серия 1. Проблемы образования, науки и культуры. – Т. 28, № 4. Екатеринбург, 2022. – С. 227–235. – <https://doi.org/10.15826/izv1.2022.28.4.080>.

3 **Вальдман И. А.** Обзор ключевых особенностей национальных экзаменов в ряде стран СНГ // Качество образования в Евразии. – 2020. – № 7. – С. 8–18.

4 **Соловьев А. И., Соловьев С. А.** О подходах к анализу демографических данных с использованием машинного обучения. [Текст] // Scientific software in education and science. М. – 2018. – № 947. – С. 947–959. <https://doi.org/10.25559/SITITO.14.201804.947-959>.

5 **Гусейн-Заде Р. Г.** Влияние демографических факторов на высшее образование в России. [Текст] – М. : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», 2024. – С. 1–5.

6 **Дорофеева Т. П.** Взаимосвязь экономико-демографических факторов и спроса на услуги высшего образования. [Текст] // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2020. №4 (18). – С. 534–542.

7 Методы статистической обработки медицинских данных: Методические рекомендации для ординаторов и аспирантов медицинских учебных заведений, научных работников. [Текст]. / сост.: А. Г. Кочетов, О. В. Лянг., В. П. Масенко, И. В. Жиров, С. Н. Наконечников, С. Н. Терещенко – М.: РКНПК, 2012. – 42 с.

8 Комитет по статистике Республики Казахстан. Данные о рождении детей. – [Электронный ресурс]. – <https://stat.gov.kz/industries/social-statistics/demography/> [дата обращения 15.10.2024].

9 Tengrinews. Данные о грантах. – [Электронный ресурс]. – https://tengrinews.kz/kazakhstan_news [дата обращения 15.10.2024].

10 **Кирьянов Д. А.** Прогноз рождаемости при моделировании роста численности населения. Вестник Пермского университета. Серия Биология, 2018, Т. 3, С. 268–276. – <https://press.psu.ru/index.php/bio/article/view/1819>.

11 **Parack S., Zahid Z. and Merchant F.** Application of data mining in educational databases for predicting academic trends and patterns. IEEE International Conference on Technology Enhanced Education (ICTEE), Amritapuri, India, 2012. – P. 1–4. – <https://doi.org/10.1109/ICTEE.2012.6208617>.

REFERENCES

1 **Primbetova, G. S., Abentaeva D. K.** Vstupitelnye ekzaminy v vysshie uchebnye zavedeniya RK: problemy i perspektivy razvitiya [Entrance examinations to higher educational institutions of the Republic of Kazakhstan: problems and development prospects] [Text]. – 2013. – P. 173–176.

2 **Kerimov, A. A.** Rol systemy obrazovaniya v formirovanii pravovoy kultury molodeji: evropeiskiy opyt. Izvestiya UrFU. Series 1. Problems of education, science and culture. – Vol. 28. – № 4. – Yekaterinburg, 2022. – P. 227–235. – <https://doi.org/10.15826/izv1.2022.28.4.080>.

3 **Val'dman, I. A.** Obzor klyuchevykh osobennostey natsional'nykh ekzamenov v ryade stran SNG [Review of key features of national examinations in a number of CIS countries] [Text] // Kachestvo obrazovaniya v Evrazii. – 2020. – № 7. – P. 8–18.

4 **Solov'ev, A. I., Solov'ev, S. A.** O podkhodakh k analizu demograficheskikh dannykh s ispol'zovaniem mashinnogo obucheniya [On approaches to demographic data analysis using machine learning] [Text] // Scientific software in education and science. – 2018. – № 947. – P. 947–959. – UDK 314. – P. 51–77, 519.6, 004-89. – <https://doi.org/10.25559/SITITO.14.201804>. P. 947–959. – Finansovyy universitet pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii, g. Moskva, Rossiya.

5 **Guseyn-Zade, R. G.** Vliyanie demograficheskikh faktorov na vysshee obrazovanie v Rossii [The Impact of Demographic Factors on Higher Education in Russia] [Text]. – М. : Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «MIREA – Rossiyskiy tekhnologicheskii universitet», 2024. – P. 1–5.

6 **Kashirina, A. V., Rubtsov, I. A.** Vzaimosvyaz' ekonomiko-demograficheskikh faktorov i sprosa na uslugu vysshego obrazovaniya [The relationship between economic and demographic factors and demand for higher education services] [Text] // Nauchnyy vestnik NGLU. – 2017. – № 2. – P. 63–70. <https://doi.org/10.24411/2410-1118-2017-10003>.

7 Metody statisticheskoy obrabotki meditsinskikh dannykh: Metodicheskie rekomendatsii dlya ordinatorov i aspirantov meditsinskikh uchebnykh zavedeniy, nauchnykh rabotnikov [Methods of statistical processing of medical data: Methodological recommendations for residents and postgraduate students of medical educational institutions, researchers] [Text] / comp. : A. G. Kochetov, O. V. Lyang, V. P. Masenko, I. V. Zhiron, S. N. Nakonechnikov, S. N. Tereshchenko – М. : RKPnk, 2012. – 42 p.

8 Комитет по статистике Республики Казахстан. Данные о рождении детей [Data on births of children] [Electronic resource] – Access mode: <https://stat.gov.kz/industries/social-statistics/demography/>.

9 Tengrinews. Данные о грантах. [Grant data] [Electronic resource]. – Access mode: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news.

10 **Kir'yanov, D. A.** Prognoz rozhdaemosti pri modelirovanii rosta chislennosti naseleniya [Forecasting the birth rate when modeling population growth] [Text] Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Biologiya, (3). – 2018. – P. 268–276. – <https://press.psu.ru/index.php/bio/article/view/1819>.

11 **Parack S., Zahid Z. and Merchant F.** Application of data mining in educational databases for predicting academic trends and patterns. IEEE International Conference on Technology Enhanced Education (ICTEE), Amritapuri, India, 2012. – P. 1–4. – <https://doi.org/10.1109/ICTEE.2012.6208617>.

***Z. M. Umarova¹, G. M. Baenova², A. A. Senkovskaya³**

^{1,2,3}Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖОО-НА ТҮСЕТІН ТАЛАПКЕРЛЕР САНЫН БОЛЖАУДЫҢ АЛДЫН АЛА ТАЛДАУЫ

Мақалада жоғары оқу орындарына түсушілер саны мен бөлінген гранттар санына қатысты мәселелер қарастырылады. Болашақта гранттардың бөлінуін болжау үшін туу көрсеткіштері мен Қазақстандағы жоғары оқу орындарына гранттық оқуға қабылданғандар туралы деректер талданады. Демографиялық көрсеткіштер мен білім беру сұранысы арасындағы заңдылықтарды анықтау үшін есептеулер аралықпен жүргізіледі. Деректер екі кезеңдегі туу туралы ақпаратты қамтиды: 1998 жылдан 2002 жылға дейін және 2003 жылдан 2007 жылға дейін және сәйкесінше 2015 жылдан 2019 жылға дейін және 2020 жылдан 2024 жылға дейін берілген гранттар саны. Тұғандар саны мен жоғары оқу орындарында оқытындар саны арасындағы байланысты зерттеу үшін статистикалық-математикалық талдау әдістері қолданылады. Бұл көрсеткіштер арасындағы байланысты анықтауға ерекше көңіл бөлінеді. Гранттарға сұраныстың өзгеруінің негізгі факторлары мен негізгі тенденциялары анықталды. Туу мен оқуға қабылдау коэффициенттерін салыстыру демографиялық өзгерістер мен тағайындалған гранттар санының арасындағы маңызды байланысты көрсетеді. Алдағы 2025-2030 жылдарға арналған гранттардың қажетті санын болжау үшін сандық есептеулерді жүргізу, сондай-ақ қосымша аналитика және бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу үшін алдын ала зерттеу нәтижелері қажет.

Кілтті сөздер: модельдеу, болжау, білім беру гранттары, статистикалық мәліметтер, математикалық талдау.

***Z. M. Umarova¹, G. M. Baenova², A. A. Senkovskaya³**

^{1,2,3}L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Astana

PRELIMINARY ANALYSIS OF FORECASTING THE NUMBER OF APPLICANTS APPLYING TO UNIVERSITIES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

The article studies issues related to the number of applicants to higher education institutions and the allocated number of grants. The article analyzes data on the birth rate and data on those admitted to universities for grant education in Kazakhstan to predict the allocation of grants in the future. Calculations are carried out in interval periods to identify patterns between demographic indicators and educational demand. The data include information on the birth rate in two periods: from 1998 to 2002 and from 2003 to 2007, and the number of grants issued for the period from 2015 to 2019 and from 2020 to 2024, respectively. Statistical and mathematical methods of analysis are used to study the relationship between the number of births and the number of applicants to higher education institutions. Particular attention is paid to identifying the dependence between these indicators. The main factors and key trends in changing the demand for grants are identified. Comparison of the birth rate and the number of applicants shows a significant relationship between demographic changes and the number of allocated grants. Preliminary results of the study are necessary for conducting numerical calculations to forecast the required number of grants for the upcoming period 2025-2030, as well as additional analytics and software development.

Keywords: modeling, forecasting, educational grants, statistical data, mathematical analysis.

***М. С. Федкевич**

Инновационный Евразийский университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7074-8841>

*e-mail: cortezz2001@gmail.com

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНОГО
ПРИЛОЖЕНИЯ «АКТИВНЫЙ ГРАЖДАНИН»**

В данной статье рассматривается процесс проектирования мобильного приложения «Активный гражданин» с использованием современных методов концептуального моделирования, на основе предпочтений пользователей, которые были выявлены с помощью метода анкетирования. Целью работы стало создание мобильного приложения, максимально соответствующего функциональным потребностям пользователей. При анализе результатов исследования были определены шесть основных функциональных вкладок, которые будут составлять основу структуры приложения: «Новости», «Голосования», «Мероприятия», «Проблемы», «О городе» и «Петиции». Представлены концептуальные модели приложения, построенные на основе полученных данных, а именно: модель архитектуры приложения, описывающая взаимодействие пользователя с сервером (Клиент-Сервер), модель данных приложения, построенная с помощью нотации IDEF1X, описывающая сущности, атрибуты и связи между ними, и модель функциональности приложения (use case диаграмма), показывающая, какой функционал приложения доступен каждой группе пользователей. Таким образом, в результате выявлено, что использование методов концептуального моделирования в сочетании с методом анкетирования способствуют созданию высокофункциональных, удобных приложений, а также помогают сформировать картину будущего мобильного приложения на ранних этапах разработки. Кроме того, использование этих методов позволяет предвидеть потенциальные ошибки.

Ключевые слова: мобильное приложение, активный гражданин, концептуальное моделирование, анкетирование, архитектура приложения, клиент-сервер, нотация IDEF1X, use case диаграмма.

Введение

В современном обществе информационные технологии играют большую роль. Каждый день происходит всё большее и большее внедрение цифровизации во все аспекты жизни, в том числе и в государственные структуры. Цифровые технологии, несомненно, упрощают нашу жизнь, делают взаимодействие с миром более удобным и эффективным. В связи с этим приобретает актуальность разработка мобильного приложения «Активный гражданин», цель которого заключается в увеличении уровня вовлеченности граждан в процессы, протекающие в конкретном городе [1]. Например, как неработающие светофоры, незаконные свалки или прорывы труб и так далее.

Разработка приложений такого типа является довольно комплексной задачей, включающей в себя много аспектов [2]. Поэтому для создания эффективного и удобного продукта необходимо сначала собрать первоначальные данные, касающиеся структуры интерфейса, методом анкетирования, а после формализовать и визуализировать их в виде моделей, используя методы концептуального моделирования.

Материалы и методы

Причина, по которой в качестве типа разработки было выбрано мобильное приложение, является доступность и удобство. Мобильные устройства всегда под рукой и позволяют людям легко пользоваться приложением в любое время и в любом месте.

Наличие сенсоров и технологий у мобильных устройств, таких как GPS, сенсорные экраны, камеры, телефонные звонки, также являются большим плюсом для разработки приложения, которые также помогут расширить его функциональные возможности. Кроме того, мобильные приложения характеризуются высоким быстродействием, в отличие, например, от веб-сайта [3].

Также наблюдается тенденция роста популярности мобильных приложений как таковых. Согласно исследованию, проведенному компанией Statista, в 2023 году число загрузок мобильных приложений достигло 257 миллиардов [4], и эта цифра с каждым годом растет все больше и больше, что свидетельствует о том, что люди отдают предпочтение мобильным приложениям.

Таким образом, выбор мобильного приложения для реализации проекта «Активный гражданин» обусловлен его многочисленными преимуществами.

Для того чтобы сделать приложение «Активный гражданин» еще более удобным и функциональным, было решено провести анкетирование среди пользователей. Целью анкетирования было выяснить, какие вкладки на главной странице приложения являются наиболее востребованными и полезными [5].

В процессе подготовки анкеты-опроса был составлен ряд вопросов, касающихся функционала главной страницы приложения. Вопросы были направлены на выявление предпочтений пользователей относительно информации и сервисов, которые они хотели бы видеть сразу после входа в приложение.

Аудитория опроса включала пользователей различных интернет-групп, чатов города Павлодар, в которых можно охватить различные возрастные категории.

Данные были собраны через форму опросов «Google Forms», что обеспечило простоту и удобство участия в опросе [6]. Анализ полученных ответов позволил выделить наиболее значимые вкладки.

В ходе опроса пользователям были предложены следующие вопросы: «Сколько вам лет?» с такими вариантами ответов:

- до 18 лет;
- от 18 до 24;
- от 25 до 34;
- от 35 до 44;
- от 45 до 55;
- свыше 56.

«Какие вкладки на главной странице мобильного приложения вы хотели бы видеть?» Среди вариантов ответа были следующие пункты с возможностью выбора нескольких вариантов:

- О городе
- Новости
- Голосования
- О проекте
- Мероприятия
- Проблемы
- Карта города
- Другое (с возможностью указать свой вариант)

Множественный выбор дал возможность определить наиболее важные аспекты приложения для целевой аудитории.

Полученные результаты войдут в основу концептуальных моделей. Концептуальная модель — это абстрактная модель, определяющая структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-

следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования [7].

Основная цель концептуальной модели - передать фундаментальные принципы и базовую функциональность системы, которую она представляет. Кроме того, концептуальная модель должна быть разработана таким образом, чтобы обеспечить легко понятную системную интерпретацию для пользователей модели.

Изучение модели архитектуры приложения является ключевым этапом в разработке приложения. Эта модель представляет собой высокоуровневое описание структуры приложения, его компонентов, взаимосвязей и взаимодействия с другими системами. Модель архитектуры приложения позволяет разработчикам и заказчикам получить общее представление о том, как будет устроено приложение и как оно будет функционировать [8].

Методология IDEF1X, в свою очередь, представляет собой нотацию для описания структуры данных в информационных системах. Она позволяет создавать концептуальные схемы данных, которые могут быть использованы в дальнейшем при проектировании баз данных и разработке приложений. Преимуществом использования IDEF1X является возможность создания четких и понятных моделей данных, которые помогают разработчикам лучше понять структуру информационной системы [9].

Наконец, use case диаграмма представляет собой инструмент для описания функциональности системы с точки зрения ее пользователей. Она помогает идентифицировать различные сценарии использования приложения, его основные функции и взаимодействие с «актерами». Вместо «актеров» обычно выступают пользователи приложения. Использование этого типа моделирования обеспечит глубокое понимание процессов, происходящих в системе [10].

Результаты и обсуждение

В результате исследования удалось собрать результаты 195-ти респондентов. По возрастным категориям, показанным на рисунке 1, наиболее распространенный возраст среди опрошенных – это от 25 до 34 (31,4 %) и от 35 до 44 (37,1 %) лет.

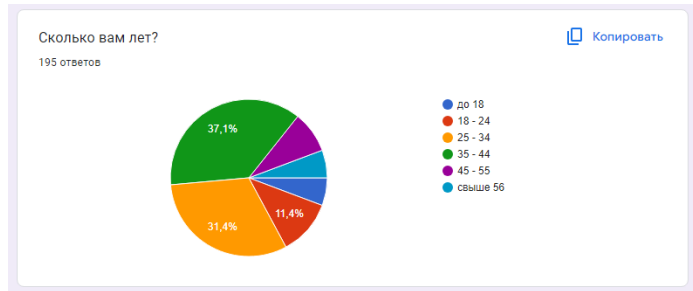


Рисунок 1 – Возраст респондентов

Что касается вкладок мобильного приложения, то лидирующие позиции занимают вкладки: «Новости» - 173 голоса (88,6%), «Голосования» – 167 голосов (85,7%), «Мероприятия» – 156 голосов (80%), «Проблемы» – 178 голосов (91,4%), как показано на рисунке 2. Вкладка «Петиции» была предложена 6-ю пользователями (2,9%). Планируется размещение на главной странице максимум 6 вкладок, поэтому, исходя из результатов опроса, разумно выбрать 5 вкладок, набравших наибольшее количество голосов и одну вкладку, добавленную по инициативе пользователей. Это вкладки: «Новости», «Голосования», «Мероприятия», «Проблемы», «О городе» и «Петиции».

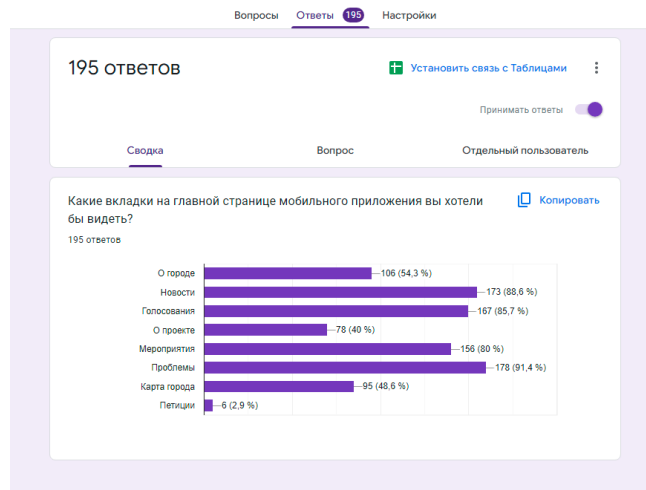


Рисунок 2 – Результаты опроса, касающиеся вкладок

Концептуальная модель архитектуры приложения представлена взаимодействием «клиент - сервер», в который входят три основных блока:

Мобильное приложение – клиент;

Сервер;

База данных.

Как показано на рисунке 3, когда пользователь взаимодействует с приложением, он тем самым отправляет запросы на сервер. Сам же сервер взаимодействует непосредственно с базой данных, где хранятся все данные пользователей.

Администратор осуществляет общий контроль над работоспособностью сервера.

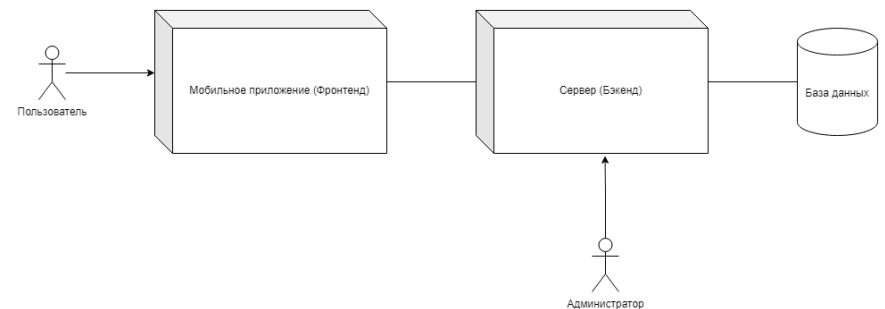


Рисунок 3 – Концептуальная модель архитектуры приложения

Концептуальная модель данных, хранящихся в базе, представлена в нотации IDEF1X, как показано на рисунке 4. Она отражает все сущности и связи между ними, а также их атрибуты.

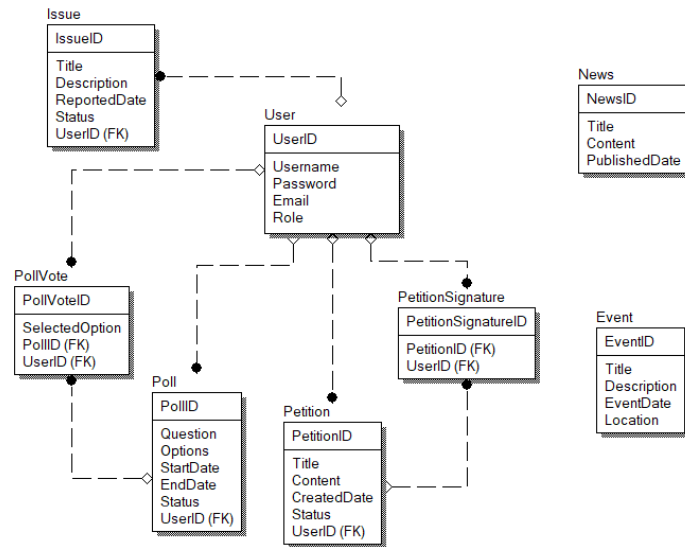


Рисунок 4 – IDEF1X модель данных приложения

Основной сущностью является пользователь приложения – «User», так как именно он взаимодействует функционалом приложения. Сущность «Issue» (Проблема) связана с «User», так как предполагается, что, когда житель отправляет запрос о проблеме, в базе данных должна храниться запись о пользователе, создавшем запрос. По такой же логике строятся сущности Petition (Петиция), Poll (Голосование), однако, пользователь не может опубликовать их сразу: для начала его запрос поступает на модерацию, где модератор приложения проводит проверку всех требований и решает, опубликовать голосование или петицию на вкладку приложения, чтобы другие пользователи могли участвовать в них. Соответственно, для учета голосов и подписей создается отдельная сущность («PollVote» и «PetitionSignature») с внешним ключом основной сущности и пользователя.

Сущности «News» и «Event» являются независимыми и никак не взаимодействуют с пользователем приложения, он может их только просматривать. За публикацию записей этих сущностей отвечает модератор приложения.

При построении use case диаграммы необходимо учитывать авторизацию пользователя, ведь от этого будут зависеть доступные ему функции. Поэтому, в качестве «актеров» будут выступать два пользователя: авторизованный и

неавторизованный. Согласно результатам анкетирования создаются шесть основных функциональных прецедентов: «Просмотр новостей», «Участие в голосованиях», «Просмотр мероприятий», «Сообщение о проблеме», «Просмотр информации о городе» и «Просмотр петиций». Неавторизованный пользователь будет ограничен тремя функциями: «Просмотр новостей», «Просмотр мероприятий» и «Просмотр информации о городе», как показано на рисунке 5.

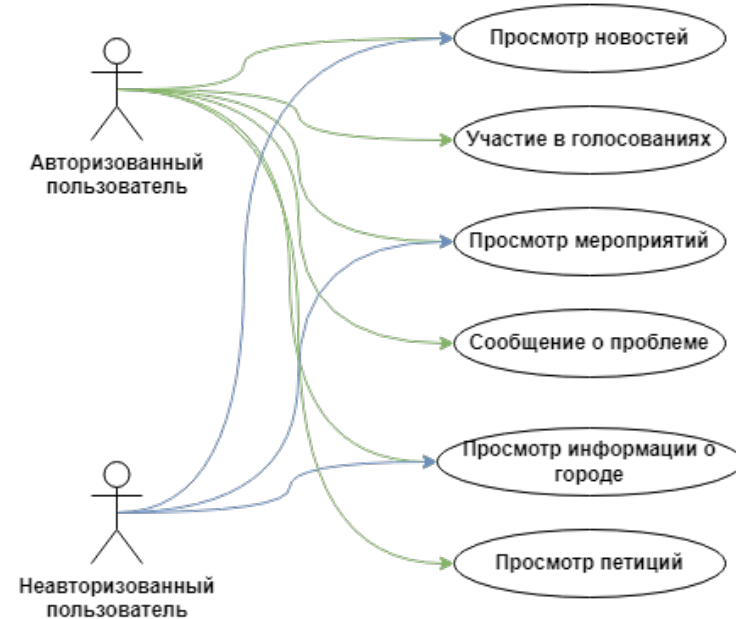


Рисунок 5 – Use case диаграмма

Выводы

Использование анкетирования для сбора информации и методов концептуального моделирования, а именно построение архитектуры приложения, моделей данных и use case модели, обеспечили структурированный подход к проектированию мобильного приложения. Эти методы помогли не только построить функциональную, но и интуитивно понятную структуру, по которой можно предвидеть потенциальные ошибки, а также повысить надежность и эффективность конечного продукта. Таким образом, сочетание этих методов доказало свою эффективность в проектировании мобильных приложений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Перезолова, А. С.** Городские электронные референдумы: опыт проекта «Активный гражданин» [Текст]. – 2015. – №. 2. – С. 108–113.
- 2 **Соколова, В. В.** Разработка мобильных приложений [Текст]. – 2019. Преимущества мобильных приложений [Текст]. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://wiserv.ru/blog/mobile-app/what-is-better-mobile-site-or-app>.
- 3 **Bowman, L. J.** Statista // Journal of Business & Finance Librarianship [Текст]. – 2022. – Т. 27. – №. 4. – С. 304–309.
- 4 **Долженко, Ю. Ю., Позднякова, А. С.** Онлайн анкетирование как современный и эффективный способ исследования [Текст]. – 2015. – №. 1. – С. 109–110.
- 5 Google forms [Текст]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://workspace.google.com/intl/ru/products/forms/>
- 6 **Белоусов, А. В., Толкачева, О. С., Баева, В. Г.** Разработка концептуальной модели базы данных информационно-справочных СППР [Текст]. – 2017. – С. 297.
- 7 Архитектура мобильных приложений [Текст]. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://medium.com/oceanize-geeks/android-application-architecture-189b4721c7c5>.
- 8 **Teixeira, J., Santos, M. Y., Machado, R. J.** Business process modeling languages and their data representation capabilities // International Conference on Intelligent Systems (IS) [Текст]. – IEEE, 2018. – С. 685–691.
- 9 **Азарчик, Р. В., Балакир, М. В.** Особенности построения UML диаграмм при проектировании веб-систем [Текст]. – 2020. – С. 69–71.

REFERENCES

- 1 **Perezolova, A. S.** Gorodskie e`lektronny`e referendumy` : opy`t proekta «Aktivny`j grazhdanin» [City electronic referendums: the experience of the Active Citizen project] [Text]. – 2015. – № 2. – P. 108–113.
- 2 **Sokolova, V. V.** Razrabotka mobil`ny`x prilozhenij [Development of mobile applications] [Text]. – 2019. Preimushhestva mobil`ny`x prilozhenij [Advantages of mobile applications] [Text]. [Electronic resource]. – Rezhim dostupa: <https://wiserv.ru/blog/mobile-app/what-is-better-mobile-site-or-app>.
- 3 **Bowman, L. J.** Statista // Journal of Business & Finance Librarianship [Text]. – 2022. – V. 27. – № 4. – P. 304–309.

- 5 **Dolzhenko, Yu. Yu., Pozdnyakova, A. S.** Onlajn anketirovanie kak sovremenny`j i e`ffektivny`j sposob issledovaniya [Online survey as a modern and effective research method] [Text]. – 2015. – № 1. – P. 109–110.
- 6 Google forms [Text]. [Electronic resource] – Rezhim dostupa: <https://workspace.google.com/intl/ru/products/forms/>
- 7 **Belousov, A. V., Tolkacheva, O. S., Baeva, V. G.** Razrabotka konceptual`noj modeli bazy` dannyx informacionno-spravochny`x SPPr [Development of a conceptual model of the database of information and reference DSS] [Text]. – 2017. – P. 297.
- 8 Архитектура mobil`ny`x prilozhenij [Architecture of mobile applications] [Text]. [Electronic resource] – Rezhim dostupa: <https://medium.com/oceanize-geeks/android-application-architecture-189b4721c7c5>.
- 9 **Teixeira, J., Santos, M. Y., Machado, R. J.** Business process modeling languages and their data representation capabilities // International Conference on Intelligent Systems (IS) [Text]. – IEEE, 2018. – P. 685–691.
- 10 **Azarchik, R. V., Balakir, M. V.** Osobennosti postroeniya UML diagramm pri proektirovanii veb-sistem [Features of constructing UML diagrams when designing web systems] [Text]. – 2020. – P. 69–71.

Поступило в редакцию 11.09.24.

Поступило с исправлениями 07.10.24.

Принято в печать 01.11.24.

**М. С. Федкевич*

Инновациялық Еуразия университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
11.09.24 ж. баспаға түсті.
07.10.24 ж. түзетулерімен түсті.
01.11.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

**«БЕЛСЕНДІ АЗАМАТ» МОБИЛЬДІ ҚОСЫМША ЖАСАУ
КЕЗІНДЕ САУАЛАЛУ ЖӘНЕ ТҰЖЫРЫМДЫҚ
МОДЕЛЬДЕРДІҢ ҚАЗІРГІ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ**

Бұл мақалада сауалнама әдісін қолдану арқылы анықталған пайдаланушы қалауларына негізделген заманауи концептуалды модельдеу әдістерін пайдалана отырып, «Белсенді азамат» мобильді қосымшасын жобалау процесі қарастырылады. Жұмыстың мақсаты – пайдаланушылардың функционалдық қажеттіліктерін барынша қанағаттандыратын мобильді қосымшаны жасау болды.

Зерттеу нәтижелерін талдау кезінде қосымшалар құрылымының негізін құрайтын алты негізгі функционалды қойындылар анықталды: «Жаңалықтар», «Дауыс беру», «Оқиғалар», «Мәселелер», «Қала туралы» және «Өтініштер». Алынған деректер негізінде құрастырылған концептуалды қолданбалы модельдер ұсынылған, атап айтқанда: пайдаланушының сервермен әрекеттесуін сипаттайтын қолданбалы архитектура моделі (Клиент-Сервер), нысандарды, атрибуттарды және арасындағы қарым-қатынастарды сипаттайтын IDEFIX белгілеуімен құрастырылған қолданбалы деректер моделі. олар және әрбір пайдаланушы тобына қандай қолданба функционалдығы қолжетімді екенін көрсететін үлгі қолданба функционалдығы (пайдалану жағдайы диаграммасы). Осылайша, нәтижесінде сауалнама әдісімен ұштастыра концептуалды модельдеу әдістерін қолдану жоғары функционалды, ыңғайлы қосымшаларды жасауға ықпал ететіні, сонымен қатар болашақ мобильді қосымшаның бейнесін ертерек қалыптастыруға көмектесетіні анықталды. даму кезеңдері. Сонымен қатар, бұл әдістерді пайдалану ықтимал қателерді болжауға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: мобильді қосымша, белсенді азамат, концептуалды модельдеу, сауалнама, қолданба архитектурасы, клиент-сервер, IDEFIX белгілеу, пайдалану жағдайының диаграммасы.

***M. S. Fedkevich**

Innovative University of Eurasia, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 11.09.24.

Received in revised form 07.10.24.

Accepted for publication 01.11.24.

USE OF QUESTIONNAIRES AND MODERN METHODS OF CONCEPTUAL MODELING IN THE DESIGN OF MOBILE APPLICATION «ACTIVE CITIZEN»

This article discusses the process of designing a mobile application «Active Citizen» using modern methods of conceptual modeling, based on the preferences of users, which were identified through the method of questioning. The purpose of the work was to create a mobile application that maximally meets the functional needs of users. When analyzing the results of the survey, six main functional tabs were identified, which will form the basis of the application structure: «News», «Votes», «Events»,

«Problems», «About the City» and «Petitions». The conceptual models of the application built on the basis of the obtained data are presented, namely: the model of the application architecture describing the interaction of the user with the server (Client-Server), the model of the application data built with the help of IDEFIX notation describing the entities, attributes and relations between them, and the model of the application functionality (use case diagram) showing what functionality of the application is available to each group of users. Thus, the result reveals that the use of conceptual modeling methods in combination with the questionnaire method contributes to the creation of highly functional, user-friendly applications, and helps to form a picture of the future mobile application at the early stages of development. In addition, the use of these methods helps to anticipate potential errors.

Keywords: mobile application, active citizen, conceptual modeling, survey, application architecture, client-server, IDEFIX notation, use case diagram.

Peter Schmidt

University of Economics in Bratislava, Bratislava, Slovakia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5928-2821>

e-mail: peter.schmidt@euba.sk

SYSTEMS AND EFFECTIVE MANAGEMENT METHODS IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

The digitalisation of all processes and management in all areas of social and economic life is widespread. Therefore, the emerging new human needs are also forming new modern requirements that are constantly being updated. This will lead to transformation in all areas and open the way to new paradigms. One of the areas of human activity is the field of education, which is constantly undergoing transformations to improve the quality of the educational process. Distance learning is a modern form of education. This is due to the fact that distance education makes it possible to study regardless of the distance at which the student is located. Therefore, increasing the effectiveness of distance education by using new technologies is a continuous process. This paper deals with the system of distance education platform development. It is also planned to consider the modern ways to implement distance education and conduct education in an effective way. This will make it possible to determine the specifics of distance education in the current situation, systematize the accumulated knowledge and form a scientific opinion.

Keywords: digitalization, management systems, effective methods, management, technology, digital solutions, innovation, digital transformation.

Introduction

Currently, one of the most pressing issues in the preparation of future computer science teachers in higher education is the need to teach online learning platforms for distance education. The use and implementation of modern technologies in the development of information and communication technologies is one of the main tasks of general informatics teachers. In this context, a learning management system (LMS) is an online platform that allows students to provide information in or out of the classroom. The LMS allows teachers to provide personalized instruction to students that is accessible anytime and anywhere without geographical limitations.

Because of the unique learning and design capabilities, learning management systems can be implemented for a wide range of students at different levels. Most learning management systems have a standard set of tools that are used to facilitate online communication.

Forms of education

Leaving aside the full-time students who are educated in the “classical” way, all others can be described as distance, part-time, distance learning, studying on the side of work or with a personal study plan. Although these terms are mostly used to refer to students who ‘go to school on Saturdays’, their meanings are not identical. The fact that different terms can have different content did not bother us until other forms of education emerged.

The distance form of education can in principle be divided into 2 parts

Presentational (face-to-face), when the student is in the same place at the same time as the lecturer.

Distance learning, where the student is not in the same place at the same time. at the same time as the lecturer and using the communication achievements of the present technology for communication.

On-line, they can communicate live.

Off-line, the student accesses the study materials at any time, without the possibility of direct consultation with the lecturer.

E-learning has been part of the educational process for many years. E-learning in the form in which it has spread was in fact identical to the LMS Moodle. We personally do not share the enthusiasm for this learning management system. Of course, Moodle can facilitate learning if students are properly prepared by the teacher and if a lot of learning material is placed in it [1, 2].

Yet we would not call it teaching. It lacks the personality of the teacher, the lecturer, the facilitator, who guides the student in the right direction, taking into account the specificities of his personality. No LMS can do that. We often hear people say that in a few years’ time teachers will no longer be needed because learning will be provided by the LMS. We consider such statements to be completely wrong, which can only be made by someone who has never taught in his or her life and has no idea about the teaching process from the teacher’s point of view.

The last 2 years have proven that LMS like Moodle can only help in teaching on a support level, but are not suitable to do the whole teaching process.

Similar statements have also been made about traditional shops, that in a few years’ time traditional shops will be a thing of the past because they will be replaced by e-shops. Since then, a few years have passed and traditional shops are still in business, although the number of e-shops has multiplied many times over. Even traditional stores have their own web-shops, which they can still profit

from. This is actually a nice analogy to the fact that teachers will increasingly use e-technology, but there is no substitute for technology.

E-learning modes can be divided as follows:

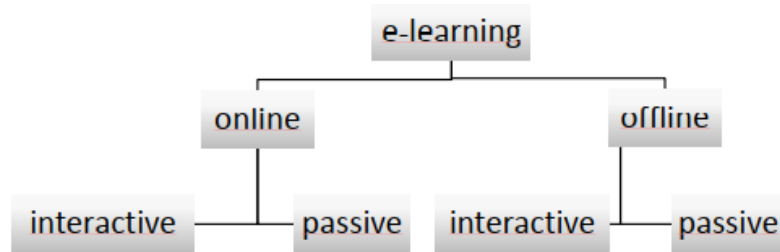


Figure 1. – E-learning learning models [1].

At present, «blended learning» is very often used, which is a loose combination of traditional teaching and some form of e-learning, most often the offline passive method.

Types of e-learning

The idea of using a computer for education was first conceived long before the advent of affordable desktop computers, in the 1960s. Computer assisted instruction - CAI was able to automate certain stages of learning, but it did not lead to actual learning.

In the 1980s, with the advent of 8-bit desktop computers, the term Computer Managed Learning - CML was coined. CML was mainly used in school administration, where it stored data about the school's students but was not involved in direct teaching.

With the advent of the first PCs, the speed and memory capacity and storage of the new devices increased quite radically, against which 8-bit computers stood no chance. With improvements in graphics and fast storage media for the time, the first tutorials began to appear and the phrase Computer assisted learning - CAL - began to be used.

The massive growth of the Internet and especially web technologies in the late 1990s opened the way for so-called Web Based Learning - WBL. WBL represents a form of learning via the Internet, but most often in a passive off-line mode. WBL can be considered as a starting point for conventional LMS systems.

3G mobile technologies such as WCDMA, UMTS, HSUPA, 4G LTE and the current 5G technology were necessary to enable mobile devices to be used for fast transfer of big data in addition to telephony. mLearning or mobile learning is

currently the most widespread form of e-learning, enabling all modes of working. The rise of tablets, smartphones, tablets testify to the fact that this technology has its golden days still ahead of it [3, 4, 5].

Materials and Methods

Distance learning platforms have proved to be very useful tools in the covid pandemic. The best way to organise off-line passive learning is to use a learning management system such as Moodle. The organisation scheme for distance learning is shown in Figure 1. It can be seen that there is no direct communication between student and teacher, only indirect communication by e-mail, which can be very slow and demotivating for the student.

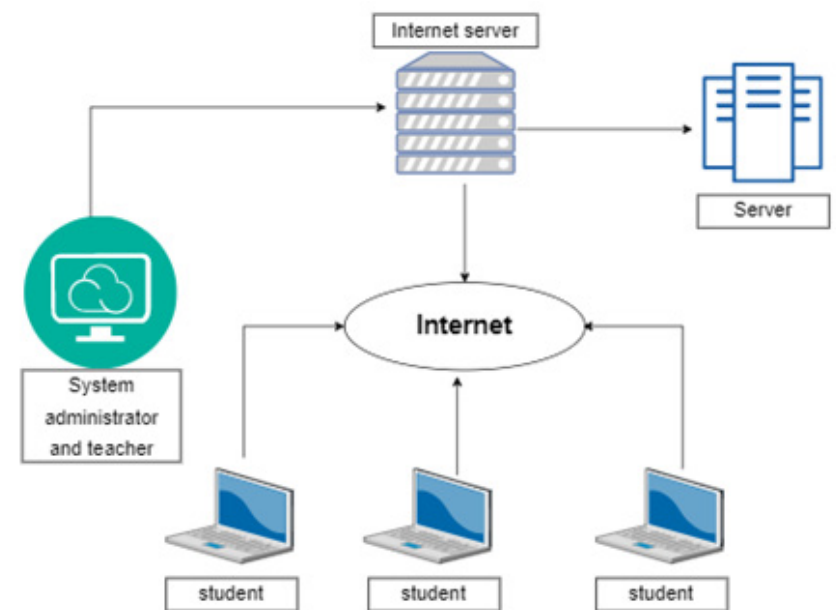


Figure 2 – The scheme of organization of distance learning

After examining several LMSs, a teacher must conclude that most LMSs are just a collection of learning materials. The main difference between them lay in the amount and structure of information available. A very important element of interactivity was missing in most of them. Although some interactivity options have been added in some LMSs, still these systems are more suited for self-study for students who can learn. Unfortunately, very many students do not know the

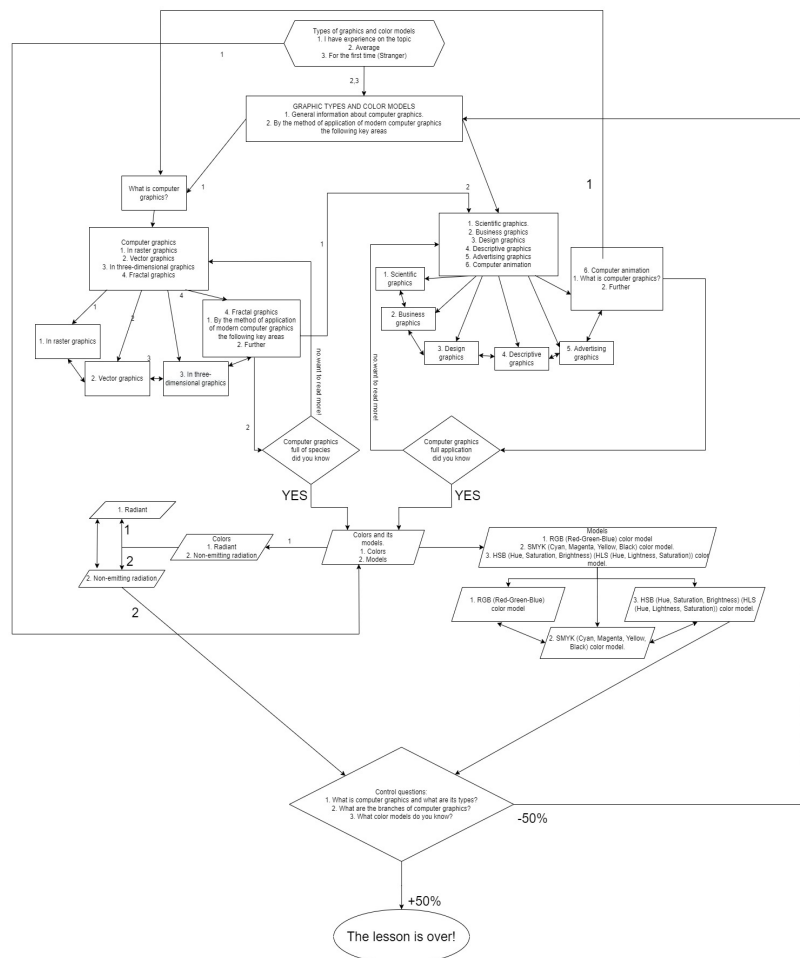
methods of effective learning and therefore find self-study very difficult and usually do not produce the expected result.

Our aim in this article was to highlight the possibilities of off-line teaching that uses elements of interactivity, thus involving the student in the learning process [6, 7]. The student ceases to be an external observer and becomes a participant in the course who can manage the course according to his/her needs. An important factor is that the student very quickly forgets that the teacher is not online and therefore his attention is also kept at the necessary level.

When we realize the nature of the off-line interactive method, we can easily see that the preparation of such a course is very difficult. However, the advantage is that when the course is well prepared and the content is not changed it is usable for a longer period of time. Figure 3 shows a diagram of one course. From the direction of the arrows it can be seen that the student can go through the whole process in different ways. Whichever path the student chooses, the teacher is prepared for it by the corresponding video. Another benefit is the curiosity of the students, who of course do not know this diagram and usually try multiple paths, thus learning the course without realizing it.

To do this, we can use one of the diagramming tools, such as Visio, to create a flowchart of the entire learning unit. Creating a flowchart (Figure 3) will be used to create the scenario itself.

After the flowchart, we will create a presentation according to the flowchart and write the script and text part of each film. Because the learning process can take several lines, it is best to choose the number of each PowerPoint field for each video text.



Slide №	Video text
1	Welcome to the course of lectures on Graphic types and color models on the subject of web programming. You can conduct our lecture effectively and choose which category is best for you. If you already have experience in web programming, you can quickly read the lecture. If you think your education is average, we should work with you longer. If you consider yourself among the beginners, start only with this course if you have a lot of time and you are not in a hurry. If you don't have time now, we can meet at another time. Select your option.
7	Oh I understand. Your skill level is already at the appropriate professional level, so we would like to show you table of frequently used technology
9	We came to the section» general information about computer graphics». If you want to go directly to the models, click here and take a look, but I would recommend taking a look at the distribution by functional relationship, especially for those who do not consider themselves experts.

Figure 3 – Off-line interactive learning management system

11	After talking about computer graphics, you can see them for yourself or choose them according to your preferences. For example: types.
14	You were very good today, we have reached the end of the first part. Do you want to go to the second part? Are you ready or want to take a break? Choose your own path.
2	You have experience in this topic, so you consider yourself intermediate. Very good. Now you just choose: should you view the colors and models sections (for example, models, etc.) or go straight to the standard? Choose.
3	I noticed that you consider yourself a beginner. Maybe you know more than you think! You know that different colors are used on web pages. But you may not know how to use colors. Web pages provide brief information about the use of colors.
4	Review different types of computer graphics. On the next slide, we can see their characteristics. If you are connected to the internet, you can view individual terms by clicking on them. I'm waiting for your choice.

Probably the most difficult is the creation and editing of films, so that the resulting product acts as a teacher communicates with students. If a studio and technical support are available, it's much easier, but if not, we can do with the basic tools that Windows provides. There may be a problem with some video formats that store .mov files that cannot be played without downloading codecs. If this is our situation, then it makes sense to use any video converter and convert it to wmv or flv. If we use Power Point, then our format is wmv, but if we want to use flash, we prefer flv. We can use any of the common editing programs for subsequent editing, but you can also do so via Windows Live Movie Maker. Again, it is recommended to identify each sequence by a frame number. By placing the sequence in the presentation and setting up the links in the presentation, we are almost done.

Results and Discussion

Using the basic PowerPoint functions allows you to create presentations with the necessary effects, as the example above demonstrates. Even without sophisticated tools, impressive results can be achieved that will make the learning material more visual and interesting for students.

If the presentation is created in Flash format, this provides additional advantages. In particular, students do not need to download the file, as they can play the presentation directly in the browser. This greatly simplifies access to materials and makes the learning process more convenient, especially for distance learning. The introduction of such technologies helps to increase the interactivity

of the educational process and provides greater flexibility in the use of educational materials.

Due to the availability of special modules, the integration of such presentations into electronic educational systems such as Moodle is carried out without much difficulty. These systems support a variety of multimedia formats, allowing teachers to easily upload, edit, and manage content. The built-in Moodle tools provide the ability to add animations, tests, hyperlinks and other interactive elements, which contributes to the active involvement of students in the learning process.

One of the most effective methods of improving educational content is the use of interactive video. The inclusion of video materials in e-courses makes learning more dynamic and accessible. This is especially important for students studying in distance and correspondence programs, since in such formats of the educational process personal contact with the teacher is limited. The video helps you learn complex topics better by providing visual examples and step-by-step explanations that can be reviewed at any time.

Interactive video allows students to participate in learning more actively [8, 9-10]. For example, you can include test questions, control tasks, or links to additional resources in video materials. This approach helps to better memorize information and develop critical thinking. In addition, students can independently adjust the pace of learning by returning to complex topics or skipping materials they have already studied. The use of digital technologies in the educational process contributes to the development of new teaching methods. Teachers can use a combined approach, combining traditional lectures with interactive elements. This helps to adapt the learning process to students' different learning styles and increases their motivation to study the subject.

Thus, modern multimedia technologies such as PowerPoint, Flash and interactive video significantly expand the possibilities of e-learning. They make the educational process more accessible, flexible and efficient, especially for students who cannot attend classes regularly. The integration of such tools into educational platforms allows you to create user-friendly and informative courses that meet the requirements of modern educational standards.

Conclusion

Interactive technologies are improving e-learning by making it more accessible, flexible, and effective. They help students learn the material faster, increase the level of involvement in the learning process and make learning more adaptive to the individual needs of each student.

REFERENCES

1 **Woo, Y, Reeves, T. C.** Meaningful interaction in web-based learning: A social constructivist interpretation // The Internet and Higher Education, [Electronic resource]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/223723485_Meaningful_interaction_in_Web-based_learning_A_social_constructivist_interpretation, 2007 – Т. 5. – №10 (1). – P. 15–25.

2 **Moldabayeva Z. S., Schmidt P., Seitbattalov Z. Y. and Amankeldinov T. A.**, «Simulation Of An Intelligent Detection System Virus SARS-CoV-2 In Enclosed Spaces» ICECCO 2021 – 2021 IEEE International Conference on Electronics Computer and Computation.

3 **Seitbattalov, Z. Y., Atanov, S. K., Moldabayeva, Z. S.** «An Intelligent Decision Support System for Aircraft Landing Based on the Runway Surface» SIST 2021 - 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, 2021.

4 **Mukanova, Z., Atanov, S., Jamshidi, M.** «Features of Hardware and Software Smoothing of Experimental Data of Gas Sensors» SIST 2021 - 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, 2021.

5 **Rakhmetov, M., Sadvakassova, A., Saltanova, G., Yessekenova, A.** Usage and effectiveness of educational platforms in Kazakhstan during the Covid-19 pandemic., World Transactions on Engineering and Technology Education, 2022, 20(3), P. 226–231. – [Electronic resource]. – URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57851256100>

6 **Schmidt, P.** MOOC – budúcnosť vzdelávania alebo bublina. In Inovačný proces v e-learningu. Medzinárodná vedecká konferencia. Inovačný proces v e-learningu : recenzovaný zborník príspevkov [z 9.] medzinárodnej vedeckej konferencie : Bratislava 22. apríl 2015. - Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2015. ISBN 978-80-225-4076-6, P. 1–7.

7 **Schmidt, P.** Využitie e-learningu v dištančnom vzdelávaní. In International scientific days 2016. Conference proceeding. International scientific days 2016. The agri-food value chain : challenges for natural resources management and society : conference proceeding of reviewed articles : May 19-20, 2016 Nitra, Slovak Republic. - Nitra : Slovak university of agriculture, 2016. ISBN 978-80-552-1505-1, P. 207–215.

8 **Schmidt, P., Pittner, J.** Smart off-line webinar for distant education. In Otkrytoje obrazovanie : naučno-praktičeskij žurnal. - Moskva : [s. n.], 2013. ISSN 1818-4243, 2013, № 5, P. 64–66.

9 **Báñez, G., Lukáčová, D.** Preparation of future teachers for measuring technical quantities //R&E-SOURCE. – 2023. – С. 21–29.

10 **Procházka, P.** Analýza šírenia koronavírusu vo vzdelávacích inštitúciách //Economics And Informatics. – 2022. – Т. 20. – №. 2.

Петер Шмидт

Братиславадағы Экономикалық университет, Братислава, Словакия

02.02.25 ж. баспаға түсті.

24.02.25 ж. түзетулерімен түсті.

05.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

**ЦИФРЛАНДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ
БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН ТИІМДІ ӘДІСТЕРІ**

Әлеуметтік және экономикалық өмірдің барлық салаларында барлық процестер мен басқару цифрландырылады. Осылайша, адамның жаңа қажеттіліктері үнемі жаңарып отыратын жаңа заманауи талаптарды қалыптастырады. Бұл барлық салаларда трансформацияға әкеледі және жаңа парадигмаларға жол ашады. Адам қызметінің бір саласы-білім беру процесінің сапасын арттыру мақсатында үнемі өзгеріп отыратын білім беру саласы. Қашықтықтан оқыту-оқытудың заманауи түрі. Себебі қашықтықтан білім беру студенттің қашықтығына қарамастан оқуға мүмкіндік береді. Осылайша, жаңа технологияларды қолдану арқылы қашықтықтан білім берудің тиімділігін арттыру үздіксіз процесс болып табылады. Бұл мақалада қашықтықтан білім беру платформасын әзірлеу жүйесі қарастырылған. Сондай-ақ, қашықтықтан оқытуды енгізудің және білім беру процесін тиімді жүргізудің заманауи тәсілдерін қарастыру жоспарлануда. Бұл қазіргі жағдайда қашықтықтан білім берудің ерекшелігін анықтауға, жинақталған білімді жүйелеуге және ғылыми пікір қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: цифрландыру, басқару жүйелері, тиімді әдістер, менеджмент, технологиялар, цифрлық шешімдер, инновациялар, цифрлық трансформация.

Петер Шмидт

Экономический университет в Братиславе, Братислава, Словакия

Поступило в редакцию 02.02.25.

Поступило с исправлениями 24.02.25.

Принято в печать 05.03.2025.

СИСТЕМЫ И ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Повсеместно происходит цифровизация всех процессов и управления во всех сферах социальной и экономической жизни. Таким образом, возникающие новые потребности человека также формируют новые современные требования, которые постоянно обновляются. Это приведет к трансформации во всех областях и откроет путь к новым парадигмам. Одной из сфер человеческой деятельности является сфера образования, которая постоянно претерпевает преобразования с целью повышения качества образовательного процесса. Дистанционное обучение - это современная форма обучения. Это связано с тем, что дистанционное образование дает возможность учиться независимо от расстояния, на котором находится студент. Таким образом, повышение эффективности дистанционного образования за счет использования новых технологий является непрерывным процессом. В данной статье рассматривается система разработки платформы дистанционного образования. Также планируется рассмотреть современные способы внедрения дистанционного обучения и эффективного проведения образовательного процесса. Это позволит определить специфику дистанционного образования в текущей ситуации, систематизировать накопленные знания и сформировать научное мнение.

Ключевые слова: цифровизация, системы управления, эффективные методы, менеджмент, технологии, цифровые решения, инновации, цифровая трансформация.

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»

FTAMP 29.17.35

<https://doi.org/10.48081/POTI7182>

Т. Бижигитов¹, *М. Р. Кушербаева², Л. Т. Бижигитова³

^{1,2}М. Х. Дулати атындағы Тараз университеті,

Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

³Қазақ Ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті, Тараз қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5276-8033>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6707-7905>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0948-7494>

*e-mail: kmaikul@mail.ru

МҰЗ ТҮРІНІҢ СЫРТҚЫ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ СЕРІМДІЛІК ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ ІН

Ғылыми мақалада алғаш рет авторлар тұрғызған P-t координатасындағы фазалық диаграммада орналасқан поликристалл Іn мұз түрінің -40°C, -100°C, -120°C, -140°C, -170°C температуралардағы изотермалық жан-жақты (ae) сығылу коэффициентінің, көлемдік серпімділік (χ) модулінің қысымға және изобаралық жылылулық көлемдік ұлғаю (β) коэффициентінің температураға тәуелділігі анықталды. Тәжірибелік өлшеулер мен зерттеулер жүргізу мақсатында бір-біріне қыздырылып күшпен кигізілген үшқабаттан тұратын цилиндр-поршень типті азоттың буымен суытылатын қондырғы жинастырылды. Сыққыштың манометрін градуирлеу мұз түрлерінің температурада II→III, III→V, V→VI түрлену нүктелері мен үлгінің ішінде орналасқан қалайы (Sn) және галлий (Ga) өткізгіштерінің электр кедергілерін өлшеу арқылы іске асырылды. Жоғары қысымдарда төменгі қозғалмайтын және жоғарыдағы қозғалатын поршеньдердің деформациялары ескерілді. Камераның радиалды деформациясы шамалы болғандықтан ескерілмеді. Екі рет дистилляцияланған көлемі су шприцтің көмегімен камераның қабырғасы мен үлгінің арасындағы үйкеліс күшін кеміту және ондағы қысымды біртектіге жақындату үшін сыртты графитпен жалатылған қабырғасы жұқа второпластан жасалған цилиндр пішінді ыдысқа құйылды. Камерадағы мұздың ішінде орналасқан мыс-константан термоджұбының, температура реттегіштің,

қыздырғыштың көмегімен әрбір қажетті температураны дәлділікпен $\pm 1^\circ\text{C}$ бақылап отырдық. 400МПа қысымда мыс-константан термоджұбына температурада енгізілетін түзету $\pm 2^\circ\text{C}$ болғандықтан, температура төмендеген сайын оның шамасы кемитіндіктен, түзетулер енгізбедік. Поликристалл Іh мұз түрінің көлемінің өзгерісі арнайы сызықтық орын ауыстыруды электр импульстеріне айналдыратын жұмыс істеу принципі фотоэффект құбылысына негізделген, өлшеу диапазоны (0-10 мм) түрлендіргішпен өлшенді.

Кілтті сөздер: көлемдік серпімділік модулі, изотерма, изобара, жан-жақты сығылу коэффициенті, фазалық диаграмма.

Кіріспе

Соңғы жылдары ғалымдар планетамыздың солтүстік полюсі мен Күн жүйесіндегі планеталарда тұщы судың, газдың, мұнайдың қатты күйдегі үлкен қоры бар екендігін дәлелдеп отыр. Осыған қарамастан тұщы судың жоғары (0-25) кбар қысым мен төменгі (-180-25 $^\circ\text{C}$) температурадағы Р-т координатасындағы мұз түрлерінің физикалық қасиеттері жан-жақты талқыланып жақсы зерттелмеген [1,60-61-66.], [2,40-6.]. Мысалы, Юнг, ығысу модульдерінің, олардағы серпімді толқындардың таралу жылдамдықтарының, жылу сыйымдылықтарының, Дебай температурасының, фонондық спектрлердің, көлемдік жылулық ұлғаю коэффициенттерінің термодинамикалық функциялардың температура мен қысымға тәуелділігі туралы ақпараттар мүлдем жоқ. Сонымен қатар фазалық диаграммадағы жоғары қысым мен төменгі температуралардағы мұз түрлері шалаөткізгіштер. Сондықтан жоғары қысым мен төменгі температураларда пайда болатын поликристалл мұз түрлерінің физикалық қасиеттерін зерттеу көптеген теориялық және практикалық мәселелерді шешуге ерекше ықпалын тигізеді. Қазіргі таңда тек мұхит және теңіз суларының жоғары қысым мен төменгі температураларда механикалық қасиеттерін зерттеуге арналған [3;4;5;6] мақалалар баспадан шыққан. Ұсынылып отырған ғылыми еңбекте жоғары қысым мен төменгі температурада қатты денелердің серпімділік қасиеттерін зерттейтін цилиндр-поршень типті камераның құрылысы, онда орналасқан үлгінің температурасы мен қысымын және көлемінің өзгерістерін өлшеу әдістері көрсетілген [7;8;9;10;11;12].

Зерттелетін үлгінің серпімділік қасиеттерін сипаттау үшін тұрақты температурада $V(p)$ және тұрақты қысымда $V(t)_p$ тәжірибеден алынған тәуелділік қисықтарын дифференциалдау арқылы ізделініп отырған физикалық параметрлерін [13,166-170-66.] мақалада келтірілген әдісті қолданып таптық. Жоғары қысым мен төменгі температурада қатты

денелердің физикалық қасиеттерін зерттейтін қондырғы жақсы зерттелген заттарды қолдану арқылы сынақтардан өткізіліп тексерілді.

Материалдар мен әдістері

Зерттеу жұмыстарын жүргізу мақсатында бастапқы көлемі белгілі екі рет дистилляцияланған суды пайдаландық. Камераның ішіндегі үлгінің температурасын температура реттегіш жүйесінің көмегімен бақылап отырдық.

Іh мұз түрінің жоғары (0,15-12,50) кбар және төменгі (-40-170 $^\circ\text{C}$) температура аралығындағы серпімділік қасиеттерін сипаттау үшін тәжірибе жүзінде фазалық түрленулерге дейін алынған тұрақты температурада көлемнің қысымға және тұрақты қысымда көлемнің температураға тәуелділік қисықтың бөліктерін дифференциалдау арқылы мына физикалық параметрлерді $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_t$, $\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial t} \right)_p$ есептеп таптық.

Іh мұз түрі кристаллданғанда пайда болатын ақауларды жою мақсатында оны сыққыштың көмегімен екі рет 0,45 кбар қысымға дейін сығып, қысымды атмосфералық қысымға түсіргенде үлгінің бастапқы және соңғы көлемдерінің бірдей болуы поршеннің ілгері-мелі қозғалысын электр импульстеріне айналдыратын реверсивті түрлендіргіштің көмегімен бақыланды. Қысымды сыққыштың (УНГР-2000) көмегімен үлгідегі температураға әсерін тигізбеу үшін өте баяу арттырдық. Поршеннің ілгері-мелі қозғалысын электр импульстеріне айналдыратын түрлендіргішті колибрлеу микрометрлік бұрандасы бар арнайы құрылғының көмегімен жүзеге асырылды. Микрометрлік бұранданың қадамының жүйелі түрде жіберетін $\pm 5 \times 10^{-3}$ мм қателігінің салыстырмалы шамасы 0,055% тең қателікті енгізеді. Камераның поршенінің 30 кбар қысымға дейінгі біртекті емес деформациясы кезіндегі салыстырмалы қателігі 0,03% құрады. Термиялық көлемдік ұлғаю коэффициентінің өлшеулерге енгізетін қателігі маркасы Р18 құрыш үшін $\pm 0,3 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{град}}$ деп алдық.

Бұл $V(P,t)$ шамасын өлшегенде жүйелі түрде $\pm 3 \times 10^{-2}$ мм қателік жіберуге әкелді. Құрыштың термиялық коэффициентінің қысымға тәуелділігін ескермеу, шамасы $\pm(0-0,02)\%$ аралықта жүйелі түрде жіберетін қателікті береді. Жоғары қозғалатын поршеннің камераның қабырғасымен арасындағы үйкеліс күшінен туындайтын қателікті тұрақты температурада $\frac{\Delta V}{V}(p)$ графигіндегі нүктелердің ауытқуларынан анықтадық. Ол 1,2 % құрады. Камерада орналасқан поликристалл мұздың ішіндегі қысым сатылы түрде әрбір 0,30 кбар,

және 1 кбар сайын, ал көлемдік ұлғаю коэффициенті тұрақты қысымда әрбір 10 °С температураларда өлшенді.

Нәтижелер және талқылау

Тәжірибелік өлшеулер және физиканың заңдылықтары мен формулаларын қолданып есептелген изотермалық үдерістердегі көлемдік серпімділік модулінің, жан-жақты сығылу коэффициенттерінің қысымға, изобаралық үдерістердегі жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділіктері № 1, № 2 кестелерде келтірілген.

1-кесте – Изотермалық үдерістердегі көлемдік серпімділік модулінің, жан-жақты сығылу коэффициенттерінің қысымға тәуелділігі

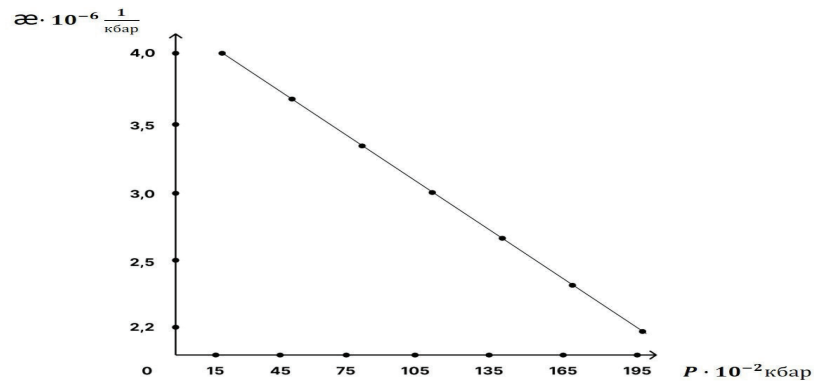
Фаза	$t, ^\circ\text{C}$	P, кбар	$\alpha \times 10^{-5} \frac{1}{\text{кбар}}$	$\chi \times 10^5 \frac{1}{\text{кбар}}$	
1	2	3	4	5	
1h	- 40	0,15	0,421	2,375	
		0,45	0,382	2,617	
		0,75	0,340	2,941	
		1,05	0,296	3,378	
		1,35	0,264	3,787	
		1,65	0,232	4,310	
		1,95	0,200	5,000	
	-100	0,15	0,300	3,333	
		0,45	0,270	3,703	
		0,75	0,250	4,000	
		1,05	0,240	4,166	
		1,35	0,231	4,329	
		1,65	0,205	4,878	
		1,95	0,185	5,405	
		2,25	0,172	5,813	
		2,55	0,150	6,666	
		2,85	0,140	7,142	
		3,05	0,131	7,633	
		3,65	0,120	8,333	
		-120	1,50	0,163	6,134
			2,50	0,145	6,896
3,50	0,130		7,692		
4,50	0,121		8,264		
5,50	0,110		9,030		
7,50	0,090		11,111		

1	2	3	4	6	
1h		8,50	0,064	15,625	
		9,50	0,059	16,949	
		-140	1,50	0,150	6,666
		2,50	0,130	7,692	
		3,50	0,122	8,196	
		4,50	0,105	9,523	
		5,50	0,096	10,416	
	-170	6,50	0,085	11,764	
		7,50	0,075	13,333	
		8,50	0,060	16,666	
		9,50	0,058	17,241	
		1,50	0,144	6,944	
		2,50	0,140	7,142	

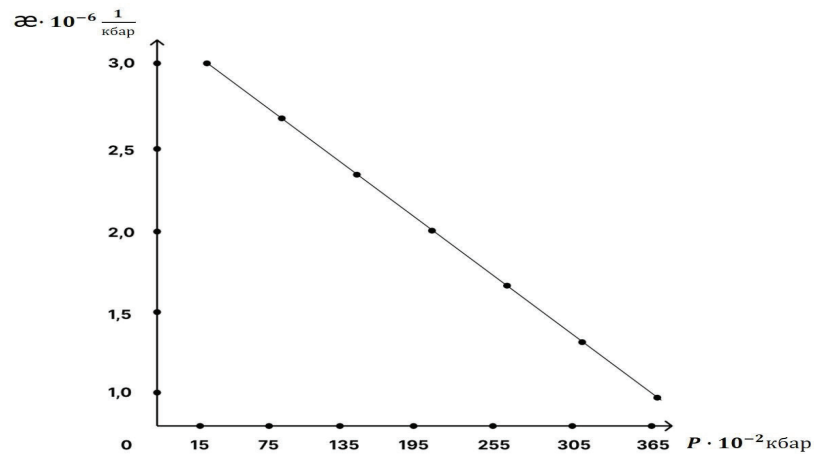
2-кесте – Изобаралық үдерістердегі жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділіктері

Фаза	P, кбар	$t, ^\circ\text{C}$	$-\beta \times 10^{-5} \frac{1}{\text{град}}$
1h	3,00	-170	14,00
		-160	13,50
		-150	13,32
		-140	12,90
		-130	12,60
		-120	12,50
		-110	12,30
		-100	12,15
		5,00	-170
	-160		13,30
	-150		12,92
	-140		12,73
	-130		12,35
	-120		12,25

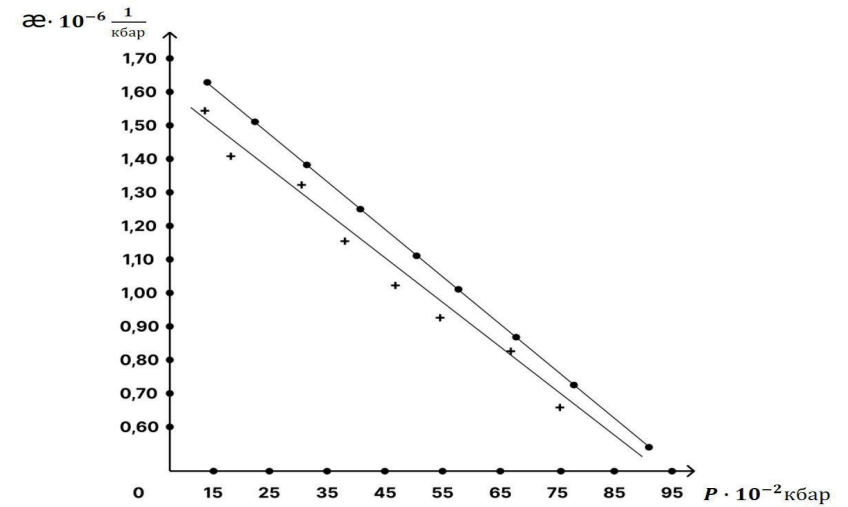
1h поликристалл мұз түрінің -40 °С,-100 °С,-120 °С,-140 °С,-170 °С температураларда көлемдік серпімділік модулінің, жан-жақты сығылу коэффициенттерінің қысымға 3кбар, 5кбар қысымдардағы жылулық, көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділік графиктері №1, №2 суреттерде көрсетілген.



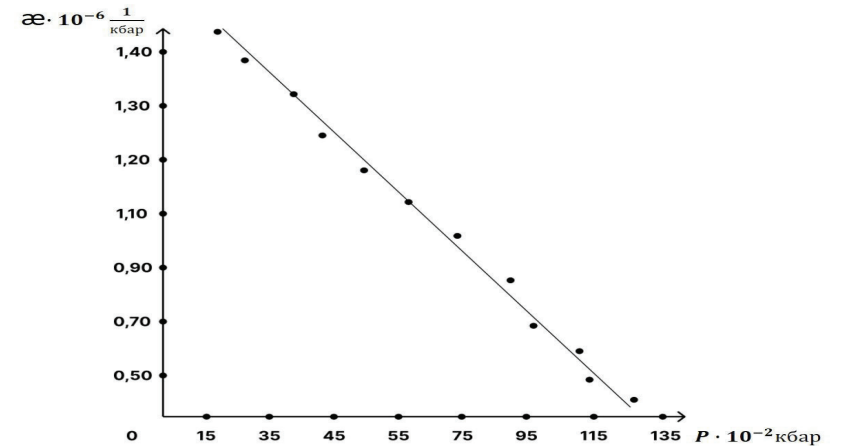
1-сурет – Поликристалл Іh мұз түрінің жан-жақты сығылу коэффициентінің $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада қысымға тәуелділігі



2-сурет – Поликристалл Іh мұз түрінің жан-жақты сығылу коэффициентінің $-100 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада қысымға тәуелділігі



3-сурет – Поликристалл Іh мұз түрінің жан-жақты сығылу коэффициентінің $-120 \text{ }^\circ\text{C}$, $-140 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада қысымға тәуелділігі

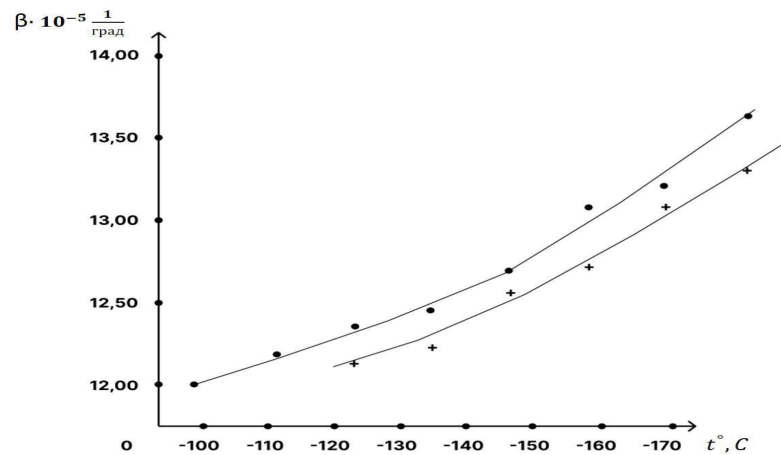


4-сурет – Поликристалл Іh мұз түрінің жан-жақты сығылу коэффициентінің $-170 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада қысымға тәуелділігі

Келтірілген кестелер мен тұрғызылған графиктерден Іh мұз түрінің жан-жақты сығылу серпімділік модулі тұрақты температураларда қысым артқанда

сызықты тәуелділікпен өсетіндігін, ал температура ұлғайғанда сызықты заңдылықпен кемитіндігін көреміз. Жан-жақты сығылу коэффициенті жан-жақты көлемдік сығылу модуліне кері шама болғандықтан, қысым артқанда кеміп, температура ұлғайғанда артады. Бірдей қысымдарда температура төмендеген сайын жан-жақты сығылу көлемдік серпімділік модулі артады. Жан-жақты көлемдік сығылу модулі заттардың сығылуға қарсыласу қабілеттілігін сипаттайды, яғни қатты денелерге берілетін қысым мен көлемнің салыстырмалы өзгерісін байланыстыратын шаманы анықтайды. Тәжірибелік өлшеулер мен есептеулердің нәтижесінде алынған физикалық заңдылықтарды сипаттайтын параметрлерде аномальді құбылыстар байқалмайды. Зерттеліп отырған үлгінің жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің шамасы 3 кбар және 5 кбар қысымдарда теріс мәндерді қабылдайды. Бұл аномальді құбылыс 1h мұз түрі кристалданғанда құрылымында бос кеңістіктердің пайда болуымен түсіндіріледі.

№5 суретте келтірілген графиктен қысым кемігенде $\beta = \beta(t)_p$ қысығы температура осімен шамамен солға 10°C , жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің осінің бойымен жоғары $0,2 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{град}}$ ығысады.



5-сурет – Поликристалл 1h мұз түрінің жылулық көлемдік коэффициентінің тұрақты • 3кбар, + 5кбар қысымдарда температураға тәуелділігі

P-T координатасының үлкен аймағын алып жатқан поликристалл 1h мұз түрінің жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенті теріс мәндерді қабылдап, аномальді қасиетін сақтап қалады.

Қорытынды

1. Алғаш рет поликристалл 1h мұз түрінің -40°C , -100°C , -120°C , -140°C , -170°C температураларда изотермалық жан-жақты сығылу модулінің, сығылу коэффициентінің қысымға тәуелділігі, жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің 3кбар, 5кбар қысымдардағы температураға тәуелділігі анықталды.

2. $V(p)$, $V(t)_p$ тәуелділік графиктерін пайдаланып изотермалық жан-жақты сығылу және изобаралық жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерін есептеу әдісі көрсетілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 Hobbs, P. V. Ice physics. Oxford. : Clazerton Press, 1974. – 837 p.
- 2 Эйзенберг, Д., Кауцман, В. Структура и свойства воды. [Текст]. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1975. – 280 с.
- 3 Конованов, С. В. Обзор физико-механических свойств льда [Текст] // Вестник науки и образования. – 2020. – № 11-1 (89). С. 68–73.
- 4 Марченко, А. В., Карулин, Е. Б., Чистяков, П. В. Экспериментальное определение упругих характеристик морского ледяного покрова [Текст] // Вестник газовой науки. – 2020. – № 3(45). – С. 129.
- 5 Karulina, M., Marchenko, A., Karulin, E., Sodhi, D., Sakharov, A., Chistyakov, P. 2019. Fullscale flexural strength of sea ice and freshwater ice in Spitsbergen Fjords and North-West Barents Sea. Applied Ocean Research (90, 101853), <https://doi.org/10.1016/j.apor.2019.101853>.
- 6 Ковалев, С. М., Бородкин, В. А., Колабути, Н. В., Нюбом, А. А. Основные физические и механические характеристики льда по результатам экспедиции «Трансарктика-2019». – 2020. № 66(3). С. 293–320. – <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-3-293-320>.
- 7 Гажа, Г. П. Расчет сосуда сверхвысокого давления [Текст]. - Киев: Академия наук УССР, 1971. – 81 с.
- 8 Циклис, Д. С. Техника физико-химических исследований при высоких и сверхвысоких давлениях [Текст]. – М. : Химия, 1965. – 405 с.
- 9 Свенсон, К. Физика высоких давлений [Текст]. – М. : ИЛ, 1963. – 325 с.
- 10 Пол, В., Варшауэр, Д. Твердые тела под высоким давлением [Текст]. – М. : Мир, 1966. – 520 с.
- 11 Тонков, Е. Ю. Фазовые диаграммы элементов при высоком давлении [Текст]. – М. : Наука, 1979. – 192 с.

- 12 **Bizhigitov, T., Sembiyeva, A.** Study the Diagram of the Thermodynamic State of Ice at High-Pressure and low-Temperature in the P-T Coordinate. [Text]. Jour of Research in Dynamical Control Systems. – 2019. № 6, Vol. 11. – P. 1–6.
- 13 **Bizhigitov, T., Yelibayeva, A.** The dependence of the compression modulus of ice-six and the coefficient of volume expansion on pressure and temperature. // Вестник КазНПУ им.Абая, серия «Физика-математические науки». – 2020. – №2 (70). – С. 166–170.

REFERENCES

- 1 **Hobbs, P. V.** Ice physics. Oxford.: Clazerdon Press, 1974. – 837 p.
- 2 **Eizenberg, D. Kaucman, V.** Struktura i svoistva vodi [Structure and properties of water] [Text]. Leningrad : Gidrometeoizdat, 1975. – 280 p.
- 3 **Konovanov, S. V.** Obzor fiziko_mehanicheskikh svoistv lida [Review of physical and mechanical properties of ice] [Text] // Bulletin of science and education. – 2020. № 11–1 (89). – P. 68–73.
- 4 **Marchenko, A. B., Karulin, E. B., Chistyakov, P. V.** Eksperimentalnoe opredelenie uprugih karakteristik morskogo ledyanogo pokrova. [Experimental determination of elastic characteristics of sea ice cover] [Text] // Bulletin of Gas Science. – 2020. – № 3 (45). – P. 129.
- 5 **Karulina, M., Marchenko, A., Karulin, E., Sodhi, D., Sakharov, A., Chistyakov, P.** Fullscale flexural strength of sea ice and freshwater ice in Spitsbergen Fjords and North-West Barents Sea. Applied Ocean Research (90, 101853). – 2019. – <https://doi.org/10.1016/j.apor.2019.101853>.
- 6 **Kovalev, S. M., Borodkin, V. A., Kolabutin, N. V., Nubom, A. A., Shimanchuk, E. V.** Basic physical and mechanical characteristics of ice based on the results of the expedition «Transarktika-2019». Arctic and Antarctic Research. 2020;66(3):293-320. (In Russ.) – <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-3-293-320>.
- 7 **Gaja, G. P.** Raschet sosuda sverhvisokogo davleniya [Calculation of ultra-high pressure vessel] [Text]. – Kyiv: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1971. – 81 p.
- 8 **Ciklis, D. S.** Tehnika fiziko_himicheskikh issledovaniy pri visokih i sverhvisokih davleniyah [Technique of physical and chemical research at high and ultra-high pressures] [Text]. - Moscow: Chemistry, 1965. – 405 p.
- 9 **Svenson, K.** Fizika visokih davleniy [Physics of high pressures] [Text]. – Moscow: IL, 1963. – 325 p.
- 10 **Pol, V., Varshauer, D.** Tverdie tela pod visokim davleniem [Solids under high pressure] [Text]. – M. : Mir, 1966. – 520 p.

- 11 **Tonkov, E. Yu.** Fazovie diagrammi elementov pri visokom davlenii [Phase diagrams of elements at high pressures] [Text]. – Moscow: Nauka, 1979. – 192 p.
- 12 **Bizhigitov, T., Sembiyeva, A.** Study the Diagram of the Thermodynamic State of Ice at High-Pressure and low-Temperature in the P-T Coordinate. [Text]. Jour of Research in Dynamical Control Systems. – 2019. – № 6, Vol. 11, P. 1–6.
- 13 **Bizhigitov, T., Yelibayeva, A.** The dependence of the compression modulus of ice-six and the coefficient of volume expansion on pressure and temperature. [Vestnik KazNPU im. Abaya_ seriya «Fizika_matematicheskie nauki»]. – 2020. – №2(70). – P. 166–170.

03.12.24 ж. баспаға түсті.

17.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

24.01.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

Т. Бижигитов¹, *М. Р. Кушербаева², Л. Т. Бижигитова³

^{1,2}Таразский университет имени М. Х. Дулати,

Республика Казахстан, г. Тараз

³Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации,

Республика Казахстан, г. Тараз

Поступило в редакцию 03.12.24.

Поступило с исправлениями 17.01.25.

Принято в печать 24.01.24.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ПАРАМЕТРОВ НА УПРУГИЕ СВОЙСТВА ЛЬДА ТИПА 1h

В данной статье определены коэффициенты изотермического всестороннего (α) сжатия, объемной упругости (χ) поликристаллического льда 1h типа, расположенные на фазовой диаграмме в P-t координатах при температурах -40°C, -100°C, -120°C, -140°C, -170°C и определена температурная зависимость коэффициента теплового объемного расширения (β) при постоянной давлении.

Для проведения экспериментальных измерений была собрана камера типа поршень-цилиндр, состоящая из трех слоев, в нагретом состоянии надетых друг в друга. Калибровка манометра компрессора проводилась путем измерения электрического сопротивления оловянных (Sn) и галлиевых (Ga) проводников, расположенных внутри образца, и точек превращения льда II→III, III→V, V→VI при температуре - 25°C. При высоких давлениях учитывались деформации нижнего неподвижного и верхнего подвижного

поршней. Радиальной деформацией камеры пренебрегали, поскольку она была незначительной. Дважды дистиллированную воду объемом $1,4\text{см}^3$ заливали с помощью шприца в цилиндрический контейнер из тонкостенного второпласта наружная поверхность покрытой графитом, чтобы сделать давление в нем близким к однородному и уменьшить трение между камерой и образцом. С помощью медь-константной термодпары, терморегулятора, нагревателя, расположенного внутри льда в камере, мы контролировали необходимую температуру с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$. Поскольку поправка, примененная к медь-константовой термодпаре при 100°C и давлении 400 МПа , составляла $\pm 2^\circ\text{C}$, поправка не вводилась, поскольку ее величина уменьшается с понижением температуры.

Изменение объема поликристаллического льда 1h измерялось преобразователем с диапазоном измерения (0-10 мм), основанным на явлении фотоэффекта, принцип работы которого преобразует определенное линейное смещение в электрические импульсы.

Ключевые слова: объемный модуль упругости, изотерма, изобара, комплексный коэффициент сжимаемости, фазовая диаграмма.

T. Bizhigitov¹, *M. Kuserbaeva², L. Bizhigitova³

^{1,2}Taraz University named after M.H. Dulati, Republic of Kazakhstan, Taraz

³Kazakh National University of Water Management and Irrigation,
Republic of Kazakhstan, Taraz

Received 03.12.24.

Received in revised form 17.01.25.

Accepted for publication 24.01.25.

STUDY OF THE INFLUENCE OF EXTERNAL PARAMETERS ON THE ELASTIC PROPERTIES OF ICE TYPE 1h

This article determines the coefficients of isothermal all-round compression (α), volumetric elasticity (χ) of type I polycrystalline ice, located on the phase diagram in P - t coordinates at temperatures -40°C , -100°C , -120°C , -140°C , -170°C and the temperature dependence of the coefficient on the isobaric thermal volumetric expansion (β) was determined. To carry out experimental measurements and studies, a cylinder-piston nitrogen-steam installation consisting of three layers heated and pressed into each other was assembled. The compressor pressure gauge was calibrated by measuring the electrical resistance of

tin (Sn) and gallium (Ga) conductors located inside the sample and the transformation points $\text{II} \rightarrow \text{III}$, $\text{III} \rightarrow \text{V}$, $\text{V} \rightarrow \text{VI}$ at a temperature of -25°C from type I ice. At high pressures, deformations of the lower fixed and upper movable pistons were taken into account. The radial deformation of the chamber was neglected because it was small. Double distilled water with a volume of 1.4см^3 was poured into a cylindrical container made of thin-walled theoroplast using a syringe, in order to make the pressure in it close to uniform, it was poured into a cylindrical vessel made of thin-walled theoroplast coated with graphite. With the help of a copper constant thermocouple, a temperature controller, a heater located inside the ice in the chamber, we controlled each required temperature with an accuracy of $\pm 1^\circ\text{C}$. Since the correction applied to the copper thermocouple at 100°C and a pressure of 400 МПа was $\pm 2^\circ\text{C}$, no correction was applied because its value decreases with decreasing temperature.

The change in the volume of polycrystalline ice type I was measured by a transducer with a measurement range (0-10 mm) based on the photoelectric effect, the operating principle of which converts a certain linear displacement into electrical pulses.

Keywords: bulk modulus of elasticity, isotherm, isobar, complex compressibility coefficient, phase diagram

МРНТИ 29.19.19

<https://doi.org/10.48081/FPOJ1181>

***Л. Е. Горбов¹, А. А. Тимов², Е. Г. Шкварина³**

Институт физики металлов имени М. Н. Михеева УрО РАН,
Российская Федерация, г. Екатеринбург

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8353-0308>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5643-1975>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4693-0313>

*e-mail: levgorbov@mail.ru

СИНТЕЗ, АТТЕСТАЦИЯ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ $(\text{Cu}_2\text{Se})\text{NTiSe}_2$

Исследование гетероструктур на основе халькогенидов переходных металлов представляет значительный интерес благодаря их уникальным физико-химическим свойствам, которые делают их перспективными материалами для применения в термоэлектрике, оптике и электронике. В данной работе основное внимание уделено синтезу и изучению модульной фазы $(\text{Cu}_2\text{Se})_n\text{TiSe}_2$, которая обладает сложной кристаллической структурой и потенциально интересными функциональными характеристиками. Для достижения поставленной цели был выбран метод твердофазных реакций, обеспечивающий высокую степень контроля над составом и структурой синтезируемых материалов.

На первом этапе работы были получены прекурсоры – селенид меди (Cu_2Se) и диселенид титана (TiSe_2) , синтезированные в вакуумированных кварцевых ампулах при высокой температуре. Кристаллическая структура этих соединений исследована методом рентгеновской дифракции, подтверждена их фазовая чистота и соответствие литературным данным. На основе прекурсоров методом твердофазной реакции синтезирована целевая фаза $(\text{Cu}_2\text{Se})_n\text{TiSe}_2$, обладающая кубической сингонией. Анализ дифрактограмм показал незначительное присутствие примесных фаз.

Полученные результаты демонстрируют возможность контролируемого синтеза сложных халькогенидных соединений с заданными структурными параметрами. Работа вносит вклад в

понимание процессов формирования таких материалов и открывает перспективы для дальнейшего изучения их функциональных свойств.

Ключевые слова: гетероструктуры, халькогениды переходных металлов, твердофазный синтез, кристаллическая структура, фаза $(\text{Cu}_2\text{Se})_n\text{TiSe}_2$.

Введение

Гетероструктуры на основе халькогенидов переходных металлов представляют собой однофазные соединения из нескольких бинарных халькогенидов. Взаимодействие слоёв гетероструктуры друг с другом позволяет получать материалы с существенно отличными от одиночных халькогенидов свойствами. Например, при взаимодействии соседних слоёв друг с другом в полупроводниках TX_2 ($\text{T} = \text{Mo}, \text{W}; \text{X} = \text{S}, \text{Se}$) происходит переход от непрямой к прямой фундаментальной щели [1; 2]. Наиболее интересен при изучении гетероструктур размерный эффект, связанный с изменением толщины составляющих гетероструктуру слоёв. Так, происходит существенное изменение кристаллической структуры на границе слоёв, а также изменение кинетических свойств гетероструктур $[(\text{SnSe})_{1+\delta}]_m\text{TiSe}_2$ при уменьшении толщины слоёв [3]. В том случае, когда одним из составляющих гетероструктуры является суперионный проводник Cu_2Se [4], возможно существенное улучшение термоэлектрических свойств итогового материала. Так, в гетероструктуре $\text{Cu}_2\text{Se}/0.05 \text{ wt.}\% \text{ SiC}$ величина термоэлектрической добротности возросла до $ZT = 2$ при 875 K [5]. Соединение Cu_4TiSe_4 , являющееся объёмным аналогом гетероструктуры $(\text{Cu}_2\text{Se})_n\text{TiSe}_2$ ($n = 2$), обладает малой теплопроводностью ($0.3 - 0.47 \text{ Вт}\times\text{м}^{-1}\text{К}^{-1}$) и широкой фундаментальной щелью (1.61 eV) [6]. Целью данной работы является синтез гетероструктуры $(\text{Cu}_2\text{Se})_n\text{TiSe}_2$, включающей в себя суперионный проводник Cu_2Se и TiSe_2 , узкощелевой полупроводник, демонстрирующий переход в состояние с волной зарядовой плотности при температуре 200 K [7], выявление влияния режима синтеза на свойства полученных соединений.

Материалы и методы

Синтез изучаемых в работе материалов выполнен методом твердофазных реакций. Реакции $\text{Ti} + 2\text{Se} \rightarrow \text{TiSe}_2$ и $2\text{Cu} + \text{Se} \rightarrow \text{Cu}_2\text{Se}$ проводятся в вакуумированных до 10^{-5} торр. кварцевых ампулах. Ампула с компонентами, взятыми в стехиометрических пропорциях, помещается в муфельную печь при температуре 900 °C на 170 часов. Полученные таким способом Cu_2Se и TiSe_2 кристаллизуются в пространственной группе $R\bar{3}m$ и $P\bar{3}m1$, соответственно. Аттестация кристаллической структуры проводилась на дифрактометре Shimadzu XRD 7000 Maxima (излучение $\text{Cu K}\alpha_1$, графитовый монохроматор, $2\theta = 10-90^\circ$) в ЦКП «Урал-М» Института металлургии

УрО РАН. Далее из полученных и аттестованных прекурсоров Cu_2Se и TiSe_2 методом твердофазной реакции $2\text{Cu}_2\text{Se} + \text{TiSe}_2 \rightarrow (\text{Cu}_2\text{Se})_2\text{TiSe}_2$ при температуре 900°C была синтезирована фаза $(\text{Cu}_2\text{Se})_2\text{TiSe}_2$. Морфология поверхности и химический состав синтезированной фазы исследован методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Измерения выполнены на растровом электронном микроскопе «QUANTA 200» с энергодисперсионным спектрометром EDAX в ИФМ УрО РАН.

Результаты и обсуждение

Дифрактограммы Cu_2Se и TiSe_2 приведены на рисунках 1 и 2, соответственно. Из Рис. 1 можно видеть, что Cu_2Se загрязнён незначительным количеством (не более 5 мол.%) оксида меди CuO . Пик максимальной интенсивности фазы CuO соответствует углу дифракции $2\theta = 38.7^\circ$. TiSe_2 , полученный при тех же условиях, является однофазным, что видно по отсутствию посторонних пиков на дифрактограмме (Рис. 2). Параметры элементарной ячейки Cu_2Se составляют $a = 4.12(1) \text{ \AA}$, $c = 20.43(2) \text{ \AA}$, что хорошо согласуется с литературными данными [8]. Параметры элементарной ячейки TiSe_2 составляют $a = 3.54(1) \text{ \AA}$ и $c = 5.99(2) \text{ \AA}$, что также хорошо согласуется с литературными данными [9; 10].

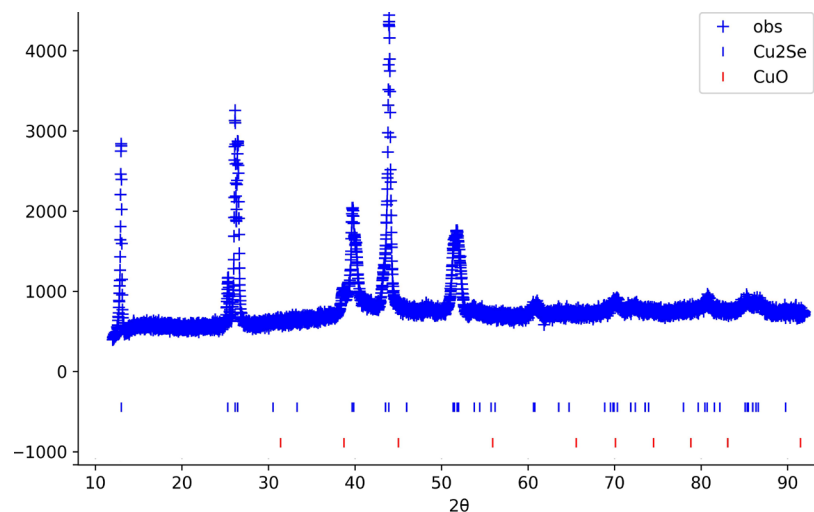


Рисунок 1 – Порошковая дифрактограмма Cu_2Se . Синие плюсы – экспериментальные данные, синие риски внизу под пиками – дифракционные максимумы фазы Cu_2Se , красные риски – пики фазы CuO .

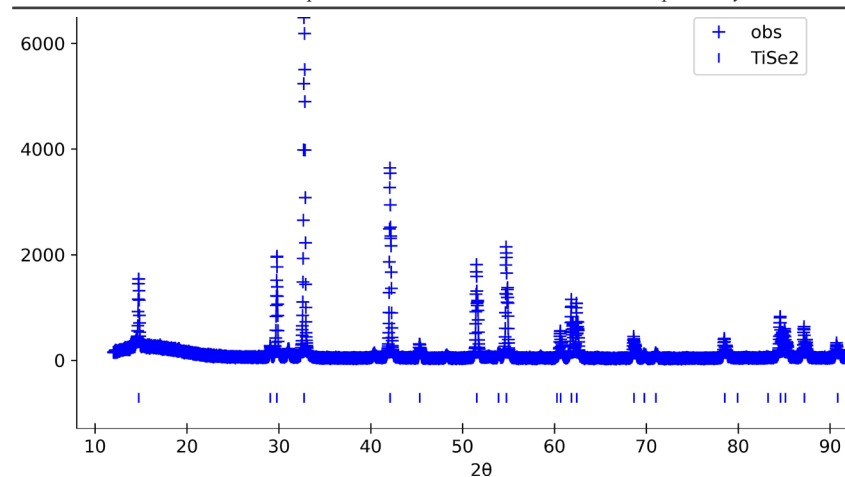


Рисунок 2 – Порошковая дифрактограмма TiSe_2 .

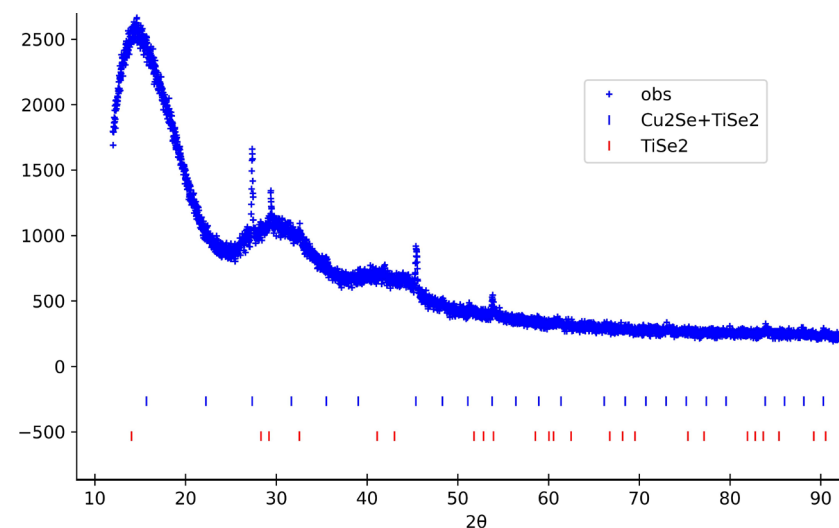


Рисунок 3 – Порошковая дифрактограмма $(\text{Cu}_2\text{Se})_2\text{TiSe}_2$. Синими рисками отмечены пики гетероструктурной фазы, красными рисками отмечены пики непрореагировавшего TiSe_2 .

Дифрактограмма поликристаллического образца $(\text{Cu}_2\text{Se})_2\text{TiSe}_2$ показана на Рис. 3. Хорошо видно, что некоторое количество диселенида титана не вступило в реакцию. Подобная ситуация реализовалась и у авторов

работы [6]. Синтезированная нами гетероструктура кристаллизуется в пространственной группе $P\bar{4}3m$, параметр элементарной ячейки $a = 5.64(2)$ Å. Кристаллическая структура $(\text{Cu}_2\text{Se})_2\text{TiSe}_2$ представлена на Рис. 4.

Для уточнения отклонения химического состава синтезированной гетероструктуры от стехиометрии использован метод сканирующей электронной микроскопии. На Рис. 5 показано СЭМ изображение образца $(\text{Cu}_2\text{Se})_2\text{TiSe}_2$. Химический анализ методом рентгеновского энергодисперсионного анализа выполнен с ровной области, отмеченной на рисунке красным прямоугольником. По данным химического анализа видно, что соотношение прекурсоров в гетероструктурной фазе не $2\text{Cu}_2\text{Se} + \text{TiSe}_2$, как планировалось нами, а $\text{Cu}_2\text{Se} + \text{TiSe}_2$. Это согласуется и с данными рентгеновской дифракции, поскольку часть TiSe_2 не вступила в химическую реакцию.

Выводы

Методом высокотемпературного ампульного синтеза впервые получена фаза $(\text{Cu}_2\text{Se})_1\text{TiSe}_2$ с кубической кристаллической структурой. Таким образом, возможно варьировать стехиометрию n в структурах с общей формулой $(\text{Cu}_2\text{Se})_n\text{TiSe}_2$. Решению вопроса о том, какие сочетания возможны, а какие – нет, будет посвящено дальнейшее исследование.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ИФМ УрО РАН.

REFERENCES

- 1 Zhao W., Ghorannevis Z., Chu L., Toh M., Kloc C., Tan P.-H., Eda G. Evolution of Electronic Structure in Atomically Thin Sheets of WS₂ and WSe₂, ACS Nano. 7. – 2013. – P. 791–797. – <https://doi.org/10.1021/nn305275h>.
- 2 Komsa H.-P., Krasheninnikov A. V. Electronic structures and optical properties of realistic transition metal dichalcogenide heterostructures from first principles, Phys. Rev. B. 88. – 2013. – 085318. – <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.88.085318>.
- 3 Hamann D. M., Lygo A. C., Esters M., Merrill D. R., Ditto J., Sutherland D. R., Bauers S. R., Johnson D. C. Structural Changes as a Function of Thickness in $[(\text{SnSe})_{1+\delta}]_m\text{TiSe}_2$ Heterostructures, ACS Nano. 12. – 2018. – P. 1285–1295. – <https://doi.org/10.1021/acsnano.7b07506>.
- 4 Zhao K., Duan H., Raghavendra N., Qiu P., Zeng Y., Zhang W., Yang J., Shi X., Chen L. Solid-State Explosive Reaction for Nanoporous Bulk Thermoelectric Materials, Adv. Mater. 29. – 2017. – <https://doi.org/10.1002/adma.201701148>.

5 Lei J., Ma Z., Zhang D., Chen Y., Wang C., Yang X., Cheng Z., Wang Y. High thermoelectric performance in Cu₂Se superionic conductor with enhanced liquid-like behaviour by dispersing SiC, J. Mater. Chem. A. 7. – 2019. – P. 7006–7014. – <https://doi.org/10.1039/C8TA12210E>.

6 Lakshan A., Koley B., Buxi K., Raghuvanshi P. R., Nuss J., Bhattacharya A., Chatterjee R., Roy A., Jana P. P. Disorder-Mediated Structural Transformation in the Cu₄TiSe_{4-x}S_x (0 ≤ x ≤ 4) System and Its Effects on the Thermal Transport Property, Chem. Mater. 36. – 2024. – P. 5741–5752. – <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.4c00904>.

7 Monney C., Schwier E.F., Garnier M.G., Mariotti N., Didiot C., Cercellier H., Marcus J., Berger H., Titov A.N., Beck H., Aebi P. Probing the exciton condensate phase in 1T-TiSe₂ with photoemission, New J. Phys. 12. – 2010. – P. 125019. – <https://doi.org/10.1088/1367-2630/12/12/125019>.

8 Byeon D., Sobota R., Delime-Codrin K., Choi S., Hirata K., Adachi M., Kiyama M., Matsuura T., Yamamoto Y., Matsunami M., Takeuchi T. Discovery of colossal Seebeck effect in metallic Cu₂Se, Nat. Commun. 10. – 2019. – P. 72. – <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07877-5>.

9 Hibma T. Structural Aspects of Monovalent Cation Intercalates of Layered Dichalcogenides, in: M.S.Wittingham and A.J.Jacobsen (Ed.), Intercalation Chem., London: Acad. Press, 1982: P. 285–313.

10 Shkvarina E. G., Titov A. A., Doroschek A. A., Shkvarin A. S., Starichenko D. V., Plaisier J. R., Gigli L., Titov A. N. 2D-3D transition in Cu-TiS₂ system // Journal of chemical physics. – Vol. 147(4). – 2017. – P. 044712. – <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07877-5>

Поступило в редакцию 17.02.25.

Поступило с исправлениями 17.02.25.

Принято в печать 05.03.2025.

*Л. Е. Горбов¹, А. А. Титов², Е. Г. Шкварина³

^{1,2,3}РҒА Орал бөлімшесінің М. Н. Михеев атындағы металл физикасы институты, Ресей Федерациясы, Екатеринбург
17.02.25 ж. баспаға түсті.
17.02.25 ж. түзетулерімен түсті.
05.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

(Cu₂Se)_NTiSe₂ ЖҮЙЕСІНІҢ КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ, СИНТЕЗІ ЖӘНЕ АТТЕСТАТТАУЫ

Өтпелі металл халькогенидтеріне негізделген гетероқұрылымдарды зерттеу олардың бірегей физика-химиялық қасиеттеріне байланысты үлкен қызығушылық тудырады, бұл оларды термоэлектрикада, оптикада және электроникада қолдану үшін перспективалы материалдар етеді. Бұл жұмыста күрделі кристалдық құрылымы және ықтимал қызықты функционалдық сипаттамалары бар (Cu₂Se)₂TiSe₂ модульдік фазасын (Cu₂Se) синтездеуге және зерттеуге баса назар аударылады. Осы мақсатқа жету үшін синтезделген материалдардың құрамы мен құрылымын бақылаудың жоғары дәрежесін қамтамасыз ететін қатты фазалық реакция әдісі таңдалды.

Жұмыстың бірінші кезеңінде жоғары температурада вакуумдалған кварц ампулаларында синтезделген мыс селениді (Cu₂Se) және титан диселениді (TiSe₂) прекурсорлары алынды. Бұл қосылыстардың кристалдық құрылымы рентгендік дифракция әдісімен зерттелді, олардың фазалық тазалығы және әдеби деректерге сәйкестігі расталды. Қатты фазалық реакция әдісімен прекурсорлар негізінде текше сингониясы бар (Cu₂Se)₂TiSe₂ мақсатты фазасы (Cu₂Se) синтезделді. Дифрактограммаларды талдау қоспа фазаларының шамалы болуын көрсетті.

Нәтижелер берілген құрылымдық параметрлері бар күрделі халькогенидті қосылыстардың бақыланатын синтездеу мүмкіндігін көрсетеді. Жұмыс осындай материалдардың қалыптасу процестерін түсінуге ықпал етеді және олардың функционалдық қасиеттерін одан әрі зерттеуге перспективалар ашады.

Кілтті сөздер: гетероқұрылымдар, өтпелі металл халькогенидтері, қатты фазалық синтез, кристалдық құрылым, фаза (Cu₂Se)₂TiSe₂.

*L. E. Gorbov¹, A. A. Titov², E. G. Shkvarina³

^{1,2,3}M. N. Mikheev Institute of Metal Physics,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Russian Federation, Yekaterinburg
Received 17.02.25.
Received in revised form 17.02.25.
Accepted for publication 05.03.25.

SYNTHESIS, CERTIFICATION AND CRYSTAL STRUCTURE OF THE (Cu₂Se)_NTiSe₂ SYSTEM

The study of transition metal chalcogenide-based heterostructures is of considerable interest due to their unique physicochemical properties, which make them promising materials for use in thermoelectrics, optics, and electronics. This work focuses on the synthesis and study of the modular phase (Cu₂Se)₂TiSe₂, which has a complex crystal structure and potentially interesting functional characteristics. To achieve this goal, the solid-phase reaction method was chosen, which provides a high degree of control over the composition and structure of synthesized materials.

At the first stage of the work, precursors were obtained – copper selenide (Cu₂Se) and titanium diselenide (TiSe₂), synthesized in evacuated quartz ampoules at high temperature. The crystal structure of these compounds has been studied by X-ray diffraction, and their phase purity and compliance with literature data have been confirmed. On the basis of precursors, the target phase (Cu₂Se)₂TiSe₂, with cubic syngony, was synthesized by solid-phase reaction. Analysis of the diffractograms showed a slight presence of impurity phases.

The results obtained demonstrate the possibility of controlled synthesis of complex chalcogenide compounds with specified structural parameters. The work contributes to the understanding of the processes of formation of such materials and opens up prospects for further study of their functional properties.

Keywords: heterostructures, transition metal chalcogenides, solid-phase synthesis, crystal structure, (Cu₂Se)₂TiSe₂ phase.

FTAMP 29.19.22

<https://doi.org/10.48081/FPPR5661>

**Г. М. Ергазина¹, Б. М. Шакенов², Ж. К. Фазлутдинова³,
А. Ж. Жумабеков⁴, *А. Ж. Касанова⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2846-9796>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8404-2608>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2360-3747>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

*e-mail: asiyakass@mail.ru

КҮМІС НАНОБӨЛШЕКТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Мақалада күміс нанобөлшектерін (Ag НБ) синтездеу әдістері, олардың физика-химиялық қасиеттері жан-жақты зерттелген. Негізгі үш әдіс ұсынылған: натрий боргидридімен тотықсыздандыру, тұрақтандырғыш ретінде поливинил спирті (ПВС) мен поливинилпирролидонды (ПВП) қолдану. Әрбір әдіс үшін реакция жағдайлары, соның ішінде реагенттердің концентрациясы, температура және процестің ұзақтығы сипатталған. Алынған нанобөлшектердің кілтті сипаттамалары, мысалы, өлшемдері, тұрақтылығы және спектрлік қасиеттері зерттелді. Боргидрид әдісімен алынған нанобөлшектердің диаметрі 10–14 нм аралығында болып, тұрақтылығы 7 күнге дейін сақталатыны анықталды. ПВС және ПВП қолдану нәтижесінде тұрақтылық мерзімі жарты жылға және одан да көп уақытқа ұзартылғаны көрсетілді. Локализацияланған беттік плазмон резонансының (ЛБПР) оптикалық сипаттамалары спектрофотометриялық өлшеулер арқылы расталды, ал бөлшектердің өлшемдік таралуы ZetasizerNano S90 құралының көмегімен зерттелді. Сонымен қатар, электрөткізгіштік қасиеттері зерттеліп, боргидрид әдісімен алынған бөлшектердің электрөткізгіштігінің жоғары екені (863 мСм/см) анықталды. Бұл қасиеттері нанобөлшектерді электроникада қолдануға болатынын көрсетеді. Синтез әдістерінің салыстырмалы талдауы ПВС және ПВП тұрақтандырғыштарының нанобөлшектердің агрегаттық тұрақтылығын арттырып, олардың ұзақ уақыт қолданылуына мүмкіндік беретінін дәлелдеді. Бұл зерттеудің

нәтижелері нанобөлшектерді медицинада, биотехнологияда және электроникада қолдануға жаңа мүмкіндіктер ашады.

Кілтті сөздер: күміс нанобөлшектері, боргидрид әдісі, полиол әдісі, электрөткізгіштік, спектрофотометрия, агрегаттық тұрақтылық, беттік плазмондық резонанс.

Кіріспе

Соңғы екі онжылдықта наноөңірдегі материалдардың ерекше қасиеттерінің арқасында материалтану [1], биомедицина [2; 3], биология, физика [4; 5], химия және басқа да салаларда орасан зор прогреске қол жеткізілді [6]. Күміс нанобөлшектері реттелетін физикалық және химиялық қасиеттерге ие, сондықтан олардың қолданылуын жақсарту үшін олар кеңінен зерттелді. Ag NPs микробқа қарсы қасиеттері дәрілік заттардың (мысалы, амфотерицин В, нистатин, флуконазол) белсенділігін арттыруда және олардың төмен уыттылығы мен биоүйлесімділігіне байланысты бақыланатын дәрілік шығарылым және дәрі-дәрмектің мақсатты жеткізілуіне арналған композициялық тіректерде қолданылады. Сол сияқты, олардың беткі плазмондық резонанстық қасиеті Ag NP-ті сенсорды әзірлеу үшін бірінші сыныпты материалға айналдырады. Мысалы, биомаркерлерді, ауруларды, ластаушы заттарды және фотохимиялық реакциялардағы жоғары каталитикалық белсенділікті анықтауға арналған, беттік күшейтілген Раман спектроскопиясы сияқты сенсорларды әзірлеу салалары [6; 7]. Сонымен қатар, жоғары өткізгіштігі бар Ag NPs электрокардиографтарды жасау үшін киелетін және икемді сенсорларда қолданылады. Ag NPs дайындау үшін физика-химиялық немесе биологиялық тәсілдер қолданылады, әр әдістің оң және теріс жақтары бар.

Бұл жұмыстың мақсаты күміс нанобөлшектерін синтездеу әдісінің олардың өлшемдеріне және беттік плазмонның резонанс пен электр өткізгіштігі сияқты физикалық сипаттамаларына әсерін зерттеу болып табылады.

Материалдар мен әдістері

Құрал-жабдықтар: аналитикалық таразы AS 220.R2, магниттік араластырғыш C-MAG HS 7 control, спектрофлуориметр CM 2203, центрифуга жабдығы CM-12, ультра дыбыстық моншасы WFY-204BS, деионизатор «СПЕКТР-ОСМОС», нано- және микробөлшектердің өлшемдерін өлшегіш ZetasizerNano S90, кондуктометр WTW Multi3420.

Реактивтер: күміс нитраты, натрий боргидриді, поливинилпирролидон, ацетон – SigmaAldrich компаниясының өнімдері, поливинилспирті, этиленгликоль – х.т., абсолютті этанол, деионизацияланған су.

1. Күміс нанобөлшектерін алу әдістері

1.1 Боргидрид әдісі

15 мл 0,002 М натрий боргидридi ерiтiндiсiне мұзды ваннада 5 мл 0,001 М күмiс нитраты ерiтiндiсiн тамшылатып қостық (тамшы жылдамдығы – 1 секундны 1 тамшы). Реакция қоспасы қатты араластырылып, 2 мл күмiс нитраты қосылғаннан кейiн ерiтiндi ашық сары түске боялды. Бүкiл процесс шамамен 3 минутқа созылды, содан кейiн араластыру токтатылды.

1.2 Поливинил спиртiмен тұрақтандырылған күмiс нанобөлшектерiнiң синтезi

25 мл этиленгликольдегi 0,1 г поливинил спиртi ерiтiндiсiне 0,1 ммоль (0,170 г) күмiс нитраты қосылды. Ерiтiндi 120 °С температурада 30 минут бойы қыздырылып, сары-қоңыр түске боялды. Дайын ерiтiндi центрифугаланып, ацетон және этанолмен жуылып, соңында этанолдағы ерiтiндi алынды.

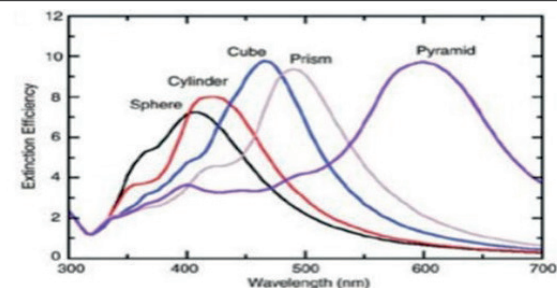
1.3 Поливинилпирролидонмен тұрақтандырылған күмiс нанобөлшектерiнiң синтезi

25 мл этиленгликольдегi 0,5 г поливинилпирролидон ерiтiндiсiне 0,1 ммоль (0,170 г) күмiс нитраты қосылды. Қоспа 120 °С температурада 30 минут қыздырылды. Нәтижесiнде қоңыр түстi ерiтiндi алынды.

Нәтижелер және талқылау

Бұл жұмыста күмiс нанобөлшектерiн алудың үш әдiсi зерттелдi: боргидридтiк әдiс, поливинил спиртiмен және поливинилпирролидонмен полиол әдiсi. Бұл әдiстердегi тұрақтандырғыш ретiнде натрий боргидридi, ПВС немесе ПВП сәйкесiнше болып табылады. Жоғарыда аталған әдiстердiң әрқайсысының реагенттердiң құнына немесе күмiс нанобөлшектерiн оқшаулау әдiстерiне байланысты өз артықшылықтары мен кемшiлiктерi бар.

Техниканың ерекшелiгiн дәлелдеу үшiн күмiс нанобөлшектерiнiң ерiтiндiлерiнiң жұтылу спектрлерi жазылды. Қазiргi кезде көп жағдайда нанобөлшектердiң синтезделгенiн жұтылу максимум шыңдары арқылы анықтайды. Нанобөлшектердiң жұтылу спектрлерiнiң шыңы, шамасы және пішіні нанобөлшектердiң пішіні мен өлшеміне байланысты [8]. 1-суретте күмiс нанобөлшектерiнiң жұтылу максимумы мен бөлшектердiң пішіні арасындағы байланыс көрсетiлген. Егер Ag НБ жұтылу максимумы бойынша 390–410 нм-ге тең, яғни НБ пішіні сфералық болып табылады.



1-сурет – Күміс НБ жұтылу спектрінің бөлшектердің пішініне тәуелділігі

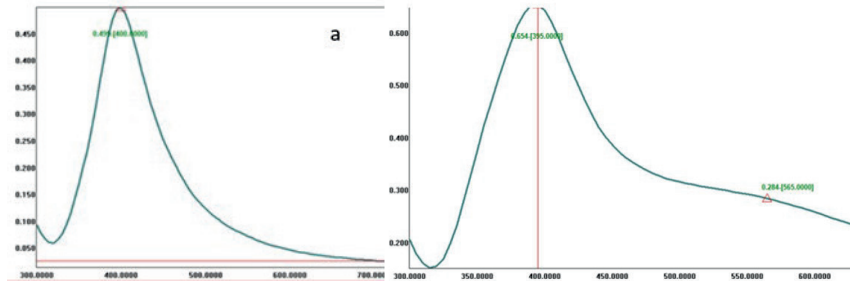
Жұтылу спектрі күміс нанобөлшектерді алу фактісін көрсетіп қана қоймайды, сонымен қатар олардың орташа диаметрін анықтауға мүмкіндік береді. Сфералық күміс нанобөлшектерінің орташа диаметрінің жұтылу спектріне тәуелділігі кестеде көрсетілген.

1-кесте – Сфералық күміс нанобөлшектерінің орташа диаметрінің жұтылу спектріне тәуелділігі [8].

Толқын ұзындығының жұтылу максимумы, нм	Жартылай шыңның ені, нм	Бөлшектің орташа диаметрі, нм
395–405	50–70	10–14
420	100–110	35–50
438	140–150	60–80

Күміс нанобөлшектерiн боргидрид тәсiлiмен синтездеген кезде тұрақты сары коллоидты күмiс алу үшiн араластыру уақытын және реагенттердiң салыстырмалы мөлшерiн қоса алғанда реакция жағдайларын мұқият бақылау керек. Барлық күмiс нитраты қосылғаннан кейiн араластыру жалғаса берсе, агрегация процесi басталады: сары түстi зол алдымен күңгiртке, содан кейiн күлгiн және ақырында сұр түске айналады, содан кейiн коллоидты бөлшектер тұнбаға түседi. Осыған ұқсас агрегация барлық күмiс тұзы қосылмай тұрып, реакция үзiлген жағдайда да орын алуы мүмкiн. Натрий боргидридiнiң көп мөлшерi соңғы өнiмдегi иондық күмiстiң құрамын азайту үшiн де, алынған күмiс нанобөлшектерiн тұрақтандыру үшiн де қажет.

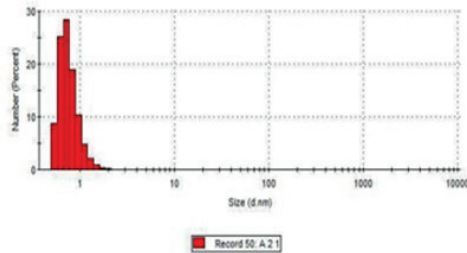
Алынған бөлшектердiң диаметрi 10–15 нм диапазонында болды, ал спектрде 2а суретте көрсетiлгендей күмiс нанобөлшектерiнiң шыңына сәйкес 400 нм және 80 нм енi бар. Ал 7 күн өткеннен кейiн шыңы 395 нм және жартылай шыңның енi 110 нм. Бұл дегенiмiз бөлшектердiң диаметрi 35–50 нм шамасына дейiн өзгердi.



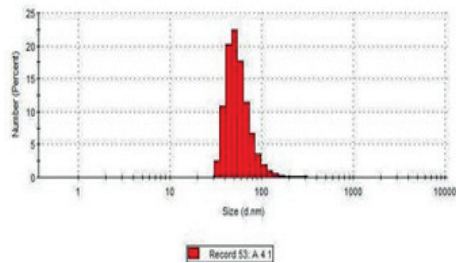
а) жаңа синтезделген
 б) синтезделгеннен 7 күннен кейін
 2-сурет – Боргидрид әдісімен алынған Ag НБ спектрі

Қарағанды қаласындағы Букетов Университеті базасында ZetasizerNano S90 нано- және микробөлшектердің өлшемдерін өлшегіш құралда НБ өлшемі анықталды.

3 суретте көрсетілгендей боргидрид әдісімен алынған жаңа синтезделген күміс нанобөлшектерінің орташа диаметрлері 9,83 нм-ге тең екенін байқаймыз. Ал 7 күннен кейін қайтадан түсіргенде күміс нанобөлшектерінің орташа диаметрлері 241,2 нм-ге дейін ұлғайды.

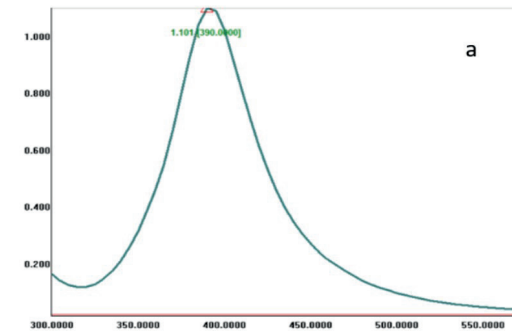


а) жаңа синтезделген
 Size Distribution by Number

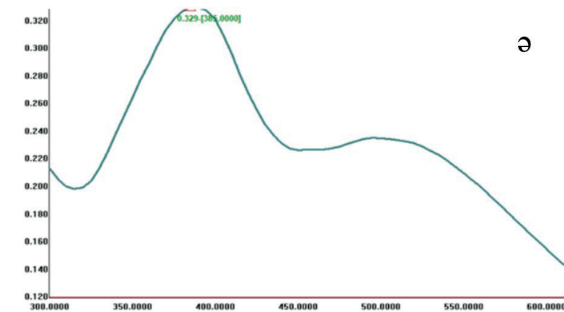


б) синтезделгеннен 7 күннен кейін
 3-сурет – Боргидрид әдісімен алынған Ag НБ диаметрлері

Уақыт өте тұрақты болатын зольдерді алу үшін олардың синтезі кезінде тұрақтандырғышты енгізу керек. Олар ван-дер-Ваальс күштерімен, сутегі байланыстарымен және дипольдік өзара әрекеттесулерден туындаған физикалық адсорбцияның арқасында НБ-терді олардың агрегациясын болдырмайтын қорғаныш коллоидпен «елейтін» поливинилпирролидон (ПВП) қызметін атқара алады [9].



а) жаңа синтезделген

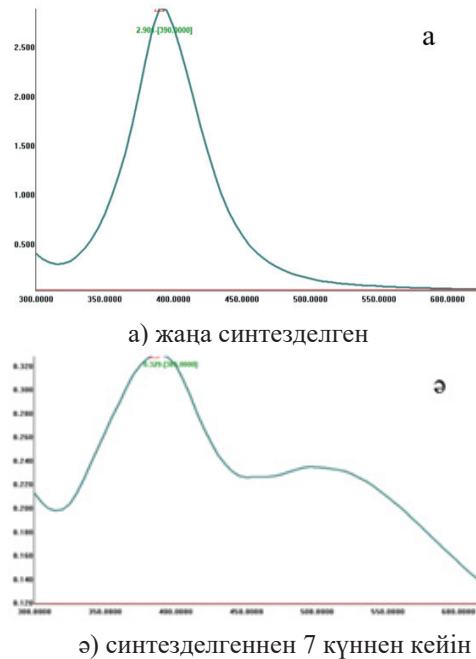


б) синтезделгеннен 7 күннен кейін

4-сурет – ПВП тұрақтандырғышы арқылы алынған күміс НБ

Оны қолдану арқылы алынған НБ 390 нм толқын ұзындығында жұтылу максимумы болады. 4 суретте ПВП арқылы алынған жаңадан дайындалған ерітіндіге арналған күміс НБ спектрофотометриясының графигі көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғандай, бөлшектердің өлшемі шамамен 30–40 нм. Бұл ерітіндіні 7 күннен кейін талдау кезінде бөлшектердің тар таралуы және олардың жыртылай шыңы енінің күрт ұлғаюы байқалды және түсі сарыдан қызылға өзгерді. Тұрақтандырғыш ретінде ПВС сияқты полимерді қолдануға болады [10]. Оның тұрақтандырғыш әсері механизмі бойынша ПВП-ге ұқсас. Оны жоғарыда аталған әдісті қолдана отырып, 5 суретте көрсетілгендей

395 нм толқын ұзындығында жұтылу максимумымен сипатталатын, уақыт бойынша тұрақты болатын күміс зольдері алынды.



5-сурет – ПВС тұрақтандырғышы арқылы алынған күміс НБ

Жаңадан дайындалған күйде бөлшектердің диаметрі 18–20 нм болады, уақыт өте келе бөлшектердің полидисперстілігі жоғарылайды, бұл олардың агрегациясына байланысты болуы мүмкін. Алынған деректерден көрініп тұрғандай, ПВС ПВП-мен салыстырғанда жақсы тұрақтандыру қабілетін көрсетеді.

2-кесте – Өртүрлі әдістердің алынған НБ өлшемдері

Күміс тұзы	Еріткіш	Қалпына келтіргіш/ тұрақтандырғыш	λ_{max} , нм	Шыңның жартылай ені, нм	Алынған нанобөлшектерінің өлшемі, нм
AgNO ₃	Су	NaBH ₄	395	50	10-14
AgNO ₃	Этиленгликоль	ПВП	390	100	30-40
AgNO ₃	Этиленгликоль	ПВС	395	60	18-20

Металл нанобөлшектерінің спектрлік қасиеттері локализацияланған беттік плазмондардың резонанс құбылысымен байланысты. БПР жолағы нанобөлшектердің бетіндегі электрондардың ұжымдық тербелістерінің нәтижесі болып табылады және оның пішініне, өлшеміне және қоршаған ортаға байланысты. Дәл осы қасиетіне байланысты күміс нанобөлшектері жарқын түстерді көрсетеді және оларды жоғары өткізу қабілеті бар пленкалар немесе түсті пигменттер сияқты оптикалық қолданбаларда қолдануға болады.

Электр өткізгіштік күміс нанобөлшектері үшін маңызды сипаттама болып табылады [11]. Электр өткізгіштік көрсеткіші бөлшектердің өлшеміне, еріткішке және олардың концентрациясына байланысты. Бөлшектердің өлшемін немесе еріткіштің тұтқырлығын арттыру электр өткізгіштігін төмендетеді. Сондықтан күміс нанобөлшектері су немесе спирт сияқты еріткіштерде алынады. Өртүрлі әдістермен алынған нанобөлшектердің электрөткізгіштіктерін салыстыру 3-кестеде берілген. Осы мәліметтерге сәйкес ең жақсы өткізгіштікке боргидрид әдісімен алынған нанобөлшектер ие (бөлшектердің диаметрі кішкентай, тұтқыр емес еріткіш), ең төменгі өткізгіштікке ПВП бар нанобөлшектер ие (тұтқыр еріткіш, үлкенірек бөлшектер диаметрі).

Бұл НБ полимерлердің электрөткізгіштікті жоғарылату мақсатында ішіне немесе сыртқы жағына пленка ретінде қолдануға болатынын көрсетеді [7; 11].

3-кесте – Нанобөлшектердің электрөткізгіштігі

Тұздар	Еріткіш	Қалпына келтіргіш/ тұрақтандырғыш	Электрөткізгіштік, мСм /см
AgNO ₃	Су	NaBH ₄	863
AgNO ₃	Этиленгликоль	ПВС	621
AgNO ₃	Этиленгликоль	ПВП	207

Қаржыландыру туралы ақпарат

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің қаржылай қолдауымен AP19576361 жобасы аясында жүргізілді.

Қорытынды

Жұмыстың нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасауға болады:

– күміс нанобөлшектерін боргидрид әдісімен синтездеу тиімдірек болып табылады. Нанобөлшектердің өлшемі 10–14 нм және жұтылу максимумы 395 нм-ге тең. Нанобөлшектердің агрегациялануы 10–15 минуттан 7 күнге дейін;

– ПВП тұрақтандырылған НБ өлшемі 30-40 нм, жұтылу максимумы 395 нм. Нанобөлшектердің өмір сүру уақыты 1 айдан жарты жылға дейін;

– ПВС тұрақтандырылған күміс НБ арқылы алынған НБ өлшемі 18–20 нм, жұтылу максимумы 390 нм және сарғыш түсін өзгертпеді. Яғни, бұл нанобөлшектердің тұрақты екенін білдіреді. Нанобөлшектердің өмір сүру уақыты жарты жылдан астам;

– Нанобөлшектердің ішінде күміс нанобөлшектері жоғары электрөткізгіштігімен ерекшеленеді (863 мСм/см). Бұл қасиет оларды электронды қолданбаларда, соның ішінде өткізгіш материалдар, сенсорлар және микроэлектроника салаларында пайдалану үшін қолайлы етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Li, Y., Wu, Y., Ong, B. S.** Facile Synthesis of silver nanoparticles useful for fabrication of high-conductivity elements for printed electronics // Journal of the American Chemical Society. – 2005. – V. 127. – № 10. – P. 3266–3267.

2 **Ashraf, S., Akhtar, N., Ghauri, M. A., Rajoka, M. I., Khalid, Z. M., Hussain, I.** Polyhexamethylene biguanide functionalized cationic silver nanoparticles for enhanced antimicrobial activity // Nanoscale Research Letters – 2012. – P. 267–274.

3 **Wei, L., Lu, J., Xu, H., Patel, A., Chen, Z.-S., Chen, G.** Silver nanoparticles: synthesis, properties, and therapeutic applications // Drug Discovery Today. – 2015. – № 20(5). – P. 595–601.

4 **Seliverstova, E. V., Ibrayev, N. K., Zhumabekov, A. Z.** The Effect of Silver Nanoparticles on the Photodetecting Properties of the TiO₂/Graphene Oxide Nanocomposite // Optics and Spectroscopy. – 2020. – 128(9). – P. 1449–1457.

5 **Zhumabekov, A., Kassanova, A., Ispulov, N., Dossumbekov, K., Ospanova, Zh., Dossanov, T., Kurmanov, A.** High responsivity UV detector based on TiO₂-rGO nanocomposite material // Bulletin of the Karaganda University. Physics series. – 2024. – Vol. 29. – 1(139). – P. 6–12.

6 **Dawadi, S., Katuwal, S., Thapa, R., Parajuli, N., Jai, S.** Current Research on Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, and Applications // Journal of Nanomaterials. – 2021. – 1. – P. 1–23.

7 **Teodoro, B. R., Shimizu, F. M., Scagion, V. P., Correa, D. S.** Ternary nanocomposites based on cellulose nanowhiskers, silver nanoparticles and electrospun nanofibers: use in an electronic tongue for heavy metal detection // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2019. – Vol. 290. – P. 387–395.

8 **Mulfinger, L., Solomon, S. D., Bahadory, M., Jeyarajasingam, A. V., Rutkowsky, S. A., Boritz, C.** Synthesis and study of silver nanoparticles // J. Chem. Educ. – 2007. – 84. – P. 322–325.

9 **Rónavári, A., Bélteky, P., Boka, E., Zakupszky, D., Igaz, N., Szerencsés, B., Pfeiffer, I., Kónya, Z., Kiricsi, M.** Polyvinyl-Pyrrolidone-Coated Silver

Nanoparticles – The Colloidal, Chemical, and Biological Consequences of Steric Stabilization under Biorelevant Conditions // Int. J. Mol. Sci. – 2021. – 22(16). – P. 8673.

10 **Pencheva, D., Bryaskova, R., Kantardjiev, T.** Polyvinyl alcohol/silver nanoparticles (PVA/AgNps) as a model for testing the biological activity of hybrid materials with included silver nanoparticles // Materials Science and Engineering C. – 2012. – Vol. 32. – 7. – P. 2048–2051.

11 **Danilov, E.A., Veretennikov, M., Dronova, M., Kalyakin, T., Stepashkin, A.A., Tcherdyntsev, V.V., Samoilov, V.** Simple Route to Increase Electrical Conductivity and Optical Transmittance in Graphene/Silver Nanoparticles Hybrid Suspensions // Applied Sciences. – 2023. – 13(3). – P. 1922.

17.01.25 ж. баспаға түсті.

24.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

08.02.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

*Г. М. Ергазина¹, Б. М. Шакинов², Ж. К. Фазлутдинова³,
А. Ж. Жумабеков⁴, *А. Ж. Касанова⁵*

^{1,2,3,4,5}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 17.01.25.

Поступило с исправлениями 24.01.25.

Принято в печать 08.02.25.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В статье проведено всестороннее исследование методов синтеза наночастиц серебра (Ag НЧ), их физико-химических и электрических свойств. Представлены три основных подхода к синтезу: восстановление боргидридом натрия, использование поливинилового спирта (ПВС) и поливинилпирролидона (ПВП) в качестве стабилизаторов. Для каждого метода детально описаны реакционные условия, такие как концентрации реагентов, температуры и продолжительность процессов. Оценены ключевые свойства наночастиц, включая размеры, стабильность и спектральные характеристики. Так, синтезированные боргидридным методом наночастицы демонстрируют сферическую форму с диаметром от 10 до 14 нм и устойчивостью до 7 дней. ПВС и ПВП увеличивают стабильность полученных коллоидов, продлевая срок их использования до полугода и более. Проведены

спектрофотометрические измерения, подтверждающие локализованный поверхностный плазмонный резонанс (ЛППР), а также исследования распределения размеров частиц с использованием прибора ZetasizerNano S90. Также изучены электрические свойства наночастиц, где синтезированные боргидридным методом серебряные частицы показали максимальную проводимость (863 мСм/см), что делает их перспективными для применения в электронике. Сравнительный анализ методов синтеза показал, что использование стабилизаторов, таких как ПВС и ПВП, существенно влияет на агрегативную устойчивость наночастиц, предотвращая их укрупнение и осаждение. Это открывает возможности для дальнейшего применения наночастиц в различных областях, включая медицину, биотехнологию и электронику.

Ключевые слова: наночастицы серебра, боргидридный метод, полиольный метод, электропроводность, спектрофотометрия, агрегативная стабильность, поверхностный плазмонный резонанс.

**G. M. Ergazina¹, B. M. Shakenov², Zh. K. Fazlutdinova³,
A. Zh. Zhumabekov⁴, *A. Zh. Kassanova⁵**

^{1,2,3,4,5}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 17.01.25.

Received in revised form 24.01.25.

Accepted for publication 08.02.25.

SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES AND THEIR PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES

The article comprehensively studies methods for synthesizing silver nanoparticles (Ag nanoparticles) and their physicochemical and electrical properties. Three main approaches to synthesis are presented: reduction with sodium borohydride, the use of polyvinyl alcohol (PVA) and polyvinylpyrrolidone (PVP) as stabilizers. Reaction conditions such as reagent concentrations, temperatures, and process duration are described in detail for each method. The key properties of nanoparticles, including size, stability, and spectral characteristics, are evaluated. Thus, nanoparticles synthesized by the borohydride method exhibit a spherical shape with a diameter of 10 to 14 nm and a stability of up to 7 days. PVS and PVP increase the stability of the obtained colloids, extending their use to six months or more. Spectrophotometric measurements confirming localized surface plasmon resonance (LPPR) and studies of

particle size distribution using the ZetasizerNano S90 instrument were performed. The electrical properties of nanoparticles were also studied, where silver particles synthesized by the borohydride method showed maximum conductivity (863 mSm/cm), which makes them promising for use in electronics. A comparative analysis of synthesis methods has shown that using stabilizers such as PVA and PVP significantly affects the aggregative stability of nanoparticles, preventing their enlargement and precipitation. This opens up opportunities for further applications of nanoparticles in various fields, including medicine, biotechnology, and electronics.

Keywords: silver nanoparticles, borohydride method, polyol method, electrical conductivity, spectrophotometry, aggregative stability, surface plasmon resonance.

SRSTI 62.254.1

<https://doi.org/10.48081/MLMT2293>

K. A. Kuterbekov¹, K. Zh. Bekmyrza², A. M. Kabyshev³,

***A. A. Baratova⁴, N. K. Aidarbekov⁵**

^{1,2,3,4,5}L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Astana

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7116-1520>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8902-8736>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1472-4045>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7015-3567>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1981-5416>

*e-mail: aa.baratova@yandex.kz

SCREEN PRINTING TECHNOLOGICAL APPROACHES OF MATERIALS FOR SOLID OXIDE FUEL CELLS

This article focuses on the study of materials used in solid oxide fuel cells (SOFCs) and analyzes their properties, advantages, and disadvantages within key components, including electrolytes, anodes, cathodes, and interconnects. Various manufacturing processes and design solutions aimed at enhancing SOFC efficiency and reducing operating temperatures are discussed. The development of new materials and fabrication techniques is crucial to overcoming challenges associated with high-temperature operation, material degradation, and cost reduction, which remain key barriers to widespread commercialization. Particular attention is given to the use of screen printing as a method for forming porous electrode films, which offers high economic efficiency and flexible process parameter control. Screen printing allows for precise deposition of functional layers, ensuring optimal porosity and thickness, which are critical for enhancing electrochemical performance. The study explores the influence of printing parameters on electrode layer properties, an aspect that remains insufficiently researched in the field of SOFCs. A better understanding of these effects can lead to the development of electrodes with improved catalytic activity, mechanical stability, and long-term durability, thereby enhancing the overall performance of SOFCs.

Additionally, the study examines two types of starting electrolyte powders: commercially available gadolinia-doped ceria (GDC) and scandia-stabilized zirconia (ScSZ-n) synthesized via laser evaporation. A particle size analysis using the Brunauer–Emmett–Teller (BET)

method revealed significant size discrepancies, necessitating additional processing. The findings contribute to improving the durability and efficiency of SOFCs while facilitating their scalability for industrial applications. By optimizing materials and fabrication techniques, this study provides valuable insights into the advancement of SOFC technology, paving the way for more reliable, cost-effective, and commercially viable fuel cell systems.

Keywords: solid oxide fuel cells (SOFCs), screen printing, electrolyte materials, electrode fabrication, sintering temperature.

Introduction

The energy needs of modern society are currently entirely defined by the availability of non-renewable energy sources on the planet, including coal, oil, and natural gas [1, p. 259–262]. The consequences of such dependence have a detrimental impact on the environment and human health, while also leading to the rapid depletion of these resources [2, p. 18997–18998; 3, p. 14108–14112]. In this regard, one of the pressing challenges of modern energy systems is the search and development of new, alternative, and sustainable energy sources that do not harm the environment.

The search and development of sustainable, clean energy carriers capable of replacing non-renewable fossil fuels and directly converting the chemical energy of fuel into electricity without intermediate combustion processes—thereby eliminating various energy-wasting stages—represents a critical objective in alternative energy research [4, p. 100923–100927; 5, p. 118718]. The application of fuel cells (FCs) within the framework of this alternative energy development could accelerate the creation of highly efficient and cost-effective electrochemical generators based on this technology.

Furthermore, one of the key advantages of fuel cells (FCs) is their silent operation and modular design, which allows for electricity generation both in stationary settings and portably for transportation applications.

Currently, several types of FCs are classified based on their corresponding electrolytes: alkaline fuel cells (AFC), phosphoric acid fuel cells (PAFC), molten carbonate fuel cells (MCFC), polymer electrolyte or proton exchange membrane fuel cells (PEMFC), and solid oxide fuel cells (SOFC) (Table 1).

As seen in Table 1, the electrolytes used in most FCs are characterized by high cost and susceptibility to corrosion due to the aggressive nature of the electrolyte, which imposes limitations on their application.

Among FCs, solid oxide fuel cells (SOFCs) stand out as the most promising [6, p. 273–275; 7, p. 36]. SOFCs are distinguished by their high energy efficiency, achieved through the direct conversion of the chemical energy of fuel into

electricity without intermediate combustion processes, thereby eliminating various energy-wasting stages. SOFCs are not strictly limited by fuel composition and can operate on a variety of hydrogen-containing gases. Additionally, they do not require the use of expensive or scarce materials and minimize emissions of harmful oxides [8, p. 37–40].

In SOFCs the chemical energy of hydrogen serving as the fuel and an oxidizer (air or oxygen) is converted into electrical and thermal energy with the sole by product of the reaction being water, achieving a high level of efficiency.

Table 1 – Characteristics of FCs with corresponding electrolytes, electrodes, and types of fuel

Type	Electrolyte	Fuel	Electrodes	Temperature (°C)
AFC	An aqueous solution of sodium hydroxide or potassium hydroxide	H ₂	Carbon with a platinum electrocatalyst	100-250
MCFC	Molten lithium and potassium carbonate	H ₂ /CO	Non-precious metals	500-700
PAFC	Phosphoric acid	H ₂	Carbon with a platinum electrocatalyst	150-250
PEM	Proton-conducting membrane	H ₂	Carbon with a platinum electrocatalyst	70-110
SOFC	Solid ceramic inorganic oxide	H ₂ CO/ Hydrocarbons	Solid ceramic inorganic oxide	700-1000

These alternative energy sources such as SOFCs operate at very high temperatures (800–1000 °C), which can lead to degradation of the energy source components due to chemical interactions between the constituent materials [9, p. 164–166; 10, p. 111180].

Therefore, one of the critical challenges today is reducing the operating temperature of SOFCs to the range of 500–800 °C. This reduction aims to slow down material degradation and enable the use of more cost-effective structural materials. However, these new operational conditions necessitate significant improvements in the electrochemical properties of new cathode materials to maintain the efficiency of SOFCs [11, p. 2–7; 12, p. 7310–7325].

Materials and methods

The conversion of chemical energy into electrical energy, the provision of highly efficient electrochemical power generation, and the implementation of environmentally friendly technology can be achieved through the use of electrochemical devices such as FCs [13, p. 21-34].

The structure of a fuel cell (FC) typically consists of electrodes (anode and cathode) and a dense solid electrolyte in close contact with the electrodes (Figure 1).

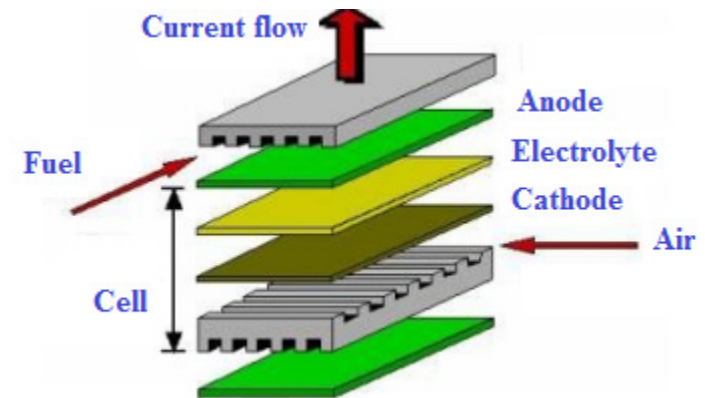
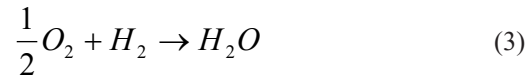
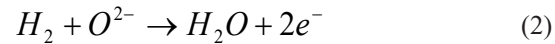
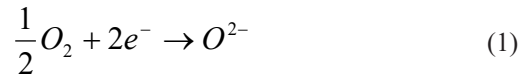


Figure 1 – Structure of a Fuel Cell

To ensure proper operation, stability, and durability of FCs, minimize fuel losses, and achieve high electrical performance, the electrolyte must possess high mechanical strength, excellent ionic conductivity, and thermal stability [14, p. 164–166].

In FCs the fuel gas and oxidizer flow along the surfaces of the anode and cathode, respectively, and undergo electrochemical reactions at the three-phase boundary located at the interface of gas, electrolyte, and electrode. Theoretically, a FC can generate electrical energy as long as fuel and oxidizer are continuously supplied to the electrodes. Various types of fuels can be used, such as hydrogen, ethanol, methanol, or gaseous fossil fuels like natural gas. Solid or liquid fossil fuels must first be gasified before they can be used as fuel. Oxygen or air can serve as the oxidizer.

Modern SOFCs can also operate on hydrocarbons, enabled by the process of internal reforming. The processes occurring in SOFCs can be described by the following equations:



In SOFCs oxygen reduction occurs at the cathode upon the intake of air (equation 1), while fuel is supplied to the anode (equation 2). The anions formed during oxygen reduction migrate to the anode through the electrolyte and react with hydrogen at the anode, producing water (equation 3). The energy generated by the SOFC is released as electrons, liberated at the anode, flow through an external circuit. A schematic representation of SOFC operation is shown in Figure 2.

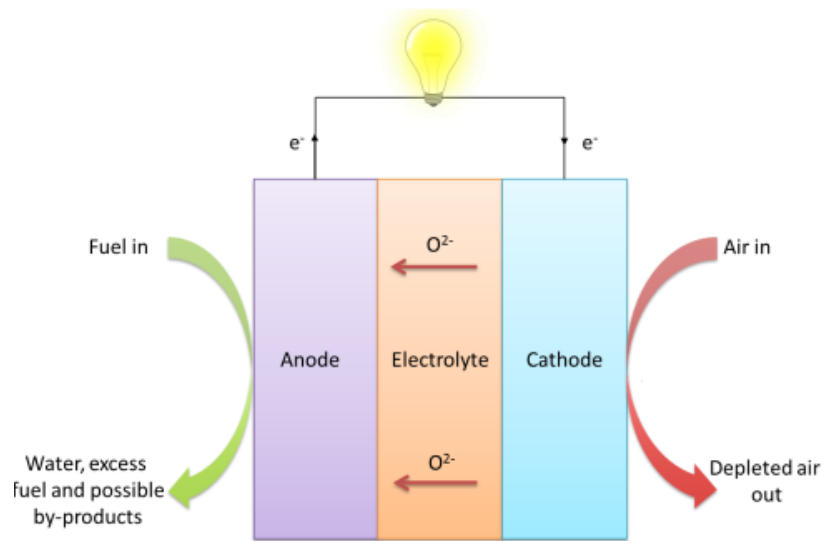


Figure 2 – Structure of a SOFC

In SOFCs, a solid oxide is used as the electrolyte, which must serve as a barrier to diffusion processes between the anode and cathode. The electrolyte should possess properties such as high ionic conductivity, chemical stability, and minimal

electronic conductivity. Yttria-stabilized zirconia (YSZ) and gadolinium-doped ceria (GDC) are traditionally used as electrolytes. To enable mutual penetration, that is, gas diffusion through the electrode-electrolyte interface, the electrodes must be porous, chemically stable under both reducing and oxidizing conditions, as well as at the operating temperatures of SOFCs, and chemically and physically compatible with the electrolyte. To minimize the risk of mechanical stresses between different components of SOFCs, the compatibility between the electrodes and the electrolyte can be determined by the thermal expansion coefficient (TEC).

Currently, there are many types of FCs. Their types vary depending on the reactants, intended applications, and ionic conductors. For example, in cells where free circulation of the electrolyte occurs, multilayer electrodes are typically used. Single-layer electrodes can be used in FC with matrix electrolytes. In FC with solid electrolytes, electrodes can be deposited on electrolytes, or electrolytes can be deposited on electrodes. Moreover, the functional significance, voltage, power output of the FC, and technological capabilities for manufacturing SOFC components can determine the dimensions of the FC electrodes. For the implementation of a wide variety of designs for the final SOFC, the solid-state form of all functional components of the SOFC is considered optimal. All SOFCs are classified into cells with either a supporting electrolyte or a supporting electrode (cathode or anode).

For proper operation of an SOFC, the structural configuration must provide sufficient strength and rigidity. In configurations with a supporting electrolyte (Figure 3a), the electrolyte should have a thickness of at least 100–150 μm . However, in such a design, significant ohmic resistance to ionic current arises due to the thickness of the electrolyte.

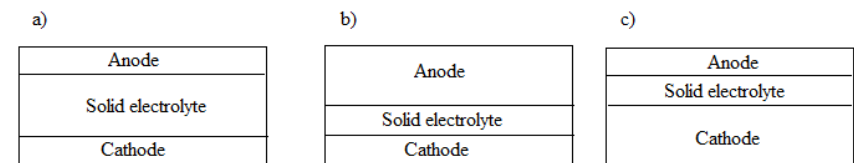


Figure 3 – Structural representation of SOFC: a) with a supporting electrolyte; b) with a supporting anode; c) with a supporting cathode

The methodology for forming all SOFC components, including the supporting structure, as well as the geometry of the structural elements, plays a crucial role in ensuring the efficient operation of SOFCs. Furthermore, reducing the thickness of the electrolyte becomes essential for improving SOFC performance. This is

achieved by using electrode or metallic components through the deposition of a thin film onto the electrodes.

In this regard, it becomes necessary to explore ways to reduce the electrolyte thickness to 10 μm or less. However, such a reduction does not correspond the technical requirements for using the electrolyte as a structural support. The solution to this challenge lies in the potential use of the anode (Figure 3b) or the cathode (Figure 3c) as the supporting components of the SOFC.

In this regard, it becomes necessary to identify ways to reduce the electrolyte thickness to 10 μm or less. However, such a reduction does not align with the technical requirements for using the electrolyte as a structural support. The solution to this problem lies in the potential use of the anode (Figure 3b) or the cathode (Figure 3c) as the supporting components of the SOFC.

A metal substrate can also serve as a supporting structure, consisting of a metallic plate made from chromium-containing stainless steels. This substrate functions both as a current collector and as a supporting base onto which other layers of the fuel cell are applied. However, the power output of such SOFCs has been found to be lower compared to SOFCs based on electrolyte or electrode supports.

For the effective operation of SOFCs, the method the SOFC constructing design is of critical importance, as it depends on the individual structural elements, the supporting framework, and the geometry of the structural components. A key role in ensuring the operational mode of the SOFC is played by the process of forming the electrolyte, which determines the characteristics of the entire fuel cell.

The methods currently known for producing fuel cell electrolyte films include sol-gel technology, various types of spraying, casting, deposition, dipping, and the screen-printing method, which is widely used for the fabrication of thick-film electrochemical converters.

The screen-printing method is actively used for the fabrication of single SOFCs and is one of the cost-effective processing methods for SOFC production. A distinctive feature of this method is its ability to adjust the layer thickness depending on the required experimental conditions. However, despite the wide range of printing technologies employed in this method, the quality of the printed films is influenced by numerous factors, such as thickness, adhesion, and resolution. For example, the resolution of the pattern is significantly affected by the number and material of the mesh, as the pattern on the film replicates the structure of the mesh. The rheological properties of the ink also play a crucial role in ensuring sharp edges without spreading beyond the pattern boundaries. By selecting appropriate solvents and binders, it is possible to adjust the wettability and surface tension of the printing inks, which directly influence the adhesion of the printed films themselves.

The screen-printing method is classified as a colloidal technique because it involves the use of a paste containing composite material particles embedded in an organic matrix, which is applied to a supporting substrate. In the initial stage, the powders are mixed with a binder and a solvent using grinding media. Homogenization of such pastes is carried out in planetary mixers, ensuring uniform distribution of the powder throughout the volume during the mixing process. Figure 4 shows an example of a setup for screen printing.

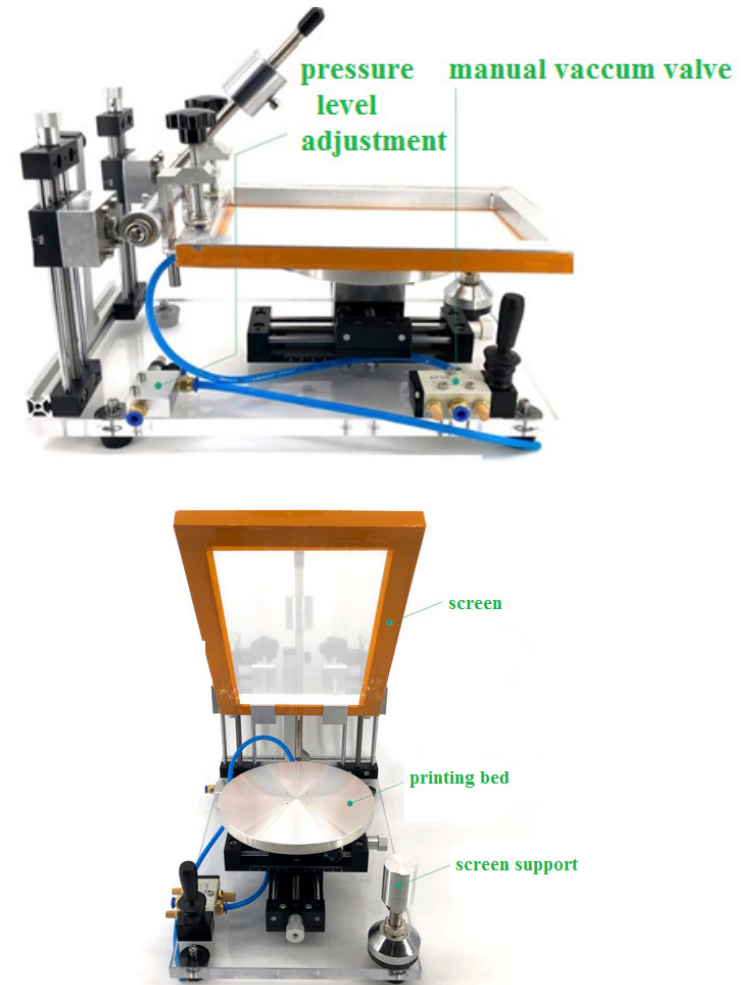


Figure 4 – Lab Screen Printer

The coordinated use of the squeegee, stencil mesh, ink, and mesh material facilitates the screen-printing process. In a typical screen-printing procedure, the stencil is first securely fixed onto the printing machine. Ink is then applied to one side of the stencil's print pattern and pressed onto the substrate using the force applied by the squeegee. As a result, the desired pattern, replicating the structure of the mesh, is formed (Figure 5). The thickness of the resulting layer is controlled by the thread thickness, the number of threads, and the weave density.

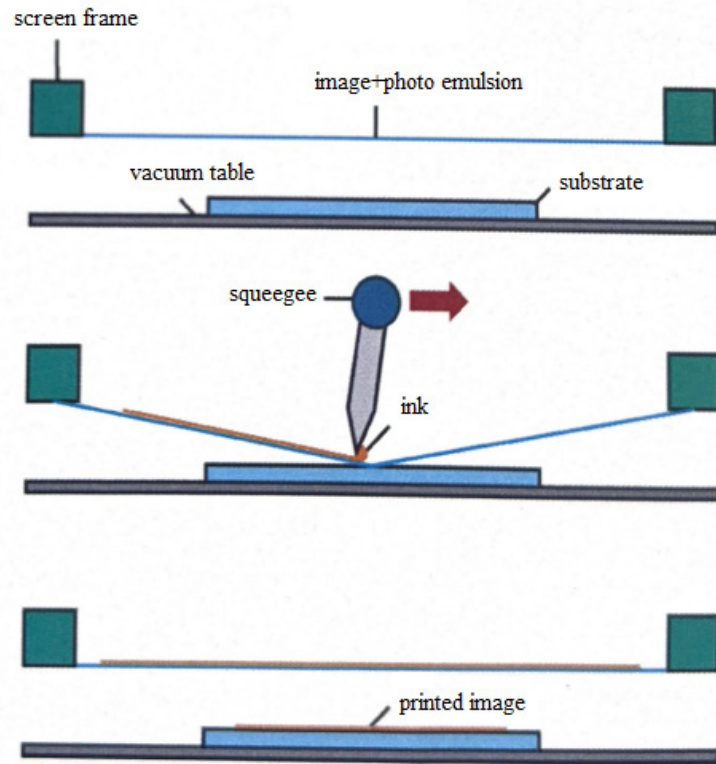


Figure 5 – Schematic process of screen printing

One of the key tools for implementing this method is the squeegee used in screen printing. The squeegee applies the ink onto the fabric through the stencil or mesh, ensuring its efficient distribution to create the desired pattern and print on fabric and other surfaces.

An additional advantage of screen printing is its ability to implement various SOFC configurations (single working electrode, arrays of working electrodes, three-electrode configurations, etc.) with different electrode geometries and sizes.

One of the critical factors determining the selectivity and sensitivity of detection is the composition of the ink, which can be modified by adding various polymers, enzymes, and metals, thereby providing broad versatility to the screen-printing method. The quality of the resulting layer in this method depends on the rheological properties of the paste, where the solid component typically does not exceed 50 vol. %. When the goal is to create porous layers (such as the cathode or anode), the screen-printing method is the most suitable. However, if thin, gas-tight layers are required, multiple coatings may be necessary to achieve the desired properties.

For example, in the study by [15, p. 780-782], the authors aimed to obtain dense of SDC ($\text{Sm}_{0.2}\text{Ce}_{0.8}\text{O}_{1.9}$) films on an anode SDC–NiO substrate. The paste required for forming a thin layer had a low solid-phase electrolyte content (40 wt. % SDC) to achieve a gas-tight layer. In the study by [16, p. 1803-1805], 8YSZ electrolyte layers were produced on a Ni/8YSZ anode using the screen-printing method. The electrolyte was mixed with two different dispersants (Solsperser 3000 and polyvinylpyrrolidone) as well as two different organic polymer binders (polyvinylbutyral, PVB): PVB B30H and PVB B20H. The authors found that the choice of dispersant influenced the viscosity of the suspension. The addition of Solsperser 3000 to the paste exhibited a dilatant behavior (an increase in suspension viscosity with increasing shear rate) compared to the paste containing the other dispersant, polyvinylpyrrolidone. Such dilatant behavior allows particles to move freely within the suspension without disrupting the connections in the flexible chain. Additionally, using PVB B30H as a binder facilitates faster elimination of segregation defects in the layers compared to PVB B20H. Elimination of mechanical defects in SOFC films can be achieved by using an appropriate solid loading in the paste. For instance, in the study by [16, p. 1806-1808], it was found that solid loadings of 45 vol. % and 50 vol. % were suitable for pastes containing micro- and nanosized 8YSZ powders. In this case, PVB B30H was used as the binder, resulting in fewer cracks and bends in the obtained films, which could have been expected due to shrinkage between the anode and the electrolyte.

These screen-printing technologies subsequently involve stages such as the preparation of starting powders, their mixtures or chemical compounds, shaping, and sintering (synthesis). The sintering process itself consists of two stages: the removal of the binder (burnout) and high-temperature sintering proper.

Results and discussion

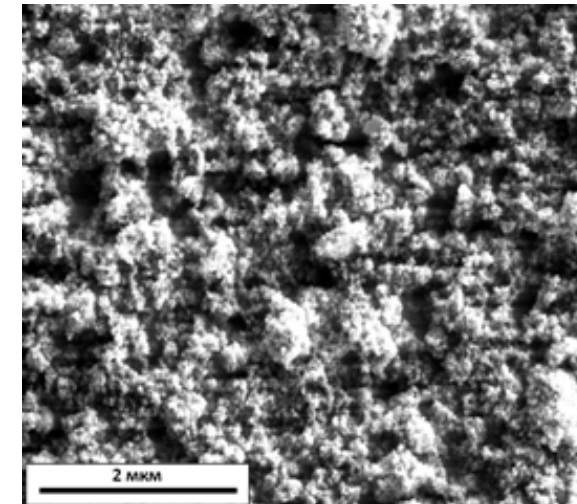
The study utilized two types of starting powders: commercial gadolinia doped ceria (GDC) electrolyte powder (Kceracell Co., Ltd.) and scandia-stabilized zirconia (ScSZ-n) electrolyte powder synthesized via laser evaporation. The characteristics of the powders are summarized in Table 2. According to Brunauer–Emmett–Teller analysis (BET analysis), the particle size of ScSZ-n powder is nearly twice as small as that of the GDC powder. To reduce the size discrepancy, the ScSZ-n powder was calcined at 600°C for 4 hours, followed by grinding in an agate mortar. The resulting powder, designated as ScSZ-600, is also characterized in Table 2.

The phase purity of ScSZ-600 showing no unwanted secondary phases. SEM imaging revealed that the calcination process contributed to a more uniform and less aggregated microstructure, which is beneficial for achieving dense and high-performance electrolyte layers. These modifications are critical for optimizing ionic conductivity, mechanical strength, and long-term operational stability in solid oxide fuel cell applications.

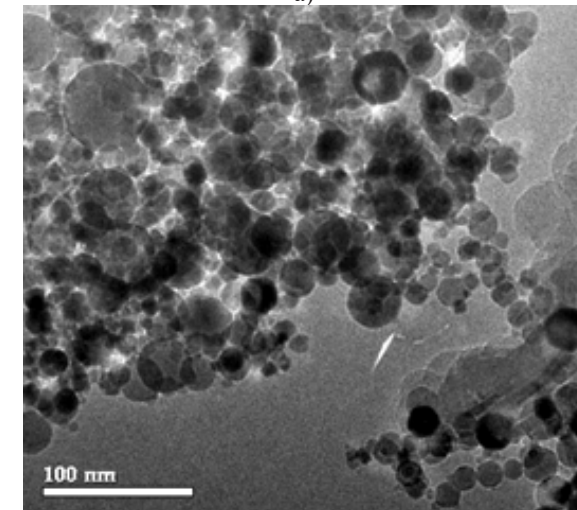
Table 2 – Characteristics of FCs with corresponding electrolytes, electrodes, and types of fuel

Designation	Chemical Composition	S_{BET} , m ² /g	d_{BET} , nm	γ_{theor} , (g/cm ³)
GDC	Ce _{0,9} Gd _{0,1} O _{2-δ}	34,2	24	7,21
ScSZ-n	Zr _{0,81} Sc _{0,19} O _{1,905}	81,5	13	5,67
ScSZ-600	Zr _{0,81} Sc _{0,19} O _{1,905}	54,9	19	5,67

Figure 6 presents images of the initial nanopowders GDC and ScSZ-n, obtained using scanning (LEO 982) and transmission (Jeol Jem 2100) electron microscopes. It can be observed that the ScSZ-n powder is non-agglomerated, with particles exhibiting a spherical shape. In contrast, the nanosized particles of the GDC powder are assembled into agglomerates approximately 0.2 μm in size.



a)



b)

Figure 6 – Micrographs of powders: (a) GDC and (b) ScSZ-n

Successful co-sintering of two dissimilar layers requires matched shrinkage behavior during the sintering process of the materials comprising these layers. The primary powder characteristics influencing sintering kinetics are their

granulometric and chemical compositions. All powders used in this study are nanosized. However, there are two key considerations: first, it is well-documented that GDC exhibits poorer sinterability compared to ScSZ, requiring high temperatures in the range of 1400–1600°C to achieve a highly dense GDC layer. Second, the commercial GDC powder used in this study is agglomerated, which further complicates its sintering process.

The results of dilatometric studies of the initial powders are presented in Figure 7. It is evident that the onset sintering temperature of GDC is approximately 100°C higher than that of the ScSZ powders. Furthermore, the sintering processes of ScSZ-n and ScSZ-600 proceed more rapidly, concluding at approximately 1150°C and 1200°C, respectively, whereas GDC sintering extends up to 1500°C. This makes it unlikely to achieve successful co-sintering of bilayer samples formed from the initial powders.

The sintering kinetics of the GDC solid electrolyte can be significantly altered by introducing a second dopant (co-dopant). Therefore, theoretically, a suitable co-dopant could be selected to align the sintering kinetics of GDC with those of ScSZ, enabling successful co-sintering.

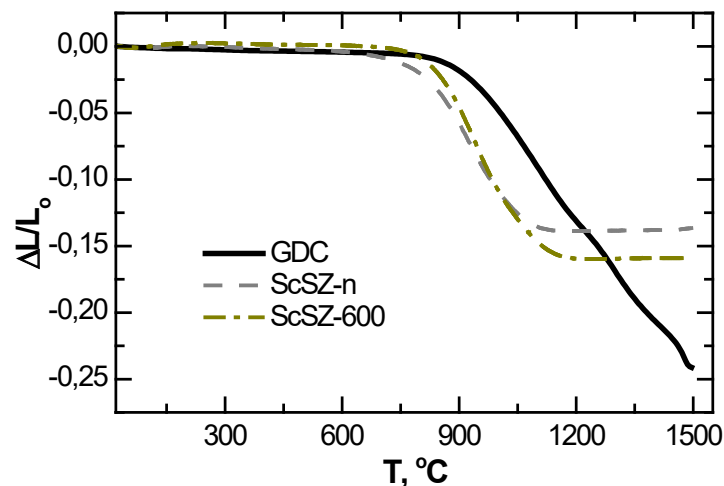


Figure 7 – Linear shrinkage curves of the initial electrolyte materials GDC and ScSZ

Co-dopants enhance the sinterability of GDC by forming a liquid phase during sintering, which accelerates interparticle diffusion. Consequently, the introduced dopant should segregate at grain boundaries rather than dissolve within the grain bulk. A solubility assessment criterion for dopants in the host lattice has

been proposed in [17, p. 1083-1085]. It is suggested that solubility is inversely proportional to the square of the «Vegard's Slope», which for CeO₂ is expressed as:

$$X = 0,0022r_i + 0,00015z_i \quad (1)$$

where r_i is the difference between the ionic radii of the dopant and Ce⁴⁺ (with a coordination number of 8), and z_i is the difference between the charges of the dopant and Ce⁴⁺. Similar expressions have been reported in studies [18, p. 1255–1256].

Thus, co-dopants that do not dissolve in the GDC lattice should be characterized by X values significantly greater than zero. However, if the X value is excessively large, a secondary phase may form in which GDC is insoluble, preventing liquid-phase sintering. According to [18, p. 1257-1258], one of the requirements for materials undergoing liquid-phase sintering is that the solid phase must dissolve in the liquid phase to enable ion transport.

Furthermore, dopants with positive X values (i.e., large ionic radii and/or electron-donating properties) reduce the concentration of oxygen vacancies near grain boundaries, thereby increasing the sintering temperature. Conversely, dopants with negative X values (i.e., small ionic radii and/or electron-accepting properties) facilitate sintering.

Table 3 presents the Vegard's Slope X values for various dopants. Based on these data and literature analysis, the following elements were selected as co-dopants for the study: Co, Cu, Mn, and Zn. These elements were chosen due to their potential influence on lattice distortions, oxygen vacancy concentration, and overall ionic conductivity enhancement in the electrolyte. Co-dopants with negative Vegard's slopes contribute to the stabilization of the crystal structure, modifying the expansion coefficient and improving the electrochemical performance of the electrolyte.

To investigate the effect of these dopants on conductivity, a bilayer electrolyte system was designed. The first electrolyte layer was formed by pressing powder into rectangular bars with dimensions of 3×2×30 mm, achieving a relative density of 0.6. The powder mass and pressing pressure were carefully adjusted to ensure reproducibility and consistency across all samples. The second electrolyte layer was applied using a precise screen-printing technique, which allowed for controlled thickness and uniformity of the functional layer.

The pressed samples underwent sintering in an air atmosphere, with sintering temperatures determined from dilatometric data to optimize densification and phase stability. Compositions containing Co and Mn were sintered at 1150°C, whereas those with Zn and Cu required sintering at 1250°C and 1050°C, respectively. The

dwel time for all samples was maintained at 4 hours to ensure complete diffusion and structural homogenization.

Table 3 – Vegard’s Slope for Various Dopants

Element	r_i^* , Å	X (x 100000)
Si ⁴⁺	0,5	-95
Al ³⁺	0,69	-77
Ni ²⁺	0,83	-61
Ga ³⁺	0,77	-59
Mn ³⁺	0,78	-58
Fe ³⁺	0,78	-57
Cu ⁺	0,92	-56
Li ⁺	0,92	-56
Cu ²⁺	0,90	-48
Mg ²⁺	0,89	-48
Co ²⁺	0,90	-45
Zn ²⁺	0,90	-45
Fe ²⁺	0,92	-41
Sc ³⁺	0,87	-37
Mn ²⁺	0,96	-32
Hf ⁴⁺	0,83	-31
Zr ⁴⁺	0,84	-29
In ³⁺	0,92	-26
Lu ³⁺	0,98	-13

After sintering, platinum wire probes with a diameter of 0.2 mm were attached to the samples for conductivity measurements. These measurements were conducted using the four-probe method under direct current conditions, which minimizes contact resistance errors and provides accurate resistivity values. The temperature-dependent conductivity was evaluated in the range of 600–900°C using an automated data acquisition system based on the ADAM-5000 controller.

Additionally, microstructural characterization of the sintered samples was carried out using scanning electron microscopy (SEM) to assess grain morphology, porosity, and potential secondary phase formation.

The obtained data provide a comprehensive understanding of how different dopants influence the structural, thermal, and electrochemical properties of the solid electrolyte, ultimately guiding the development of more efficient and thermally stable solid oxide fuel cells.

Financing information

This research was funded by the grant with reference number BR21882359, provided by the Ministry of Science and Higher Education of Kazakhstan.

Conclusion

This study provides a comprehensive analysis of materials used in SOFCs, focusing on their properties, advantages, and challenges within key components, including electrolytes, anodes, cathodes, and interconnects. The research highlights the importance of optimizing manufacturing processes and material selection to enhance SOFC performance, particularly by reducing operating temperatures, improving durability, and lowering production costs—factors crucial for widespread commercialization.

A key aspect of this study is the exploration of screen printing as a fabrication method for porous electrode films. The results emphasize its potential as a cost-effective and scalable approach that enables precise control over film thickness and porosity. Further investigations into the impact of printing parameters on electrode properties reveal that a deeper understanding of these factors can lead to significant improvements in catalytic activity, mechanical stability, and long-term performance of SOFC electrodes.

Additionally, the study examines two types of electrolyte powders: commercially available gadolinia-doped ceria (GDC) and scandia-stabilized zirconia (ScSZ-n) synthesized via laser evaporation. The significant particle size differences identified through BET analysis highlight the need for additional processing to ensure uniformity and optimal sintering behavior. The findings underscore the crucial role of material refinement in achieving enhanced ionic conductivity and structural stability, both of which are essential for high-performance SOFC operation.

Overall, this research contributes to advancing SOFC technology by optimizing materials and fabrication techniques. The insights gained from this study pave the way for more efficient, durable, and commercially viable SOFC systems, ultimately supporting the broader transition toward sustainable and high-efficiency energy solutions. Further research should focus on long-term performance evaluation and the integration of advanced nanomaterials to further improve SOFC efficiency and operational stability.

REFERENCES

- 1 **Johnsson, F., Kjärstad, J., Rootzén, J., Minh, N. Q.** The threat to climate change mitigation posed by the abundance of fossil fuels // *Climate Policy*. – 2019. – Vol.82. – № 2. – P. 258–274. – <https://doi.org/10.180/14693062.2018.148388>.

2 Akbar, U., Li, Q.-L., Akmal, M. A., Shakib, M., Iqbal, W. Nexus between Agro-Ecological Efficiency and Carbon Emission Transfer: Evidence from China // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2021. – Vol. 28. – № 2. – P. 18995–19007. – <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09614-2>.

3 Apergis, N., Can, M., Gozgor, G., Lau, C. K. M. Effects of export Concentration on CO2 Emissions in Developed Countries: an Empirical Analysis // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2018. – Vol. 25. – P. 14106–14116. – <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1634-x>.

4 Ansell, P. J. Review of sustainable energy carriers for aviation: Benefits, challenges, and future viability // Progress in Aerospace Sciences – 2023. – Vol. 141. – P. 100919–100930. – <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2023.100919>.

5 Kosir, S., Stachler, R., Heyne, J., Hauck, F. High-performance jet fuel optimization and uncertainty analysis // Fuel. – 2020. – Vol. 281. – P. 118718. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118718>.

6 Minh, N. Q. Solid oxide fuel cell technology—features and applications // Solid State Ionics. – 2004. – Vol. 82. – № 1-4. – P. 271–277. – <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2004.07.042>.

7 Yang, B., Li, Y., Li, J. Comprehensive summary of solid oxide fuel cell control: a state-of-the-art review // Protection and Control of Modern Power Systems. – 2022. – Vol. 7. – P. 36. – <https://doi.org/10.1186/s41601-022-00251-0>.

8 Stambouli, B. A., Traversa, E. Solid oxide fuel cells (SOFCs): a review of an environmentally clean and efficient source of energy // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2002. – Vol. 6. – P. 36–41. – [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00014-X](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00014-X).

9 Wang, S. Y., Jiang, S. P., Traversa, E. Prospects of fuel cell technologies // National Science Review. – 2017. – Vol. 146. – № 34. – P. 163–166. – <https://doi.org/10.1093/nsr/nwww099>.

10 Yue, M., Lambert, H., Pahon, E., Roche, R., Jemei, S., Hissel, D. Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – Vol. 146. – № 34. – P. 111180. – <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111180>.

11 Iannuzzi, M., Barnoush, A., Johnsen, R. Materials and corrosion trends in offshore and subsea oil and gas production // npj Mater Degrad. – 2017. – Vol. 1. – № 2. P. 1–11. – <https://doi.org/10.1038/s.41529-017-0003-4>.

12 Oh, S., Stache, E. E. Recent advances in oxidative degradation of plastics // Chem. Soc. Rev. – 2024. – Vol. 53. – № 34. – P. 7309–7327. – <https://doi.org/10.1039/D4CS00407H>.

13 Si, F., Liu, S., Liang, Y. Fuel Cell Reactors for the Clean Cogeneration of Electrical Energy and Value-Added Chemicals // Electrochem. Energy Rev. – 2022. – Vol. 5. – № 2. – P. 1–46. – <https://doi.org/10.1007/s41918-022-00168-0>.

14 Wang, S. Y., Jiang, S. P., Traversa, E. Prospects of fuel cell technologies // National Science Review. – 2017. – Vol. 4. – P. 163–166. – <https://doi.org/10.1093/nsr/nwww099>.

15 Li, H. B., Xia, C. R., Fan, X. H., He, X., Wei, X., Meng, G. Y. Co-Sintering of SDC/NiO-SDC Bi-Layers Prepared by Tape Casting // Key Engineering Materials. – 2007. – Vol. 280-283. – P. 779–782. – <https://doi.org/10.4028>.

16 Ried, P., Lorenz, C., Brönstrup, A., Graule, T. Processing of YSZ Screen Printing Pastes and the Characterization of the Electrolyte Layers for Anode Supported SOFC // Journal of the European Ceramic Society. – 2008. – Vol. 28. – № 9. – P. 1801-1808. – <https://doi.org/10.1016>.

17 Liu, Z., Liu, M., Nie, L., Liu, M. Effect of Processing Conditions on the Performance of SOFC Electrodes // International Journal of Hydrogen Energy. – 2013. – Vol. 38. – P. 1082-1087. – <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.10.098>.

18 Van Herle, J., Horita, T., Kawada, T., Sakai, N., Yokokawa, H., Dokiya, M. Investigation of SOFC Materials and Interfaces // Solid State Ionics. – 1996. – Vol. 86-88. – P. 1255–1258. – [https://doi.org/10.1016/0167-2738\(96\)00463-5](https://doi.org/10.1016/0167-2738(96)00463-5).

Received 03.02.25.

Received in revised form 10.02.25.

Accepted for publication 05.03.25.

К. А. Кутербеков¹, К. Ж. Бекмырза², А. М. Кабышев³,

**А. А. Баратова⁴, Н. К. Айдарбеков⁵*

^{1,2,3,4,5}Д. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

03.02.25 ж. баспаға түсті.

10.02.25 ж. түзетулерімен түсті.

05.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАТТЫ ОКСИДТІ ОТЫН ЭЛЕМЕНТТЕРІНЕ АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАРҒА ТРАФАРЕТТІК БАСЫП ШЫҒАРУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

Бұл мақала қатты оксидті отын элементтерінде (ҚОӨЭ) қолданылатын материалдарды зерттеуге арналған және олардың негізгі құрамдас бөліктері – электролиттер, анодтар, катодтар және аралық қосылыстар тұрғысынан қасиеттерін, артықшылықтары мен кемшіліктерін талдайды. ҚОӨЭ тиімділігін арттыруға және жұмыс температураларын төмендетуге бағытталған әртүрлі

өндіріс процестері мен конструкциялық шешімдер қарастырылады. Жоғары температурада жұмыс істеу, материалдардың деградациясы және өндіріс құнының жоғары болуы – бұл технологияның кеңінен коммерциялануына кедергі келтіретін негізгі мәселелер. Сондықтан жаңа материалдар мен өндіріс әдістерін дамыту бұл қиындықтарды еңсеруде шешуші рөл атқарады. Әсіресе, трафареттік басып шығару әдісі арқылы кеуекті электрод қабаттарын қалыптастыруға ерекше назар аударылады. Бұл әдіс жоғары экономикалық тиімділікке ие болып, өндіріс параметрлерін икемді басқаруға мүмкіндік береді. Трафареттік басып шығару функционалды қабаттарды дәл жағуға көмектеседі, бұл олардың кеуектілігі мен қалыңдығын оңтайландырып, электрохимиялық өнімділікті арттыру үшін маңызды. Зерттеу барысында басып шығару параметрлерінің электрод қабатының қасиеттеріне әсері қарастырылады. Бұл факторларды тереңірек түсіну катализдік белсенділігі жоғары, механикалық тұрақтылығы мен ұзақ мерзімді беріктігі жақсартылған электродтарды әзірлеуге ықпал етеді, осылайша ҚОӨЭ жалпы өнімділігін арттырады. Сонымен қатар, зерттеу барысында екі түрлі бастапқы электролиттік ұнтақ талданды: гадолиймен қоспаланған церий тотығы (GDC) және лазерлік булану әдісімен синтезделген скандиймен тұрақтандырылған цирконий тотығы (ScSZ-n). Брунауэра–Эммета–Теллер (BET) әдісі арқылы жүргізілген бөлшектер өлшемін талдау GDC және ScSZ-n ұнтақтарының арасында айтарлықтай өлшем айырмашылықтарының бар екенін көрсетті, бұл қосымша өңдеуді қажет етті.

Зерттеу нәтижелері ҚОӨЭ-нің ұзақ мерзімді тұрақтылығы мен тиімділігін жақсартуға, сондай-ақ олардың өнеркәсіптік ауқымда өндірілуін жеңілдетуге ықпал етеді. Материалдар мен өндіріс әдістерін оңтайландыру арқылы бұл жұмыс ҚОӨЭ технологиясын одан әрі жетілдіруге маңызды үлес қосады, сенімді, үнемді және коммерциялық тұрғыдан тиімді отын элементтері жүйесін әзірлеуге жол ашады.

Кілтті сөздер: қатты оксидті отын элементтері (ҚОӨЭ), трафареттік басып шығару, электролиттік материалдар, электрод дайындау, күйдіру температурасы.

К. А. Кутербеков¹, К. Ж. Бекмырза², А. М. Кабышев³,

*А. А. Баратова⁴, Н. К. Айдарбеков⁵

^{1,2,3,4,5}Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,

Республика Казахстан, г. Астана

Поступило в редакцию 03.02.25.

Поступило с исправлениями 10.02.25.

Принято в печать 05.03.2025.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ В СОЗДАНИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Данная статья посвящена исследованию материалов, используемых в твердооксидных топливных элементах (ТОТЭ), с анализом их свойств, преимуществ и недостатков в составе ключевых компонентов: электролитов, анодов, катодов и межсоединений. Рассмотрены различные технологические процессы и конструкционные решения, направленные на повышение эффективности ТОТЭ и снижение их рабочей температуры. Разработка новых материалов и усовершенствование методов их изготовления являются ключевыми факторами в преодолении сложностей, связанных с высокотемпературной эксплуатацией, деградацией материалов и высокой стоимостью производства, что остается серьезным препятствием для массовой коммерциализации технологии. Особое внимание уделено применению метода трафаретной печати для формирования пористых электродных пленок. Этот метод отличается высокой экономической эффективностью и возможностью гибкой настройки параметров процесса. Трафаретная печать позволяет точно контролировать толщину и пористость функциональных слоев, что критически важно для повышения электрохимической производительности. В ходе исследования изучено влияние параметров печати на свойства электродных слоев – аспект, который остается недостаточно изученным в области ТОТЭ. Глубокое понимание этих эффектов позволит разрабатывать электроды с улучшенной каталитической активностью, высокой механической стабильностью и долговечностью, что в конечном итоге повысит общую эффективность ТОТЭ. Кроме того, исследование охватывает два типа исходных порошков электролита: коммерческий порошок церий-гадолиниевого электролита (GDC) и синтезированный

методом лазерного испарения порошок цирконий-скандиевого электролита ($ScSZ-n$). Анализ размера частиц, выполненный методом Брунауэра–Эммета–Теллера (ВЕТ), выявил значительные различия в их размерах, что потребовало дополнительной обработки.

Полученные результаты способствуют повышению долговечности и эффективности ТОТЭ, а также упрощают их масштабированность для промышленного производства. Оптимизация материалов и технологий изготовления предоставляет ценные сведения для дальнейшего развития ТОТЭ, открывая путь к созданию более надежных, экономически эффективных и коммерчески жизнеспособных топливных элементов.

Ключевые слова: твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ), трафаретная печать, электролитные материалы, изготовление электродов, температура спекания.

МРНТИ 29.19.16

<https://doi.org/10.48081/ELGD3788>

А. С. Каюмова¹, *Т. М. Сериков², Г. С. Омарова³

^{1,2}Карагандинский университет имени Е. А. Букетова,
Республика Казахстан, г. Караганда

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4684-0083>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4302-9674>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2900-2168>

*e-mail: serikov-timur@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА НА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НАНОСТЕРЖНЕЙ TiO_2

В данной статье рассмотрено влияние длительности электрохимического осаждения оксида графена (rGO) на фотокаталитическую активность наностержней (НС) TiO_2 . Исследование направлено на улучшение эффективности TiO_2 в качестве фотокатализатора, способного ускорять химические реакции под воздействием солнечного света. Актуальность работы обусловлена потребностью в улучшении характеристик TiO_2 , широко используемого в фотокатализе для очистки воды, воздуха и производства экологически чистой энергии. Основное внимание уделено процессу осаждения слоев оксида графена на поверхность НС TiO_2 с целью повышения эффективности разделения и переноса зарядов. В ходе экспериментов были получены пленки из НС TiO_2 с различной толщиной слоя rGO, и проведена их оценка на предмет фотокаталитической активности. Морфология исследуемых материалов изучалась с использованием сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), а фотокаталитическая активность – по плотности фототока. Результаты показывают, что длительность осаждения существенно влияет на свойства композитов, и оптимизация этого параметра позволяет достичь высокой эффективности фотокатализа. Исследование открывает перспективы разработки новых фотокатализаторов с высокой эффективностью для применения в экологически ориентированных

технологиях, включая генерацию энергии и очистку окружающей среды.

Ключевые слова: наностержни диоксида титана, синтез, восстановленный оксид графена, электрохимическое осаждение, фотокатализ.

Введение

В последние годы наноструктурированные материалы, такие как TiO_2 , стали предметом активного изучения в области материаловедения и нанотехнологий благодаря своим уникальным оптическим, электрическим и химическим свойствам. Одной из ключевых особенностей TiO_2 является его способность выступать в роли фотокатализатора – вещества, способного ускорять химические реакции под действием света. TiO_2 находит широкое применение в процессах очистки воды и воздуха от загрязнений, генерации водорода путем фотолиза воды, что делает его перспективным для использования в экологически чистых энергосистемах.

Несмотря на значительные преимущества, применение TiO_2 как фотокатализатора имеет свои ограничения. Одним из главных недостатков является его большая ширина запрещенной зоны и высокая скорость рекомбинации электронно-дырочных пар. Ширина запрещенной зоны (3,2 эВ для анатаза) позволяет поглощать свет только в ультрафиолетовой области спектра, что составляет около 5 % от солнечного излучения, ограничивая его активность в видимой области спектра, которая более важна для практических применений в солнечных энергосистемах [1, с.4; 2, с.180; 3, с.207-215; 4, с.3]. Для преодоления этого ограничения были предложены различные подходы к модификации TiO_2 , которые направлены на улучшение его фотокаталитической активности в видимом диапазоне спектра. Среди этих методов можно выделить допирование металлами и неметаллами, изменение морфологии частиц, введение гетероструктур, а также модификацию поверхности TiO_2 , что позволило ученым добиться высоких результатов [5, с.2; 6, с.6204].

Однако, снижение скорости рекомбинации электронно-дырочных пар является более сложной задачей. Во-первых, сложность заключается в выборе необходимого материала, во-вторых, в методе его внедрения. Причем, второй параметр необходимо контролировать, так как повышение или снижение концентрации допируемого материала приводит к изменению свойств всего материала. Поэтому необходимо подбирать ее оптимальную концентрацию. Одним из наиболее перспективных способов улучшения свойств TiO_2 является нанесение слоев rGO. Графен и его производные, такие как rGO, обладают уникальными электронными и структурными характеристиками.

Благодаря двумерной структуре графена с высоким отношением площади поверхности к объему, его использование в составе композитов с TiO_2 может существенно повысить активность и стабильность таких систем [7, с.404; 8, с.65]. Авторами работы было показано, что внедрение rGO в структуру пленки из наночастиц TiO_2 в значительной степени позволяют снизить скорость рекомбинации, указывая на оптимальную концентрацию в 5 % от общего объема TiO_2 . Такой подход позволил снизить сопротивление пленки связанного с рекомбинацией и сопротивление пленки TiO_2 . Кроме того, внедрение rGO в пленку TiO_2 позволило сократить эффективное время жизни электрона в пленке, позволяя участвовать им в фотопроцессах. В работах [9, с.673; 10, с.762-775] показано, что rGO играет ключевую роль в улучшении фотокаталитических свойств TiO_2 . Это обусловлено следующими факторами:

– Улучшение разделения и переноса зарядов. Введение слоев rGO способствует более эффективному разделению электронов и дырок, образующихся в результате поглощения света, что минимизирует рекомбинацию носителей заряда и увеличивает общую фотокаталитическую активность.

– Комбинация TiO_2 с rGO позволяет сформировать гетероструктуру, где графеновый слой может служить проводником для электронов, способствуя их переносу на поверхность и тем самым увеличивая эффективность катализа.

В выше перечисленных работах rGO внедрялся преимущественно в пленки из наночастиц TiO_2 объемным способом, то есть путем перемешивания в процессе получения самих частиц. Однако, в опубликованных работах практически отсутствует информация о методе нанесения rGO на поверхность TiO_2 . Поэтому, нами предлагается использовать метод электрохимического осаждения для нанесения rGO на поверхность TiO_2 . Этот метод характеризуется высокой эффективностью, экологичностью и возможностью точного контроля над толщиной и плотностью осаждаемого слоя, что позволяет варьировать фотокаталитические свойства материала.

Электрохимическое осаждение rGO на поверхность TiO_2 включает несколько ключевых стадий [11, с.670-676]. Используя режим циклической вольтамперометрии на подложку, покрытую массивом наностержней TiO_2 , наносится слой rGO. В зависимости от длительности осаждения и количества циклов, можно регулировать толщину слоя rGO, что в свою очередь влияет на конечные свойства композита. Продолжительность этого процесса определяет толщину и однородность слоя rGO на поверхности TiO_2 . Тонкий слой rGO может оказаться недостаточным для обеспечения эффективного поглощения света и переноса зарядов, в то время как толстые

слои могут блокировать поверхность TiO_2 , препятствуя доступу реагентов к активным центрам.

Таким образом, в данной работе рассматриваются экспериментальные данные, касающиеся влияния различной длительности электрохимического осаждения rGO на фотокаталитические свойства наностержней TiO_2 . Изучение этих параметров позволит определить оптимальные условия для получения высокоэффективных фотокатализаторов на основе TiO_2 и оксида графена, которые найдут применение в системах очистки воды и воздуха, а также в новых технологиях генерации чистой энергии.

Материалы и методы

Пленка из HC TiO_2 была изготовлена с использованием простого гидротермального метода, который включал несколько последовательных стадий. Этот метод зарекомендовал себя как эффективный и доступный способ получения HC TiO_2 с контролируруемыми параметрами. Для этого был использован автоклав с тефлоновым покрытием, что позволяло проводить синтез в жестких температурных условиях с высоким давлением.

Процесс начался с подготовки раствора, состоящего из соляной кислоты и прекурсора для TiO_2 . В раствор было добавлено 15 мл концентрированной соляной кислоты (HCl), затем к этому раствору прибавляли 0,25 мл тетра-н-бутоксид титана ($\text{C}_{16}\text{H}_{36}\text{O}_4\text{Ti}$). Для разбавления и улучшения перемешивания смеси добавляли 15 мл деионизированной воды, и смесь интенсивно перемешивали для получения гомогенного раствора. Полученную смесь переносили в тефлоновый автоклав объемом 50 мл, который устойчив к кислотным средам и высоким температурам. Внутри автоклава, на держатель, устанавливали предварительно очищенное стекло с нанесенной тонкой пленкой SnO_2 , легированной фтором (FTO). FTO использовалось в качестве подложки для роста наностержней TiO_2 , поскольку этот материал обладает высокой проводимостью и устойчивостью к химическим воздействиям. Автоклав нагревали до температуры 180°C и выдерживали в течение 6 часов. В этих условиях происходил рост наностержней TiO_2 на подложке из FTO. Солянокислый раствор в процессе реакции способствовал контролируемому осаждению наностержней, обеспечивая вертикальную ориентацию TiO_2 . Этот этап позволил сформировать регулярный массив наностержней на поверхности подложки, что является основой для последующего нанесения слоев rGO.

Для последующего нанесения оксида графена на поверхность наностержней TiO_2 использовался порошок rGO. Порошок rGO в количестве 0,5 г/л, добавляли в раствор фосфата. Этот раствор служил электролитом для последующего электрохимического осаждения. Для того чтобы добиться равномерного распределения частиц rGO в растворе, смесь

подвергали ультразвуковой обработке в течение 2 часов. Эта процедура обеспечивала диспергирование порошка rGO до мельчайших фрагментов, способствуя получению однородного раствора. Ультразвуковая обработка является важным этапом, так как обеспечивает разрушение агломератов и равномерное распределение rGO в растворе. Это важно для обеспечения качественного покрытия HC TiO_2 в процессе электрохимического осаждения. Электрохимическое осаждение оксида графена на поверхность HC TiO_2 осуществлялось с использованием метода циклической вольтамперометрии. Этот метод позволяет контролировать процесс осаждения слоев оксида графена на подложку за счет прикладывания напряжения и изменения его цикличности. Электрохимическое осаждение проводилось в режиме циклической вольтамперометрии с использованием электрохимической установки CorrTest CS350. Напряжение изменялось в диапазоне от 0 до $-1,5\text{ В}$, с циклическим изменением потенциала со скоростью 50 мВ/с . Этот диапазон напряжений был выбран для того, чтобы обеспечить восстановление оксида графена на поверхности наностержней TiO_2 , что приводит к образованию слоя rGO. Электрохимическая ячейка включала рабочий электрод, на котором происходило осаждение, и противоэлектрод для замыкания цепи. Для поиска оптимальной концентрации оксида графена и времени осаждения был проведен ряд экспериментов с варьированием количества циклов осаждения. Было использовано от 1 до 5 циклов осаждения, при этом каждый цикл длился 820 секунд. Варьирование количества циклов позволяло оценить влияние толщины и плотности слоя rGO на фотокаталитическую активность полученных пленок.

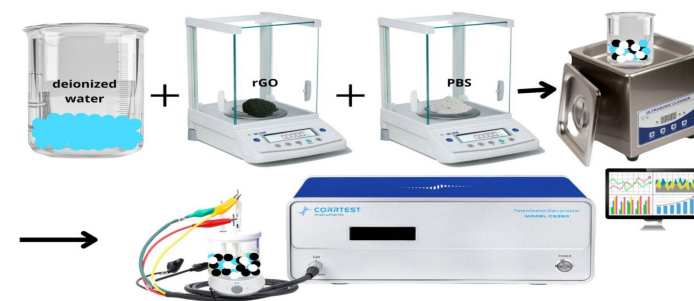


Рисунок 1 – Схема электрохимического осаждения rGO

Основной целью эксперимента было определение оптимального времени осаждения и количества циклов для получения максимальной фотокаталитической активности. Образцы, обозначенные как TNR/rGO_1,

TNR/rGO_2, TNR/rGO_3 и т.д., соответствовали различным количествам циклов осаждения (от 1 до 5). Фотокаталитическую активность образцов оценивали по отклику фототока.

Метод электрохимического осаждения в режиме циклической вольтамперометрии позволил создать пленки TNR/rGO с различной толщиной слоя оксида графена, что дало возможность исследовать их фотокаталитические свойства и найти оптимальные параметры осаждения для максимальной эффективности.

Результаты и обсуждение

Морфологию анализировали с помощью сканирующей электронной микроскопии (Mira 3MLU (Tescan)), измерение поглощения изучали с помощью спектрофотометра ультрафиолетово-видимой (УФ-видимой) области (Solar CM 2203) в диапазоне длин волн 200-800 нм.

На рисунке 2 представлены изображения, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) для образцов с маркировкой TNR/rGO.

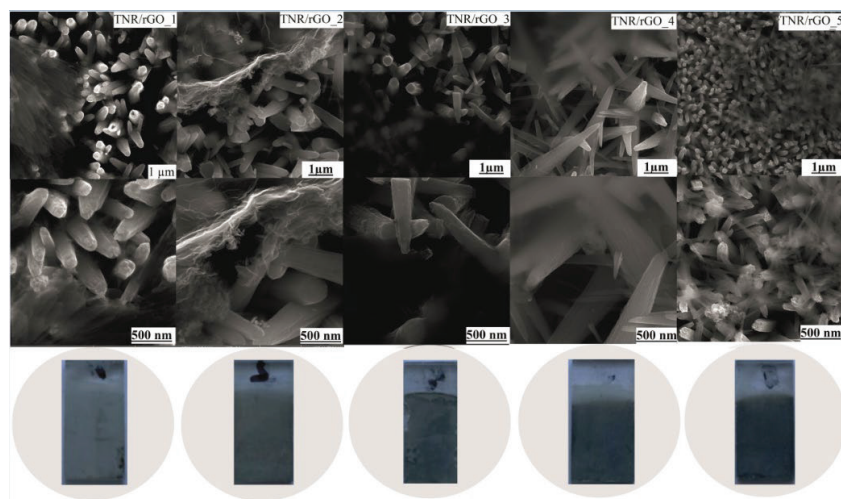


Рисунок 2 – Снимки образцов TNR/rGO, полученные с помощью СЭМ

На изображении видны следующие особенности:

1. Верхний ряд изображений представляет различные образцы (TNR/rGO_1 до TNR/rGO_5) с увеличением на уровне 1 мкм. Это наноструктуры, представляющие собой стержни или иглообразные объекты.

2. Нижний ряд изображений также демонстрирует те же образцы, но с увеличением на уровне 500 нм, показывая более детализированную структуру наностержней.

3. Нижний ряд включает изображения которые, демонстрируют поверхность образцов (распределение покрытия).

Анализ изображений СЭМ показывает, что морфология rGO проявляется в морщинистой и расширенной слоистой структуре, что является особенностью rGO. TiO₂ представляет собой высокоупорядоченную и вертикально ориентированную структуру массива наностержней. После электрохимического осаждения rGO можно наблюдать множество чешуйчатых покрытий, прикрепленных к поверхности TNR, в то время как характеристики массива наностержней TiO₂ все еще сохраняются. Более того, по сравнению с шероховатой верхней частью одиночного наностержня, верхние края TiO₂ также покрываются тонкой пленкой и становятся относительно более гладкими для TNR/rGO, что может быть связано с осаждением rGO. При последовательном нанесении наночастиц rGO цвет подложки постепенно углубляется от полупрозрачного белого к темному, а затем к черному. Таким образом, эти явления подтверждают, что нанолиты оксида графена последовательно загружаются на поверхность TNR.

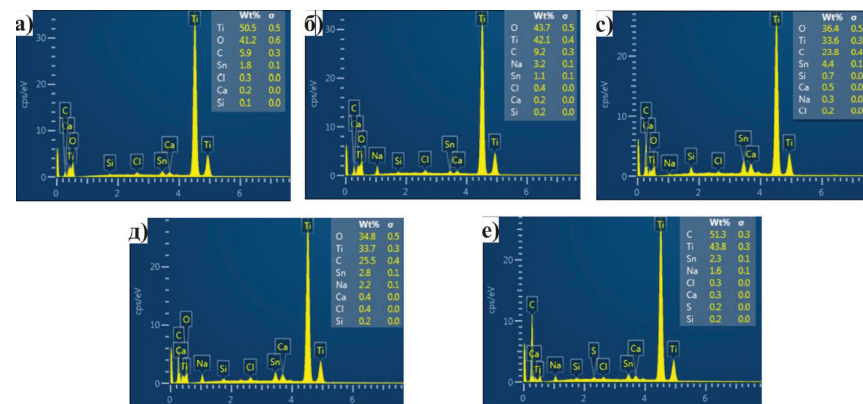


Рисунок 3 – ЭДС TNR с различными циклами осаждения rGO а) TNR/rGO_1; б) TNR/rGO_2; в) TNR/rGO_3; д) TNR/rGO_4; е) TNR/rGO_5

На рисунке 3 показано содержание элементов (в процентах) относительно всего суммарного спектра карты. С поверхности каждого образца снималось по пять спектров: в центре и по углам. Из полученных данных видно, что с увеличением цикла осаждения rGO увеличивается

концентрация восстановленных наночастиц С на поверхности TNR. При 1 цикле доля наночастиц С относительно всего суммарного спектра составила 5,9 %, для 2, 3, 4 и 5 циклов – 9,2; 23,8; 25,5 и 51, 3 % соответственно.

Фотокаталитическую активность образцов оценивали по отклику фототока. Плотность фототока незначительна при отсутствии света и мгновенно возрастает при облучении поверхности пленок. Максимальная плотность фототока TNR/rGO, полученная при 1 цикле составляет 2762 мкА/см², что почти в 1,2 раза превышает плотность чистого TNR (2296 мкА/см²). Фототоки TNR/rGO_2, TNR/rGO_3, TNR/rGO_4 и TNR/rGO_5 составляют 639 мкА/см², 491 мкА/см², 927 мкА/см² и 1005 мкА/см² соответственно. На рисунке 4 показаны фототоко-временные характеристики пленок TNR, TNR/rGO.

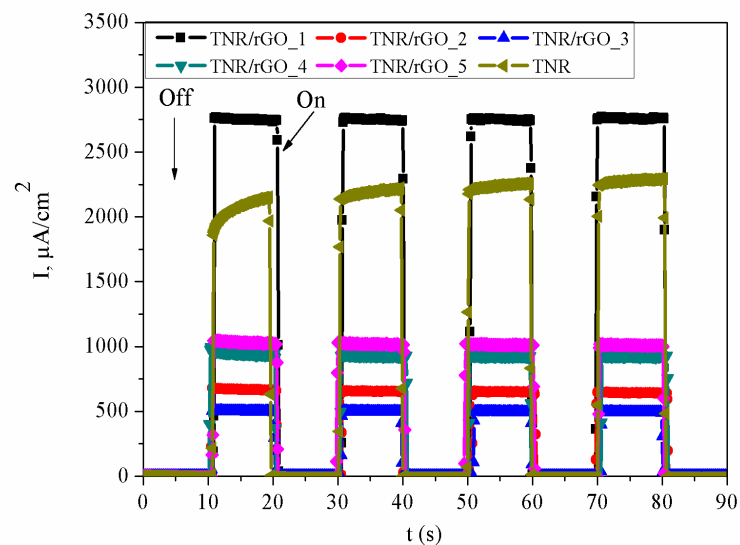


Рисунок 4 – Плотность фототока пленок TNR и TNR/rGO

Очевидно, что все фотоаноды обладают быстрым и хорошим фотооткликом. Плотность фототока практически незначительна в темноте, где как плотность тока быстро увеличивается после включения света. Результат показывает, что фотогенерированные электроны эффективно

отделяются от дырок в пленке TNR/rGO, что приводит к улучшению каталитической активности.

Выводы

Проведенное исследование демонстрирует, что наноконкомпозиты на основе HC TiO₂ и rGO обладают значительным потенциалом для применения в фотокатализе. Было установлено, что длительность электрохимического осаждения rGO оказывает значительное влияние на фотокаталитическую активность получаемых композитов. Результаты проведенных исследований позволяют предположить, что эффективным временем электрохимического осаждения rGO на поверхность TNR является 1 цикл (820 сек), поскольку пленка генерирует высокую плотность свободных электронов. Оптимизация времени осаждения позволила добиться максимальной плотности фототока, что свидетельствует о повышенной эффективности разделения электронов и дырок в системе TiO₂/rGO. Эти результаты открывают перспективы для разработки высокоэффективных фотокатализаторов, которые могут найти применение в процессах очистки воды и воздуха, а также в технологиях генерации чистой энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Mustafa, M. N., Azhari, N. N., Sulaiman, Y. Reduced graphene oxide-titanium dioxide compact layer prepared via electrodeposition for enhanced performance of dye-sensitized solar cells. // Optical Materials. – Volume 120. –2021. – 111475. –ISSN 09253467. – <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.111475>.
- 2 Wanga, Y., Zhang, M., Yu, H., Zuo, Y., Gao, J., He, G., Sun, Z. Facile fabrication of Ag/graphene oxide/TiO₂ nanorod array as a powerful substrate for photocatalytic degradation and surface-enhanced Raman scattering detection. // Applied Catalysis B: Environmental. – Volume 252. – 2019. – P. 174–186. –ISSN 09263373. – <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.03.084>.
- 3 Serikov, T. M., Kayumova, A. S., Baltabekov, A. S., Ilyina L. F., Zhanbirbayeva P. A. Photocatalytic Activity of Nanocomposites Based on Titania Nanorods and Nanotubes Doped with Ag and Reduced Graphene Oxide Nanoparticles. // Nanobiotechnology Reports. – 2023. – Volume 18. – № 2. P. 207–215. – ISSN 26351676. – <https://doi.org/10.1134/S2635167623700040>.
- 4 Guangzhen, L., Zhensheng, X., Liming, Y., Hui, Sh., Difan, F., Mei, W., Penghui, Sh., Xubiao, L. Electrochemical approach toward reduced graphene oxide-based electrodes for environmental applications: A review. // Science of The Total Environment. – 2021. – Volume 778. 146301. – ISSN 00489697. – <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146301>.

5 Pant, B., Saud, P. S., Park, M., Park, S. J., Kim, H. Y. General one-pot strategy to prepare Ag-TiO₂ decorated reduced graphene oxide nanocomposites for chemical and biological disinfectant. // Journal of Alloys and Compounds. – 2016. – Volume 671. – P. 51–59. – ISSN:0925-8388. – <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.02.067>.

6 Wang, Y., Tang, Y. H., Chen, Y., Li, Y., Liu, X. N., Luo, S. L., Liu, C. B. Reduced graphene oxide-based photocatalysts containing Ag nanoparticles on a TiO₂ nanotube array. // Journal of Materials Science. – 2013. – Volume 48(18). – P. 6203–6211. – ISSN:0022-2461. – <https://doi.org/10.1007/978-3-642-44913-0>.

7 Zhumabekov, A. Zh., Ibrayev, N. Kh., Seliverstova, E. V. Photoelectric Properties of a Nanocomposite Derived from Reduced Graphene Oxide and TiO₂ // Theoretical and Experimental Chemistry. – 2020. – Volume 6. – P. 398–406. – ISSN 00405760. – <https://doi.org/10.1007/s11237-020-09632-8>.

8 Zhumabekov, A. Zh. The influence of graphene oxide on the photocatalytic activity of nanocomposite material // Вестник Торайғыров университета Серия: физика, математика и компьютерные науки. – 2023. – Volume 2. – P. 64–73 – <https://doi.org/10.48081/UXBI7290>.

9 Zhang, Q., Ye, S. Y., Chen, X. M., Song, X. L., Li, L. Q., Huang, X. Photocatalytic degradation of ethylene using titanium dioxide nanotube arrays with Ag and reduced graphene oxide irradiated by γ -ray radiolysis. // Applied Catalysis B: Environmental. – 2017. – Volume 203. – P. 673–683. – ISSN 09263373. – <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2016.10.034>.

10 Chen, Q., Yu, Z. X., Li, F., Yang, Y., Pan, Y., Peng, Y. X., Yang, X., Zeng, G. Y. A novel photocatalytic membrane decorated with rGO-Ag-TiO₂ for dye degradation and oil-water emulsion separation. // Journal of Chemical Technology and Biotechnology. – 2017. – Volume 93(3). – P. 761–775. – ISSN:0268-2575. – <https://doi.org/10.1002/jctb.5426>.

11 Li, S., Jiang, H., Yang, K., Zhang, Z., Li, S., Luo, N., Liu, Q., Wei, R. Three-dimensional hierarchical graphene/TiO₂ composite as high performance electrode for supercapacitor. // Journal of Alloys and Compounds. – 2018. – Volume 746. – P. 670–676. – ISSN:0925-8388. – <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.02.210>.

Поступило в редакцию 02.12.24.

Поступило с исправлениями 10.01.25.

Принято в печать 24.01.25.

А. С. Каюмова¹, *Т. М. Сериков², Г. С. Омарова³

^{1,2}Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,

Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

02.12.24 ж. баспаға түсті.

10.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

24.01.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ГРАФЕН ҚОСТОТЫҒЫНЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ТҮНДЫРУ ҰЗАҚТЫҒЫНЫҢ TiO₂ НАНОӨЗЕКШЕЛЕРІНІҢ ФОТОКАТАЛИТИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Бұл мақалада қалтына келтірілген графен қостотығының (rGO) электрохимиялық түндыру ұзақтығының титан қостотығының (TiO₂) наноөзекшелерінің (НӨ) фотокаталитикалық белсенділігіне әсері қарастырылады. Зерттеу күн сәулесі әсер еткенде химиялық реакцияларды жеделдетуге қабілетті фотокализатор ретінде TiO₂ тиімділігін арттыруға бағытталған. Жұмыстың өзектілігі TiO₂ суды, ауаны тазартуда және экологиялық таза энергия өндіруде кеңінен қолданылуына байланысты оның қасиеттерін жақсарту қажеттілігімен айқындалады. Зерттеудің негізгі назары зарядтарды бөлу мен тасымалдау тиімділігін арттыру мақсатында TiO₂ НӨ бетіне rGO қабаттарын түндыру процесіне аударылған. Эксперимент барысында rGO қабатының қалыңдығы әртүрлі TiO₂ НӨ үлгілері алынып, олардың фотокаталитикалық белсенділігі бағаланды. Материалдардың морфологиясы сканерлеуші электронды микроскопия (СЭМ) әдісімен зерттелді, ал фотокаталитикалық белсенділік фототок тығыздығы арқылы анықталды. Нәтижелер түндыру уақыты композиттердің қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететінін және бұл параметрді оңтайландыру фотокализдің жоғары тиімділігіне қол жеткізуге мүмкіндік беретінін көрсетті. Зерттеу TiO₂ негізіндегі жаңа, жоғары тиімді фотокализаторларды жасау перспективаларын ашады және оларды энергия өндіру мен қоршаған ортаны тазартуға арналған экологиялық технологияларда қолдану мүмкіндіктерін көрсетеді.

Кілтті сөздер: титан қостотығының наноөзекшелері, синтез, қайта қалтына келтірілген графен қостотығы, электрохимиялық түндыру, фотокализ.

A. S. Kayumova¹, *T. M. Serikov², G. S. Omarova³

^{1,2}Karaganda Buketov University, Republic of Kazakhstan, Karaganda

Received 02.12.24.

Received in revised form 10.01.25.

Accepted for publication 24.01.25.

EFFECT OF DURATION OF ELECTROCHEMICAL DEPOSITION OF GRAPHENE OXIDE ON PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF TiO₂ NANORODS

This article examines the effect of the duration of electrochemical deposition of reduced graphene oxide (rGO) on the photocatalytic activity of titanium dioxide (TiO₂) nanorods (NRs). The study aims to improve the efficiency of TiO₂ as a photocatalyst capable of accelerating chemical reactions under the influence of sunlight. The relevance of the work is driven by the need to enhance the properties of TiO₂, which is widely used in photocatalysis for water and air purification, as well as for the production of environmentally friendly energy. The main focus is on the process of depositing graphene oxide layers onto the surface of TiO₂ NRs to improve the efficiency of charge separation and transfer. During the experiments, TiO₂ NR films with varying rGO layer thicknesses were obtained, and their photocatalytic activity was evaluated. The morphology of the studied materials was analyzed using scanning electron microscopy (SEM), and their photocatalytic activity was assessed based on photocurrent density. The results demonstrate that the deposition duration significantly affects the properties of the composites, and optimizing this parameter enables achieving high photocatalytic efficiency. The research opens up prospects for the development of new highly efficient photocatalysts for use in environmentally oriented technologies, including energy generation and environmental purification.

Keywords: titanium dioxide nanorods, synthesis, reduced graphene oxide, electrochemical deposition, photocatalysis.

МРНТИ 29.27.15

<https://doi.org/10.48081/OYNY2459>

A. K. Сейтханова¹, А. Т. Нурбердиев²,
С. Т. Тамаев³, Б. Тасуов⁴, Қ. Ш. Әбидин⁵

¹Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

^{2,4,5}М. Х. Дулати атындағы Тараз университеті,
Қазақстан Республикасы, Тараз қ.;

³Ш. Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты,
Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8610-5492>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0569-1338>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2778-6898>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2000-6720>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7357-1118>

*e-mail: Nur615380@gmail.com

ЖАРЫҚ АҒЫНЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІ АРҚЫЛЫ ПЛАЗМА ТЕМПЕРАТУРАСЫН БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫНЫ ӨЗІРЛЕУ

Бұл мақалада қарапайым термоядролық реактор түрін жасау жолы және оның көмегімен алынатын салқын плазма (температура бірнеше электронвольт ретімен) табиғатын зерттеу жолдары қарастырылады. «Плазмадағы физикалық құбылыстарды зерттеу» атты қондырғысы болашақта мектеп және жоғарғы оқу орындарында атомдық физика курсы, дәлірек айтқанда «Плазма жарығының таралуы», «Плазма температурасын бағалау», «Термоядролық процесс кезіндегі электрондар мен иондар концентрациясын анықтау» құбылыстарын зерттеп, оларды оқыту мақсатында өзірленді.

Реакция қарқынды жүруі үшін кернеу 220В-тан 25кВ-қа дейін өзгертілді. Жоғары кернеуді алу үшін түрлендіргіш приборлар («Модуль ИП», «Жоғары кернеулі түрлендіргіш Разряд-1») қолданылды. Процесс вакуум ішінде орын алатындықтан шыны ішіндегі ауа -100кПа ауасорғышпен тартылып, артыныша шыны ыдысқа бұранда көмегімен дейтерий (2H) толтырылып, қайта вакуум жасалды. Процесс 3-4 рет қайталанды (жұмыста ауыр суды қолдану маңызды емес).

Вакуумда орналасқан вольфрам және мыс электродтарына тұрақты (DC) кернеу беру арқылы салқын, толыққанды емес термоядролық процесс арқылы плазма алынды. Нәтижесінде, энергия алу мақсатындағы емес, тек оқыту мақсатында қолдануға болатын реактор қондырғысы жасалынып, ондағы құбылыстарды зерттеу нұсқаулықтары жазылды. Зерттеу қондырғысы қауіпсіз әрі өзге аналогтарына қарағанда әлдеқайда қолжетімді болып табылады.

Кілтті сөздер: Термоядролық реактор, плазма, атомдық физика, ядролық физика.

Кіріспе

Қазіргі таңда жаңа энергия көздерін табу өзекті мәселеге айналып отыр. Жасыл энергия алу жолдарын қарастырар болсақ оның барлығы ауа-райынан, түрлі форс-мажордан тәуелді екенін байқаймыз. Ғалымдардың басым бөлігі болашақта жаңа әрі қауіпсіз энергия көзі ретінде термоядролық реактор түрлерін қарастырып отыр.

Бүгінгі күні бақыланатын немесе басқарылатын энергия көзіне жету жолында лабораториялық жағдайда басқарылатын термоядролық синтезге қол жеткізу үшін халықаралық деңгейде ауқымды жұмыстар жүргізілуде. Бұл үшін қолдануға келетін p-p реакциясы тым баяу болып отыр. Одан бөлек ${}^2_1\text{H}$ дейтрон үшін экзотермиялық реакциялары секілді кулондық тосқауыл протондықімен бірдей, оның үстіне дейтерийді термоядролық реактор үшін қолайлы отын ретінде қолданысқа ұсынуға болады. Дейтерий теңіз суында көп мөлшерде кездеседі. Оны арзан құнмен бөліп алу әдістерін Б.Мартин өзінің еңбегінде жазған [1].

Бұл мәселелер өз шешімін тапқанға дейін реактордан қанағаттандырарлық мөлшерде энергия алу мүмкін емес екендігі анықталды, сондықтан әлі де осы бағытта жаңа зерттеу жұмыстарын және зерттеуші мамандарды дайындау өзекті болып отыр.

Басқарылатын термоядролық синтезді құру бірнеше негізгі себептерге, яғни энергетикалық ресурстардың қауіпсіздігі, экологиялық тазалық, энергетикалық тиімділік, технологиялық прогресс, жаһандық ынтымақтастық және ұзақ мерзімді перспективаға байланысты.

Осыған орай, бүгінгі таңда елімізде де аталған мәселеге аса назар аударылуда. Біз өз тарапымыздан зертханалық жағдайда плазманың табиғатын зерттеу барысында плазма жарығының таралуын, плазма температурасын бағалау, термоядролық процесс кезіндегі электрондар мен иондар концентрациясын анықтауға негізделген зерттеу жұмыстары жүргізілді. Сонымен қатар, зерттеудің негізгі мақсаттарының бірі, оқу

орындарына арнап жаңа демонстрациялық құрылғыны дайындау болып табылады.

Келешекте осы зерттеу жұмыстарын білім беру ұйымдарындағы атомдық және ядролық физика курсына енгізіп, болашақ мамандардың назарын, қызығушылығын осы мәселеге бағыттау көзделуде.

Материалдар мен әдістер

Жұмыстың ең алғашқы мақсаттарының бірі қолдан жасалған қондырғы көмегімен плазма алу еді. Әрі қарай қондырғыны зерттеу жұмыстарына бейімдеп жасап, соған сәйкес зертханалық жұмыстарды оқыту материалдарын әзірлеу болып табылады. Алға қойылған осы мақсаттар арқылы білім алушылардың атомдық және ядролық физика бөлімі бойынша алынып отырған жаңа заман талабына сай тақырыптарда олардың пәндік және зерттеушілік құзыреттіліктерін қалыптастыру мен қатар оны дамытуға қол жеткізу жұмыстың нәтижесінде күтіледі.

Американдық ғалым Фрэнсис Чэннің классикалық оқулығының жаңартылған нұсқасында ол басқарылатын термоядролық синтезде магниттік оқшаулау мен плазманы тұрақтандыру әдістері көрсетілген [2].

Сонымен, ең алғаш қондырғы бөлігін дайындауда жоғары-вольтты түрлендіргіш приборларды пайдалану қажет болды. Жұмыс барысында 25кВ-тық дайын түрлендіргіш қолданылды. Негізінен теория бойынша өткізгіштерге берілген ток күші мен вакуум күші тығыз байланысты. Плазма алу үшін 10кВ кернеу және 50кПа вакуум жеткілікті [3].

Шыны ішінде орналасқан өткізгіш сымдардың бірі вольфрамды қыздыру арқылы сфера тектес пішінде жасап, ал екінші өткізгіш сол сфера сыртынан спираль тәріздес пішінде шамамен 1 см қашықтықта оралған және оларға өткізгіш сымдар арқылы тұрақты кернеу беріледі. Плазма көрінетін қондырғының бөлігі төменде (1-суретте) көрсетілген.



1-сурет – Вакуумда плазма алу әдісі

Вакуум идеал сақталу үшін қондырғының әрбір жері аэрогельмен бітелді. Одан бөлек вакуумдық сорғыш құралын таңдаудың өзі келесі мәселе болып табылды. Бастапқыда қолданылған сорғыш күші көп болғандықтан плазма тұрақсыз күйде өткізгіштердің айналасында өзге пішінде болды. Сонан соң вакуум шамасын төмендеткен соң бұл проблема өз шешімін тапты. Вакуумдық сорғыш бейнесі төменде (2-суретте) көрсетілген.



2-сурет – Вакуумдық сорғыш 115N (51л/мин)

Аталған мәселелер өз кезегінде шешімдерін тауып, вакуум алынған соң, жобаның бірінші бөлімінің жұмысы аяқталды (2-сурет). Жұмыс нәтижесінде алынған плазма күлгін түсте көрінді. Сонымен, алғаш алынған плазма салқын плазма түріне жататындығы анықталды. Зерттеу жұмыстарында оның түрлі физикалық шамаларын өлшеуде түрлі әдістер қолданылды. Мысалға, ең алдымен люксметр арқылы плазманың жарықтылығы өлшеніп, кейіннен оның интенсивтілігі төмендегі формула арқылы қорытылып шығады. Егерде, люксметр беті жарыққа перпендикуляр орналасса, онда жарықтылық [4]:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

Мұндағы – интенсивтілік, r – жарық пен құрал арасындағы қашықтық, ал E – жарықтылық. Б. Майкл өзінің фотометрия және радиометрия негіздері атты еңбегінде жарық қарқындылығын анықтауда фотометрия негіздері арқылы өзіндік әдісімен қарастырған [5].



3-сурет – Жұмыстың алғаш нәтижесінде алынған салқын плазма

Осыған байланысты орыс ғалымы С. И. Мошкунев кернеу және ток күші түрлендіргіштерін қолдану аясын, олардың тиімділігін арттыру мен шығындарды мейлінше арттыру әдістерін келтірген [6].

Әдебиеттердегі формулалар мен құрылғыны жасау кезіндегі тиімді жолдарды таңдау нәтижесінде, жоғары кернеу беру арқылы вакуумде плазма алынып, жарық ағынының параметрлері арқылы плазма температурасын бағалауға негізделген зерттеу жұмысы жүргізілді.

Мысалға, плазма параметрлері ретінде иондар мен электрондар санына қатысты және плазмадан шыққан жарық ағынының интенсивтілігі арқылы оның температурасын анықтауға арналған теңдіктер қарастырылып, және «Жарық ағынының параметрлері арқылы плазма температурасын бағалау» атты зертханалық жұмыс құрылды.

Астрофизикада жұлдыздардың температурасын спектрлік анализ әдісінен бөлек жарық ағынын зерттеу әдісі арқылы анықтауға болады, яғни

біз әзірлеген қондырғы арқылы плазманың температурасын анықтаймыз. Жарықтылықты люксметр арқылы өлшейміз, [7].

Мұнда жарықтылық белгілі бір бетке түскен жарық мөлшері арқылы анықталады, яғни зерттеуде жарық ағынының люксметрге түсу бұрышын $\alpha = 0^\circ$ деп аламыз да, жарықтың қарқындылығын (интенсивтілігін) анықтаймыз.

Ағайынды Рон және Карл Ленк жарық қарқындылығын анықтау барысында жарықтың бетке түсу бұрышының маңыздылығы мен қатесіз өлшемдерін алудың жолдарын қарастырған [8]:

$$I = Er^2$$

Мұндағы I – интенсивтілік [$\text{Вт}/\text{м}^2$], E – жарықтылық, r – люксметрден плазмаға дейінгі қашықтық [м], зерттеу барысында люксметр шыныға бекітілгендіктен $r=10\text{см}$ деп аламыз.

Осылайша алынған мәнді Стефан-Больцман теңдеуіне қойып, одан әрі температураның мәнін анықтауға болады [9]:

$$I = \sigma T^4$$

Ары қарай осы теңдеуден температураның мәні анықталады:

$$Er^2 = \sigma T^4$$

$$T = \left(\frac{Er^2}{\sigma} \right)^{1/4}$$

Бұдан бөлек Стефан Больцман заңдылығын В. В. Филиппов өзінің оқу құралында температураны спектрлік әдісі арқылы зерттеп, сәулеленудің әр түрлі толқын ұзындықтарына сәйкес температура мәндерін анықтаған [10].

Нәтижелер мен талдаулар

Әрине, қондырғы қолдан жиналғандықтан қателіктер мен бірқатар мәселелер тізімі болды. Біздің зерттеудің негізгі міндеттері ең алдымен демонстрациялық құрылғы құрастырып, оны кейіннен зертханада оқыту құрылғысына бейімдеу.

Қазіргі таңда білім алушыларға арналған заманауи проблемаларға бағытталған атомдық физикадан орындайтын зерттеушілік жұмыстар саны көп емес. Құрастырылған қондырғы мен оған жазылған оқу материалдары білім алушылардың зерттеушілік құзыреттіліктерін арттыруға көп септігін тигізеді. Одан бөлек отандық өнім ретінде қарастырып отырған құрылғымыз

арқылы қосымша зерттеулермен айналысатын білім алушылар жобалау бағытында өз дағдыларын арттырады. Құрылғы арқылы атомдық физика бөлімінен бөлек астрономиядан да қосымша зерттеулер жүргізуге болады.

Осылайша білім алушылардың жалпы физика пәніне деген қызығушылықтарын арттыра отырып, олардың зерттеушілік құзыреттіліктерін қалыптастыруға әбден мүмкін.

Қаржыландыру туралы мәлімет

Жоба Қазақстан Республикасының Мәдениет және ақпарат министрлігі тағайындаған ғылым бағытындағы «Тәуелсіздік ұрпақтары - 2023» гранты аясында жүргізілді.

Қорытынды

Қорытындылай келе, зерттеуге қойылған міндеттер мен мақсатқа сәйкес бірқатар зерттеу жұмыстары орындалып, өз нәтижесін оңынан көрсетті. Нақтырақ айтсақ, тұрақты кернеу түрінде 25кВ вакуумда орналасқан өткізгіштерге беріліп, салқын түрдегі плазма алынды. Біз мұны жан-жақты зерттей келе, люксметр және спектрометр көмегімен физикалық өлшеулер жүргізуге мүмкіншіліктің бар екенін байқадық.

Зерттеу барысында туындаған бірқатар қиындықтар мен мәселелер өз кезегінде шешімін тауып, айқындалды. Қолдан жасалған зерттеу құрылғысы тек қана демонстрациялауда ғана емес, ғылыми-зерттеу жұмыстарындағы өлшеулерде де қолдануға мүмкіншілік беретіні дәлелденді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Мартин Б.** «Ядролық физика және элементар бөлшектер физикасы»: Оқулық/ауд. Д. Минал, С. А. Жауғашева, С. Қ. Сахиев. – Алматы, 2014.

2 **Фрэнсис Ф. Чен** «Введение в физику плазмы и управляемый термоядерный синтез», Springer, 2016.

3 **Калин Б. А., Польский В. И., Якушин В. Л., Волков Н. В., Чернов И. И., Чернов П. С., Джумаев П. С., Стальцов М. С., Емельянова О. В.** Лабораторный практикум «Материаловедение термоядерных реакторов», Учебно-методическое пособие, Национальный исследовательский ядерный университет, Москва, 2019.

4 **Роберт Карличек, Чинг-Чернг Сан, Джорж Зиссис, Радун Зиссис.** «Справочник по передовым технологиям освещения», Springer, 2017.

5 **Михаил Букштаб.** «Основы фотометрии и радиометрии», Springer, 2019.

6 **Мошкунув С. И.** «Генераторы высоковольтных импульсов на основе составных твердотельных коммутаторов», Физматлит, Москва, Россия, 2018.

7 **Михаил Букштаб.** «Фотометрия, радиометрия и измерения оптических потерь», Springer, Берлин, Германия, 2019.

8 **Рон Ленк, Кэррол Ленк.** «Практический дизайн освещения с помощью светодиодов», John Wiley & Sons, Чичестер, Великобритания, 2017.

9 **Кузьмичева В. А.** «Практикум по общей физике: учебное пособие», Альтаир, МГАВТ, Москва, 2019.

10 **Фрэнсис Ф. Чен.** «Введение в физику плазмы и управляемый термоядерный синтез», Springer, Нью-Йорк, США, 2016.

REFERENCES

1 **Martin B.** «Nuclear physics and elementary particle physics»: Textbook/ tr. D. Minal, S. A. Zhavasheva, S. K. Sahiev. – Almaty, 2014.

2 **Francis F. Chen.** «Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion», Springer, 2016.

3 **Kalin B. A., Polsky V. I., Yakushin V. L., Volkov N. V., Chernov I. I., Chernov P. S., Dzhumaev P. S., Staltsov M. S., Emelyanova O. V.** Laboratory Workshop «Materials Science of Thermonuclear Reactors», Textbook, National Research Nuclear University, Moscow, 2019.

4 **Robert Karlicek, Ching-Cherng Sun, Georges Zissis, Radu Zissis.** «Handbook of Advanced Lighting Technology» Springer, 2017.

5 **Michael Buksthab.** «Fundamentals of Photometry and Radiometry», Springer, 2019.

6 **Moshkunov S. I.** «High-voltage pulse generators based on composite solid-state switches», Fizmatlit, Moscow, Russia, 2018.

7 **Michael Buksthab.** «Photometry, Radiometry, and Measurements of Optical Losses», Springer, Берлин, Германия, 2019.

8 **Ron Lenk, Carol Lenk.** «Practical Lighting Design with LEDs», John Wiley & Sons, Чичестер, Великобритания, 2017.

9 **Kuzmicheva V. A.** «Workshop on General Physics: Textbook», Altair, MGAVT, Moscow, 2019.

10 **Francis F. Chen** «Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion», Springer, New York, USA, 2016.

29.10.24 ж. баспаға түсті.

25.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

24.01.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

**А. К. Сейтханова¹, А. Т. Нурбердиев²,
С. Т. Тамаев³, Б. Тасуов⁴, Қ. Ш. Әбидин⁵**

¹Павлодарский педагогический университет имени А. Маргулана,
Республика Казахстан, г. Павлодар;

^{2,4,5}Таразский университет имени М. Х. Дулати,

Республика Казахстан, г. Тараз;

³Международный Таразский инновационный институт имени Ш. Муртазы,
Республика Казахстан, г. Тараз.

Поступило в редакцию 29.10.24.

Поступило с исправлениями 25.11.24.

Принято в печать 24.01.25.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАЗМЫ ЧЕРЕЗ ПАРАМЕТРЫ СВЕТОВОГО ПОТОКА

В данной статье рассматриваются способы создания простого типа термоядерного реактора и исследования природы холодной плазмы (с температурой порядка нескольких электронвольт). Установка под названием «Исследование физических явлений в плазме» разработана с целью дальнейшего использования в школах и высших учебных заведениях для курсов атомной физики, в частности для изучения таких явлений, как «Распространение света в плазме», «Оценка температуры плазмы», «Определение концентрации электронов и ионов в процессе термоядерной реакции».

Для интенсивного протекания реакции напряжение изменялось от 220 В до 25 кВ. Для получения высокого напряжения использовались преобразовательные приборы («Модуль ИП», «Высоковольтный преобразователь Разряд-1»). Так как процесс происходит в вакууме, воздух из стеклянного сосуда был откачан с помощью вакуумного насоса до давления -100 кПа, после чего сосуд был заполнен дейтерием (2H) с помощью вентили, и снова создавался вакуум. Процесс повторялся 3-4 раза (в работе использование тяжелой воды не имеет значения).

Холодная плазма получалась путем подачи постоянного напряжения (DC) на вольфрамовые и медные электроды, находящиеся в вакууме, в ходе неполного термоядерного процесса. В результате была создана установка реактора, предназначенная не для получения энергии, а исключительно для учебных целей, и написаны инструкции для исследования явлений, происходящих в реакторе.

Данная исследовательская установка безопасна и является гораздо более доступной по сравнению с другими аналогами.

Ключевые слова: Термоядерный реактор, плазма, атомная физика, ядерная физика.

**A. Seitkhanova¹, *A. T. Nurberdiyev²,
S. T. Tamaev³, B. Tassuov⁴, K. Sh. Abidin⁵**

¹Pavlodar Pedagogical University named after A. Margulan,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

^{2,4,5}M. H. Dulati Taraz University, Republic of Kazakhstan, Taraz.

³International Taraz Innovation Institute named after Sh. Murtaza,
Republic of Kazakhstan, Taraz.

Received 29.10.24.

Received in revised form 25.11.24.

Accepted for publication 24.01.25.

DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR EVALUATING PLASMA TEMPERATURE THROUGH LIGHT FLUX PARAMETERS

This article discusses the creation of a simple type of thermonuclear reactor and the study of the nature of cold plasma (with a temperature of several electronvolts), obtained using this reactor. The device, called «Study of Physical Phenomena in Plasma,» is designed for future use in schools and universities for atomic physics courses. More specifically, it is aimed at studying phenomena such as «Light Propagation in Plasma,» «Plasma Temperature Evaluation,» and «Determining Electron and Ion Concentration in a Thermonuclear Process.»

To intensify the reaction, the voltage was varied from 220V to 25kV. To achieve high voltage, converter devices («IP Module,» «High-Voltage Converter Discharge-1») were used. Since the process occurs in a vacuum, the air inside a glass vessel was evacuated using a vacuum pump to a pressure of -100kPa. Then, the vessel was filled with deuterium (2H) through a valve, and the vacuum was restored. This process was repeated 3-4 times (the use of heavy water in this work is not essential).

Cold, nonequilibrium plasma was obtained by applying DC voltage to tungsten and copper electrodes located in the vacuum, through an incomplete thermonuclear process. As a result, a reactor installation was created for educational purposes, not for energy production, and instructions were written for studying the phenomena occurring within the

reactor. The research setup is safe and much more accessible compared to other analogs.

Keywords: Thermonuclear reactor, plasma, atomic physics, nuclear physics.

SRSTI 44.39.29

<https://doi.org/10.48081/ZAZE5942>

**K. M. Shaimerdenova¹, A. Zh. Tleubergenova²,
*N. K. Tanasheva³, L. L. Minkov⁴, N. T. Abdirova⁵**

^{1,2,3,5}Academician E.A. Buketov Karaganda University,
Republic of Kazakhstan, Karaganda

^{2,3}Scientific Research Center «Alternative Energy»,
Republic of Kazakhstan, Karaganda

⁴National Research Tomsk State University, Russian Federation, Tomsk

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9588-4886>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5152-0050>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6558-5383>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6776-6375>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1985-6081>

*e-mail: nazgulya_tans@mail.ru

INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL FACTORS AFFECTING WIND POWER PLANT BLADE EFFICIENCY

This article discusses the problems of ensuring stable and efficient operation of wind power plants under various thermal conditions. The characteristic design features of a combined blade consisting of a rotating cylinder and a fixed blade are analyzed. The necessity of studying thermophysical parameters (such as temperature, density and viscosity of air) has been identified and justified, since they significantly affect the structure of the airflow and the aerodynamic forces acting on the blade. The developed design effectively reduces turbulence while maximizing lift, thereby increasing the aerodynamic efficiency of the system. It is shown that an increase in the speed of rotation of the cylinder in combination with an increase in air temperature increases the pressure gradient around the cylinder, which leads to increased productivity. The experimental data obtained make it possible to formulate recommendations for optimizing both the geometry and operating modes of installations with combined blades, which makes it possible to obtain economical energy in various climatic conditions. Thus, the results of this study can contribute to improving operational reliability and wider adoption of wind energy technologies.

Keywords: wind power plant, combined blade, rotating cylinder, lifting force, pressure distribution, air flow temperature, aerodynamic efficiency.

Introduction

According to recent reports from the Global Wind Energy Council (GWEC), the total installed capacity of wind power plants (wind turbines) in the world reached about 837 GW in 2022, and further growth of more than 50% is expected by 2030 [1]. In Kazakhstan, which has significant wind potential, onshore wind power plants are playing an increasingly important role in the structure of renewable energy sources.

Modern wind turbines are divided into two main types: with a horizontal axis (HAWT) [2, p. 17-20] and with a vertical axis (VAWT) [3, p. 113855]. Installations with a horizontal axis are considered the most promising for the wind regime in Kazakhstan [4, p. 145–149]. At the same time, a number of difficulties arise during operation, among which is the choice of the optimal rotation mode for maximum use of wind energy while reducing fatigue loads on the structure [5, p. 98]. Horizontal-axial turbines can operate efficiently even at moderate wind speeds [6, p. 159–162], however, they require careful selection of blade materials, taking into account environmental influences [7, p.3].

One of the key external factors affecting the operation of wind power plants is meteorological conditions, in particular air temperature. A decrease in temperature leads to a change in the density and viscosity of the air, which affects the distribution of pressures and forces acting on the blades. In conditions of negative temperatures, ice may form on the surface of the blades, leading to a deterioration in aerodynamic characteristics, an increase in noise levels, and a reduction in the service life of equipment [8, p.44; 9, p. 129299; 10, p. 119135; 11, p. 119051]. In addition, when the temperature rises, the air density decreases, which can negatively affect the wind utilization rate. Therefore, the study of thermophysical parameters such as temperature, density, pressure, and humidity of the air flow plays an important role in optimizing the operation of wind power plants and predicting their performance [12, p. 4054].

Based on this, the study of the influence of thermodynamic flow characteristics on the aerodynamic parameters of wind turbines and the subsequent improvement of the blade design to increase the overall efficiency of turbines becomes relevant.

The aim of the work is to study the effect of the air flow temperature and the speed of rotation of the cylinder on the aerodynamic characteristics of the combined blade, as well as to determine the optimal operating conditions of the wind power plant, providing maximum lifting force and minimal energy loss.

Materials and methods

The object of this study is a combined blade consisting of a rotating cylinder and a fixed blade. The rotating cylinder is designed to generate lift – mainly due to the Magnus effect – while the stationary blade reduces turbulence caused by the high speed of rotation of the cylinder relative to the incoming airflow. When the cylinder rotates around its axis, air circulation occurs, forming a pressure difference and, consequently, a lifting force. Based on preliminary calculations and experimental data, the angle of inclination of the fixed blade is determined, ensuring maximum aerodynamic efficiency at optimal rotational speed.

The principle of operation is based on creating a pressure drop around the blade: a rotating cylinder creates a lower pressure on one side and a higher pressure on the opposite side, creating a total lifting force. Due to its lightweight design (Fig. 1), the device has minimal aerodynamic drag and a higher wind utilization factor, starting at a wind speed of about 3-5 m/s and reaching maximum performance at about 8-12 m/s.

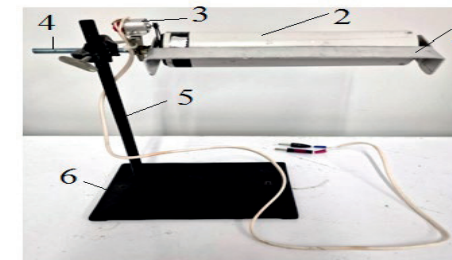


Figure 1– Layout of the combined blade: 1 – fixed blade; 2 – cylinder; 3 – electric motor; 4 – blade base; 5 – tripod; 6 – base

In the assembled experimental stand, the electric motor (3) transmits rotation through the clutch to the cylinder (2) mounted on bearings. The fixed blade (1) is supported by a tripod (5), while the engine mount (4) and other components are mounted on a common base (6). This installation allows precise adjustment of the cylinder speed and airflow parameters, which allows detailed measurements of pressure and other aerodynamic parameters.

The main geometric parameters of the combined blade are shown in Table 1.

Table 1– Geometric parameters of the combined blade

Name	Sizes
Rotating cylinder:	
Diameter	50mm
Length	200mm
Blade:	
Length	200 mm
Width	25mm
Thickness	3 mm

All experiments were conducted at Karaganda University (Department of Engineering Thermophysics) in the laboratory “Jet Stream Research”. The temperature-controlled air flow was supplied through a thermally insulated duct (diameter 125 mm, wall thickness 10 mm) to maintain stable environmental conditions around the model (Fig. 2).

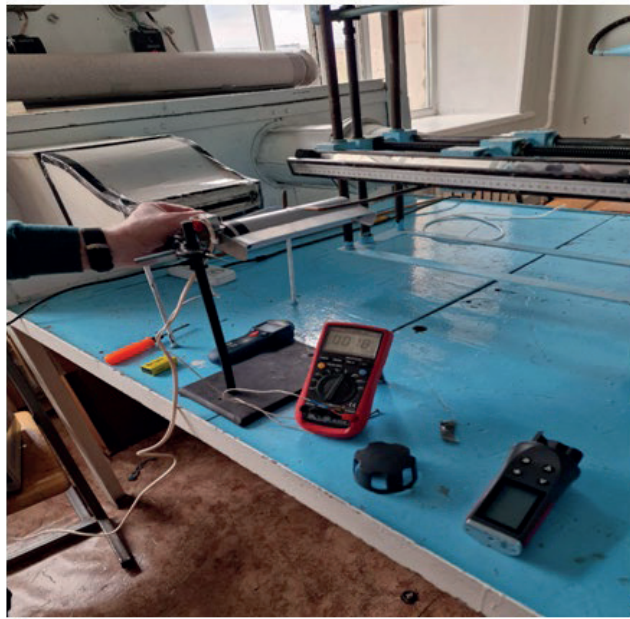


Figure 2–Experimental setup («Flat free non-isothermal jet»)

The insulation, made of closed-cell foamed polyethylene, helps ensure that the air flow temperature remains virtually constant when reaching the test site.

Results and discussion

A digital differential pressure gauge connected to a Pitot tube was used to assess the pressure distribution in the vicinity of the cylinder. The measurements were performed when the Pitot tube was positioned at distances from 1 mm to 7 mm above the cylinder and from 1 mm to 7 mm below the cylinder. As a result, the dependences of the pressure distribution on the speed of rotation of the cylinder for each layer of air were obtained (Fig. 3 and 4).

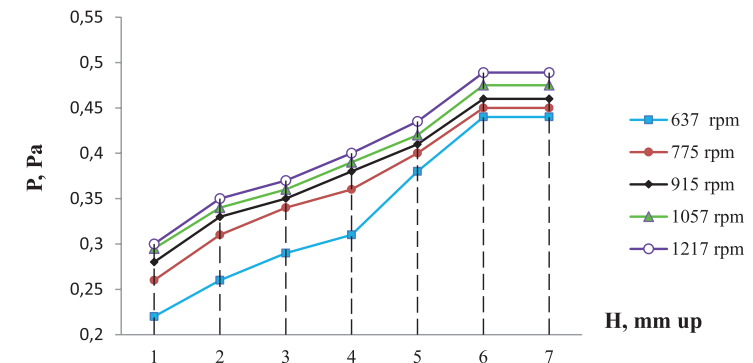


Figure 3 – Pressure distribution above the cylinder surface at different rotational speeds

Figure 3 shows the pressure change above the cylinder as the distance (H) from its upper surface increases. At the minimum rotation speed (N = 637 rpm), the pressure at a point at a distance of 1 mm is about 0.22 Pa, increasing to 0.44 Pa at a distance of 7 mm. In general, the higher the rotation speed, the more the pressure level equalizes and increases as you move away from the cylinder. The decrease in pressure in the near zone is due to the fact that the rotating cylinder forms a zone of reduced pressure (mainly due to the flow velocity and the resulting pressure gradient).

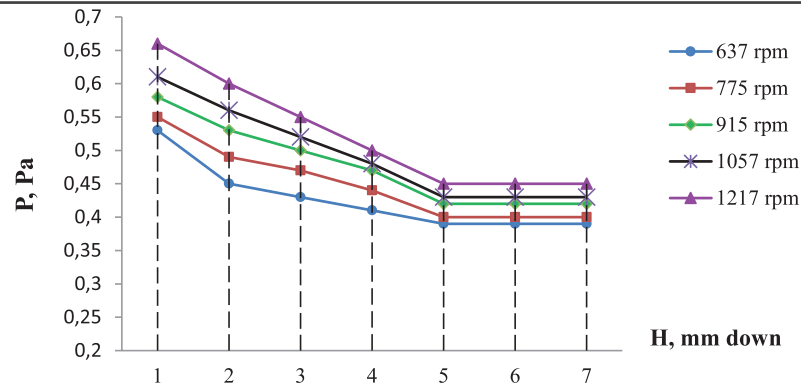


Figure 4 – Pressure distribution under the cylinder surface at different rotational speeds

Figure 4 shows the pressure distribution under the cylinder. Near the surface of the cylinder (at a distance of 1 mm), the maximum pressure is observed, which gradually decreases with distance (up to 7 mm). This pattern is associated with the formation of large vortex structures behind the cylinder as the rotational speed increases. The vortices separate from the surface, which leads to a local decrease in pressure along the cylinder, however, the pressure is higher directly under the cylinder due to the aerodynamic «back-up».

Table 2 shows the experimentally obtained differential pressure values (DP) at different rotational speeds (N, rpm) for two temperature conditions: 0 °C and 20 °C.

Table 2– Differential pressure values at different rotational speeds

N, rpm	ΔP at 0 °C, Pa	ΔP at 20 °C, Pa
600	0,10	0,32
700	0,13	0,36
800	0,17	0,38
900	0,20	0,40
1000	0,22	0,42
1100	0,25	0,44
1200	0,27	0,45

The pressure drops increases with increasing rotational speed, reflecting an increase in dynamic forces in the flow and, consequently, an increase in hydrodynamic resistance. At the same time, for a higher temperature (20 °C), a greater pressure drop is observed in the entire studied range than at 0 °C. This phenomenon can be explained by the influence of changes in the physical

properties of the working medium (for example, density and viscosity) with increasing temperature. With increasing temperature, the density of the medium often decreases, which can lead to an increase in its mobility and intensity of interaction with the flow walls, as well as to a change in the laminar-turbulent transition. Together, these factors contribute to an increase in pressure drop at higher temperatures.

Thus, the conducted studies have shown that an increase in the temperature of the air flow (from 0 °C to 20 °C) in combination with an increase in the cylinder rotation speed (from 600 to 1200 rpm) leads to an increase in pressure drop (up to 0.45 Pa), which contributes to an increase in lifting force. Based on the data obtained, it is recommended to operate the unit in the rotation frequency range of 900-1200 rpm at temperatures close to 20 °C in order to achieve maximum aerodynamic efficiency. The results obtained can be taken into account in the design and modernization of wind power plants, especially in regions with variable climatic conditions.

Financing information

This research was funded by a grant from Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (AP23483857 «Development and creation of a new design prototype wind power plant with a complex geometric shape of the blades»).

Conclusions

In the course of the experiments, it was confirmed that the dynamics of the pressure distribution in the near zone to the rotating cylinder significantly depends on the frequency of its rotation and the air temperature. As the rotation speed increases, a more pronounced pressure difference is formed above and below the cylinder, which leads to an increase in lifting force. An increase in the temperature of the airflow also contributes to an increase in the pressure drop, probably due to changes in density, viscosity, and turbulent flow characteristics. The results obtained indicate the importance of taking thermodynamic parameters into account when optimizing the blade design and selecting the operating modes of wind power plants, especially in a variable climate.

REFERENCES

- 1 Global Wind Energy Council (GWEC) [Text]. – [Electronic resource]. – <https://gwec.net/> (21.01.2025).
- 2 **Suresh, A., Rajakumar, S.** Design of small horizontal axis wind turbine for low wind speed rural applications [Text]. In Materials Today: Proceedings. – 2020. – Vol. 23, Part 1. – P. 16–22.
- 3 **Azadani, L. N.** Vertical axis wind turbines in cluster configurations [Text]. In Ocean Engineering. – 2023. – Vol. 272. – P. 113855.
- 4 **Tleubergenova, A. Zh., Dyusembayeva, A. N., Tanasheva, N. K., Kyzdarbekova, Sh. S., Mukhamedrakhim, A. R.** Analysis of aerodynamic characteristics of a two-bladed wind power plant containing combined power elements [Text]. In Bulletin of the Karaganda University. Physics series. – 2023. – Vol. 3, № 111. – P. 143–150.
- 5 **Jian, Y., Lingqi, F., Dongran, S., Mei, S., Xuebing, Y., Lingxiang, H., Young, H. J.** Review of control strategy of large horizontal-axis wind turbines yaw system [Text]. In Wind Energy. – 2020. – Vol. 24. – P. 97–115.
- 6 **Dandun, M. P., Aditya, R. P., Aldias, B., Syamsul, H.** Analytical Review of Material Criteria as Supporting Factors in Horizontal Axis Wind Turbines: Effect to Structural Responses [Text]. In 6th International Conference on Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering (ICIMECE 2020). Procedia Structural Integrity. – 2020. – Vol. 27. – P. 155–162.
- 7 **Okokpujie, I. P., Okonkwo, U. C., Bolu, C. A., Ohunakin, O. S., Agboola, M. G., Atayero, A. A.** Implementation of multi-criteria decision method for selection of suitable material for development of horizontal wind turbine blade for sustainable energy generation [Text]. In Heliyon. – 2020. – Vol. 6. – P. 1–10.
- 8 **Fayçal, L., Guy, F., Robert, B., Jean, P., Christian, M.** Atmospheric icing impact on wind turbine production [Text]. In Cold Regions Science and Technology. – 2014. – Vol. 100. – P. 36–49.
- 9 **Zhiyuan, L., Fang, F., Yan, L., Yong, S., Kotaro, T.** A corn cob biochar-based superhydrophobic photothermal coating with micro-nano-porous rough-structure for ice-phobic properties [Text]. In Surface and Coatings Technology. – 2023. – Vol. 457. – P. 129299.
- 10 **Zhi, X., Ting, Zh., Xiaojuan, L., Yan, L.** Effects of ambient temperature and wind speed on icing characteristics and anti-icing energy demand of a blade airfoil for wind turbine [Text]. In Renewable Energy. – 2023. – Vol. 217. – P. 119135.
- 11 **Dae-Young, K., Yeon-Hee, K., Bum-Suk, K.** Changes in wind turbine power characteristics and annual energy production due to atmospheric stability,

turbulence intensity, and wind shear [Text]. In Energy. – 2021. – Vol. 214. – P. 119051.

12 **Dyusembaeva, A., Tanasheva, N., Tussypbayeva, A., Bakhtybekova, A., Kutumova, Z., Kyzdarbekova, S., Mukhamedrakhim, A.** Numerical Simulation to Investigate the Effect of Adding a Fixed Blade to a Magnus Wind Turbine [Text]. In Energies. – 2024. – Vol. 17, № 16. – P. 4054.

Received 22.01.25.

Received in revised form 31.01.25.

Accepted for publication 08.02.25.

**К. М. Шаймерденова¹, А. Ж. Тлеубергенова²,
*Н. К. Танашева³, Л. Л. Минков⁴, Н. Т. Абдирова⁵**
^{1,2,3,5}Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті,
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.
^{2,3}«Альтернативті энергетика» ғылыми-зерттеу орталығы,
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.
⁴Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті,
Ресей Федерациясы, Томск қ.
22.01.25 ж. баспаға түсті.
31.01.25 ж. түзетулерімен түсті.
08.02.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ҚАЛАҚШАЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ТЕРМОФИЗИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Бұл мақалада жел энергетикалық қондырғыларының әртүрлі жылудық физикалық режимдерде тұрақты және тиімді жұмыс істеу мәселелері қарастырылады. Айналмалы цилиндр мен қозғалмайтын қалақшадан тұратын, құрамалы қалақшаның конструкциясының ерекшеліктері талданады. Жылудық физикалық параметрлерді (температура, ауа тығыздығы және тұтқырлығы) зерттеудің қажеттілігі анықталып, негізделген, себебі олар ауа ағынының құрылымына және қалақшаға әсер ететін аэродинамикалық күштерге айтарлықтай ықпал етеді. Дайындалған конструкция көтеру күшін максималды арттыру кезінде турбуленттілікті азайтып, осылайша жүйенің аэродинамикалық тиімділігін жақсартады. Цилиндрдің айналу жылдамдығын арттыру ауа температурасының жоғарылауымен бірге цилиндр айналасындағы

қысым градиентін күшейтетіні және бұл өнімділіктің артуына алып келеді. Алынған эксперименттік мәліметтер құрамалы қалақшалары бар қондырғылардың геометриясы мен жұмыс режимдерін оңтайландыру бойынша ұсыныстарды қалыптастыруға мүмкіндік береді, бұл әртүрлі климаттық жағдайларда энергия өндірудің үнемділігін қамтамасыз етеді. Осылайша, осы зерттеудің нәтижелері жел энергиясын пайдалану технологияларын кеңінен енгізуге және олардың сенімділігін арттыруға қабілеттендіруі мүмкін.

Кілтті сөздер: жел энергетикалық қондырғы, құрамалы қалақша, айналмалы цилиндр, көтеру күші, қысым таралуы, ауа ағынының температурасы, аэродинамикалық тиімділік.

**К. М. Шаймерденова¹, А. Ж. Тлеубергенова²,
*Н. К. Танашева³, Л. Л. Минков⁴, Н. Т. Абдирова⁵**

^{1,2,3,5}Қарагандинский университет имени академика

Е. А. Букетова, Республика Казахстан, г. Караганда

^{2,3}Научно-исследовательский центр «Альтернативная энергетика»,
Республика Казахстан, г. Караганда

⁵Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Российская Федерация, г. Томск

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛОПАСТЕЙ ВЕТРЯНОЙ УСТАНОВКИ

В данной статье рассматриваются проблемы обеспечения стабильной и эффективной работы ветроэнергетических установок при различных теплофизических режимах. Анализируются характерные особенности конструкции комбинированной лопасти, состоящей из вращающегося цилиндра и неподвижной лопасти. Выявлена и обоснована необходимость исследования теплофизических параметров (таких как температура, плотность и вязкость воздуха), поскольку они существенно влияют на структуру воздушного потока и аэродинамические силы, действующие на лопасть. Разработанная конструкция эффективно снижает турбулентность при максимальном увеличении подъемной силы, тем самым повышая аэродинамическую эффективность системы. Показано, что увеличение скорости вращения цилиндра в сочетании с повышением температуры воздуха усиливает градиент давления вокруг цилиндра, что приводит к повышению производительности. Полученные экспериментальные данные позволяют сформулировать рекомендации по оптимизации как геометрии, так и режимов работы установок с комбинированными лопастями, что позволяет получать экономичную энергию в различных климатических условиях. Таким образом, результаты этого исследования могут способствовать повышению надежности работы и более широкому внедрению технологий использования энергии ветра.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, комбинированная лопасть, вращающийся цилиндр, подъемная сила, распределение давления, температура воздушного потока, аэродинамическая эффективность.

FTAMP 27.39.00, 27.00.00.
<https://doi.org/10.48081/ZCZM4483>

*Д. Т. Матин¹, Т. Б. Ахажанов²

^{1,2}Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9784-9304>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3346-4947>

*e-mail: d.matin@mail.kz

ГЛОБАЛДЫ МОРРИ ТИПТЕС КЕҢІСТІКТЕРДЕГІ ЖИЫНДАРДЫҢ ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ ОРТА МӘНДЕРІ ТЕРМИНІНДЕ КОМПАКТЫЛЫҒЫ

Бұл жұмыста глобалды Морри типтес кеңістіктердегі жиынтықтардың функциялардың орта мәндері терминінде компакттылығы үшін жеткілікті шарттар ұсынылаан. Бұл кеңістіктердің құрылымдық қасиеттерін зерттеуге және олардағы функциялардың әрекетін талдауға басты назар аударылады. Атап айтқанда, $w(r) = r^{-\lambda}$ салмақ функциясын таңдағанда, мұнда $0 \leq \lambda \leq \frac{n}{p}$, тұжырымдалған теорема Морри кеңістігі [1, 160-б]

үшін белгілі нәтижені білдіретіні дәлелденді. $\lambda = 0$ жағдайда дәлелденген теорема функционалдық талдау теориясының ірге тасы болып табылатын классикалық Фреше-Колмогоров теоремасына дейін төмендейді.

Жұмыстың негізгі мақсатына жету үшін жалтыланған Морри кеңістігіндегі функциялардың орташа мәндерін бағалауға қатысты бірнеше көмекші леммалар алдын ала дәлелденген. Бұл леммалар негізгі теореманы дәлелдеудің маңызды құралы ғана емес, сонымен қатар тәуелсіз қызығушылық тудырады, өйткені оларды талдаудың басқа мәселелеріне де қолдануға болады.

Сонымен қатар, алынған шарттардың қажеттілігі мен жеткіліктілігі, сондай-ақ олардың функционалдық кеңістіктер теориясының белгілі нәтижелерімен байланысы талқыланады. Алынған нәтижелерді операторлардың жинақылығын және

дифференциалдық теңдеулер теориясын зерттеуге қолдануды талқылауға ерекше назар аударылады.

Осылайша, жұмыс нәтижелері глобалды Морри типтес кеңістігінің қасиеттері туралы бұрыннан бар идеяларды кеңейтеді және оларды талдау мен оператор теориясының әртүрлі салаларында қолданудың жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Кілтті сөздер: Морри кеңістігі, пре-компакттылық, Фреше-Колмогоров теоремасы, толық шектелгендік, глобалды Морри кеңістігі, функциялардың орта мәндері, Лебег кеңістігі.

Кіріспе

Бұл мақалада $GM_{p\theta}^{w(\cdot)}(\mathbb{R}^n)$ глобалды Морри типтес кеңістіктердегі [2, 158-б] жиындардың компакттылығы үшін функциялардың айырымы терминінде жеткілікті шарттар алынады. Дәлелденген теоремадан, $\theta = \infty$ жағдайда $M_p^{w(\cdot)}$ жалпыланған кеңістік [3; 4] үшін нәтиже шығады,

және $w(r) = r^{-\lambda}$, $\theta = \infty$, $0 \leq \lambda \leq \frac{n}{p}$, $M_p^\lambda(\mathbb{R}^n)$ Морри кеңістігі

үшін белгілі нәтиже шығады [5; 6] ал $\lambda = 0$ бұл жағдайда белгілі Фреше-Колмогорова теоремасы [7, 839-б].

Айнымалы көрсеткішті Морри кеңістігіндегі жиындардың компакттылығы [8; 9] зерттелген. Шарлы Банах функционалдық кеңістіктеріндегі коммутаторлар жиындарының және сипаттамаларының компакттылығы [10, 650-б] алынған. Orlicz кеңістіктеріндегі жиынтықтардың компакттылығы [11, 78-б], симметриялы кеңістіктерде [12, 128-б], көрсетілген. Локалды Морри типтес кеңістіктеріндегі жиындардың және кейбір коммутаторлардың компакттылығы [13, 112-б; 14, 3-б; 15, 96-б] зерттелген.

Материалдар мен әдістері

Т е о р е м а 1 . А й т а л ы қ , $1 \leq p \leq \infty$, $0 < \theta \leq \infty$, $w \in \bar{\Omega}_{p\theta}$, және $S \subset GM_{p\theta, w(\cdot)}$ болсын. Егер келесі шарттар орындалса

$$\sup_{f \in S} \|f\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} < \infty, \quad (1)$$

$$\lim_{R_1 \rightarrow 0^+} \sup_{f \in S} \left\| f\chi_{B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} = 0, \quad (2)$$

$$\lim_{\delta \rightarrow 0^+} \sup_{f \in S} \|A_\delta f - f\|_{L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))} = 0 \quad (3)$$

және

$$\lim_{R_2 \rightarrow \infty} \sup_{f \in S} \left\| f\chi_{B(0,R_2)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} = 0, \quad (4)$$

онда S жиыны $GM_{p\theta,w(\cdot)}$ кеңістігінде компакты болады.

С а л д а р ы . А й т а л ы қ ,
 $1 < p < \infty, 0 < \theta \leq \infty, 0 < \lambda < \frac{n}{p}$ if $\theta < \infty$ и $0 \leq \lambda \leq \frac{n}{p}$ if

$\theta = \infty$ және $S \subset GM_{p\theta}^\lambda$ болсын. Егер

$$\sup_{f \in S} \|f\|_{GM_{p\theta}^\lambda} < \infty, \quad (5)$$

$$\lim_{R_1 \rightarrow 0^+} \sup_{f \in S} \left\| f\chi_{B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta}^\lambda} = 0, \quad (6)$$

$$\lim_{\delta \rightarrow 0^+} \sup_{f \in S} \|A_\delta f - f\|_{L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))} = 0 \quad (7)$$

және

$$\lim_{R_2 \rightarrow \infty} \sup_{f \in S} \left\| f\chi_{B(0,R_2)} \right\|_{GM_{p\theta}^\lambda} = 0 \quad (8)$$

болса, онда S жиыны $GM_{p\theta}^\lambda$ кеңістігінде компакты болады.

Салдары 2. Айталық, $1 < p < \infty, 0 < \theta \leq \infty$ болсын.

Егер $w \in \Omega_{p\theta}$ және (2.2.9) шарты орындалса, онда кез келген $\delta > 0$ және $f \in GM_{p\theta,w(\cdot)}$ үшін

$$\|A_\delta f\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \leq c_2 \|f\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}}. \quad (9)$$

Дәлелдеу. (2.2.10) теңсіздікті және 2.2.2 теоремасын пайдалануы жеткілікті.

Салдары 3. Параметрлер $1 < p < \infty, 0 < \theta \leq \infty$ онда кез келген үшін

$0 < \lambda < \frac{n}{p}$ және $\theta < \infty, 0 \leq \lambda \leq \frac{n}{p}, \theta = \infty$ болса $c_3 > 0$ бар, егер тек

қана n, p, θ және λ тәуелді, кез келгені үшін $\delta > 0, f \in GM_{p\theta}^\lambda$

$$\|A_\delta f\|_{GM_{p\theta}^\lambda} \leq c_3 \|f\|_{GM_{p\theta}^\lambda}.$$

Дәлелдеу. $r^{-\lambda-\frac{1}{\theta}} \in \Omega_{p\theta} \subset \Omega_\theta$ Теңсіздік (2.2.9) және $c_1 = \left(\frac{\lambda}{\frac{n}{p} - \lambda} \right)^{\frac{1}{\theta}}$

орындалады, егер $\theta < \infty, c_1 = 1$ егер $\theta = \infty$ болса.

Лемма 1. Параметрлер $1 \leq p \leq \infty$ Онда кез келген үшін $R > 0, \delta > 0$ және $f \in L_p(B(0, R + \delta))$

$$\|A_\delta f\|_{L_p(B(0,R))} \leq \|f\|_{L_p(B(0,R+\delta))}.$$

Дәлелдеу. Кез келген үшін $x \in B(0, R), (A_\delta f)(x) = A_\delta f\chi_{B(0,R+\delta)}(x),$

максималды оператордың қасиеттеріне сәйкес

$$\begin{aligned} \|A_\delta f\|_{L_p(B(0,R))} &= \|A_\delta f\chi_{B(0,R+\delta)}\|_{L_p(B(\mathbb{R}^n))} \\ &\leq \|f\chi_{B(0,R+\delta)}\|_{L_p(B(\mathbb{R}^n))} = \|f\|_{L_p(B(0,R+\delta))} \end{aligned}$$

Лемма 2. Параметрлер $1 \leq p \leq \infty$ Содан кейін кез келген үшін $0 < \delta < R_1 < R_2 < \infty$ және $f \in L_p(B(0, R_2 + \delta) \setminus B(0, R_1 - \delta))$

$$\|A_\delta f\|_{L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))} \leq \|f\|_{L_p(B(0,R_2+\delta) \setminus B(0,R_1-\delta))}. \quad (10)$$

Дәлелдеу. Содан бері

$$f^0 = \begin{cases} f, x \in B(0, R_2 + \delta) \setminus B(0, R_1 - \delta) \\ 0, x \notin B(0, R_2 + \delta) \setminus B(0, R_1 - \delta) \end{cases},$$

онда

$$\begin{aligned} & \|A_\delta f\|_{L_p(B(0, R_2) \setminus B(0, R_1))} = \|A_\delta f^0\|_{L_p(B(0, R_2) \setminus B(0, R_1))} \\ & \leq \|A_\delta f^0\|_{L_p(\mathbf{R}^n)} \leq \|w_\delta\|_{L_1(\mathbf{R}^n)} \|f^0\|_{L_p(\mathbf{R}^n)} = \|f\|_{L_p(B(0, R_2 + \delta) \setminus B(0, R_1 - \delta))} \end{aligned}$$

Лемма 3. Айталық $1 \leq p \leq \infty$, $0 < \theta \leq \infty$ болсын және кез келгені $r > 0$ үшін $\|w\|_{L_\theta(r, \infty)} > 0$ болсын, онда кез келген $\delta > 0$ және $f \in GM_{p\theta, w(\cdot)}$ үшін

$$\|A_\delta f\|_{L_p(B(0, R))} \leq c(R) \|f\chi_{B(0, R+\delta)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}},$$

$$\text{мұндағы } c(R) = \|w\|_{L_\theta(R, \infty)}^{-1}.$$

Дәлелдеу. Лемма 1 бойынша

$$\begin{aligned} & \|A_\delta f\|_{L_p(B(0, R))} \leq \|f\|_{L_p(B(0, R+\delta))} \\ & = \frac{\|w\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)} \|f\|_{L_p(B(0, R+\delta))}}{\|w\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)}} = \frac{\|w(r)\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)} \|f\|_{L_p(B(0, R+\delta))}}{\|w\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)}} \\ & = \frac{\|w(r)\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)} \|f\chi_{B(0, R+\delta)}\|_{L_p(B(0, r))}}{\|w\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)}} \\ & \leq \frac{1}{\|w\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)}} \|w(r)\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)} \|f\chi_{B(0, R+\delta)}\|_{L_p(B(0, r))} \\ & \leq c(R) \|w(r)\|_{L_\theta(R+\delta, \infty)} \|f\chi_{B(0, R)}\|_{L_p(B(0, r))} = c(R) \|f\chi_{B(0, R+\delta)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}}. \end{aligned}$$

Лемма 3 дәлелденді.

Естеріңізге сала кетейік, кез келген $1 \leq p < \infty$ кез келген $R > 0$ үшін

$$\lim_{\delta \rightarrow 0^+} \|A_\delta f - f\|_{L_p(B(0, R))} = 0.$$

Лемма 4. Айталық $0 < p, \theta \leq \infty$, $w \in \Omega_{p\theta}$ болсын. Онда қандай да бір функциялар үшін $f, \varphi \in GM_{p\theta, w(\cdot)}$, тек қана P және θ тәуелді $c_5 > 0$ табылып, келесі бағалау орындалады

$$\begin{aligned} & \|f - \varphi\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} \leq c_5 \left(\|f\chi_{B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|\varphi\chi_{B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} \right) \\ & + \|(A_\delta f - f)\chi_{B(0, R_2) \setminus B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|(A_\delta f - A_\delta \varphi)\chi_{B(0, R_2) \setminus B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} \\ & + \|(A_\delta \varphi - \varphi)\chi_{B(0, R_2) \setminus B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|f\chi_{cB(R_2, \infty)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|\varphi\chi_{cB(R_2, \infty)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\text{Дәлелдеу. Айталық } \sigma = \left(\frac{1}{p} - 1\right)_+ + \left(\frac{1}{\theta} - 1\right)_+ \text{ болсын.}$$

Онда тиісті қосындыларды қосып, алып және Минковский теңсіздікті қолданып, $a \in \mathbf{R}$, $a_+ = \max\{a, 0\}$ үшін алатынымыз

$$\begin{aligned} & \leq 3^\sigma \left(\|(f - \varphi)\chi_{B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|(f - \varphi)\chi_{B(0, R_2) \setminus B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|(f - \varphi)\chi_{cB(R_2, \infty)}\|_{LM_{p\theta, w(\cdot)}} \right) \\ & \leq 9^\sigma \left(\|(f - \varphi)\chi_{B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|(f - A_\delta f)\chi_{B(0, R_2) \setminus B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} \right. \\ & \quad \left. + \|(A_\delta f - A_\delta \varphi)\chi_{B(0, R_2) \setminus B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} \right) \\ & + \left(\|(A_\delta \varphi - \varphi)\chi_{B(0, R_2) \setminus B(0, R_1)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} + \|(f - \varphi)\chi_{cB(R_2, \infty)}\|_{GM_{p\theta, w(\cdot)}} \right) \end{aligned}$$

$$\leq 18^\sigma \left(\left\| f\chi_{B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} + \left\| \varphi\chi_{B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} + \left\| f\chi_{cB(R_2,\infty)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \right. \\ \left. + \left\| \varphi\chi_{cB(R_2,\infty)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} + \left\| (A_\delta f - f)\chi_{B(0,R_2)\setminus B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \right) \\ + \left(\left\| (A_\delta \varphi - \varphi)\chi_{B(0,R_2)\setminus B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} + \left\| (A_\delta f - A_\delta \varphi)\chi_{B(0,R_2)\setminus B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \right)$$

Лемма 4 дәлелденді.

Лемма 5. Айталық, $1 \leq p < \infty$, $0 < \theta < \infty$, $w \in \Omega_\theta$ болсын. Онда кез келген $0 < R_1 < R_2 < \infty$ және кез келген $f, \varphi \in GM_{p\theta,w(\cdot)}$ функциялары үшін келесі бағалау орындалады

$$\left\| (A_\delta f - A_\delta \varphi)\chi_{B(0,R_2)\setminus B(0,R_1)} \right\|_{GM_{\theta(\cdot)}} \leq \sup_{x \in R} \|w\|_{L_\theta(R_1,\infty)} \|A_\delta f - A_\delta \varphi\|_{L_p(B(x,R_2))}.$$

Дәлелдеу.

$$\left\| (A_\delta f - A_\delta \varphi)\chi_{B(0,R_2)\setminus B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} = \\ = \sup_{x \in R} \left\| w(r) \left\| (A_\delta f - A_\delta \varphi)\chi_{B(0,R_2)\setminus B(0,R_1)} \right\|_{L_p(B(x,r))} \right\|_{L_\theta(R_1,\infty)} \\ \leq \sup_{x \in R} \left\| w(r) \left\| (A_\delta f - A_\delta \varphi) \right\|_{L_p(B(x, \min\{r, R_2\}))} \right\|_{L_\theta(R_1,\infty)} \\ \leq \sup_{x \in R} \left\| (A_\delta f - A_\delta \varphi) \right\|_{L_p(B(x, R_2))} \|w\|_{L_\theta(R_1,\infty)}.$$

5 лемма дәлелденді.

Нәтижелер және талқылау

Теореманы дәлелдеу. Айталық, $S \subset GM_{p\theta,w(\cdot)}$ шарттар (1)- (4) орындалса.

1-қадам. Кез келген $0 < \delta < R_1 < R_2 < \infty$ үшін, $S_\delta = \{A_\delta f : f \in S\}$ жиыны $L_p(B(0, R_2) \setminus B(0, R_1))$ кеңістікте компакты болады

(1) шарты бойынша $\|w\|_{L_\theta(t,\infty)} > 0$ болады, кез келген $t > 0$ үшін (олай болмаған жағдайда, (1) шарты бойынша w функция $(0, \infty)$ жиынында 0-ге эквивалентті болады.)

Келесі теңсіздікті ескерейік

$$\|f\|_{LM_{p\theta,w(\cdot)}} \geq \|w(r)\|_{L_p(B(0,r))} \|f\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))} \geq \|w(r)\|_{L_\theta(R_2,\infty)} \|f\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))}.$$

Сондықтан

$$\|f\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))} \leq \|w(r)\|_{L_\theta(R_2,\infty)}^{-1} \|f\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}}. \quad (12)$$

Одан әрі (9), (10) теңсіздіктер және (2) шарты бойынша

$$\leq \|w(r)\|_{L_\theta(R_2,\infty)}^{-1} \sup_{f \in S} \|A_\delta f\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \\ \sup_{g \in S_\delta} \|g\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))} = \sup_{f \in S} \|A_\delta f\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))} \\ \leq c_2 \|w(r)\|_{L_\theta(R_2,\infty)}^{-1} \sup_{f \in S} \|f\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} < \infty.$$

Бұдан басқа, (12) теңсіздік және (3) шарты бойынша

$$\limsup_{\tau \rightarrow 0^+} \sup_{g \in S_\delta} \|A_\tau g - g\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))} \\ = \limsup_{\tau \rightarrow 0^+} \sup_{f \in S} \|A_\tau A_\delta f - A_\delta f\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))} \\ = \limsup_{\tau \rightarrow 0^+} \sup_{f \in S} \|A_\delta (A_\tau f - f)\|_{L_p(B(0,R_2)\setminus B(0,R_1))} \\ \leq \limsup_{\tau \rightarrow 0^+} \sup_{f \in S} \|A_\tau f - f\|_{L_p(B(0,R_2+\delta)\setminus B(0,R_1-\delta))}.$$

Осыдан келіп, Фреше-Колмогоров теоремасынан, S_δ жиыны $L_p(B(0, R_2) \setminus B(0, R_1))$ кеңістікте алдын ала компактты болады, немесе, эквивалентті түрде толық шенелген.

2-қадам. S жиыны толық шенелген, сондықтан $GM_{p\theta,w(\cdot)}$ кеңістігінде алдын ала компактты болады.

(12) теңсіздігінен және келесі теңсіздіктен

$$\begin{aligned} & \left\| F\chi_{B(0,R_2) \setminus B(0,R_1)} \right\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} = \sup_{x \in R} \left\| w(r) F\chi_{B(0,R_2) \setminus B(0,R_1)} \right\|_{L_p(B(x,r))} \Bigg|_{L_{\theta(R_1,\infty)}} \\ & \leq \|w\|_{L_{\theta(R_1,\infty)}} \|F\|_{L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))}. \end{aligned}$$

Сондықтан кез келген $f, \varphi \in S$ үшін

$$\begin{aligned} & \|f - \varphi\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \leq c_5 (2 \sup_{g \in S} \|g\chi_{B(0,R_1)}\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \\ & + 2 \sup_{g \in S} \|(A_\delta g - g)\chi_{B(0,R_2) \setminus B(0,R_1)}\|_{L_{p\theta,w(\cdot)}} \\ & + 2 \sup_{g \in S} \|g\chi_{B(R_2,\infty)}\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} + \|w\|_{L_{\theta(R_1,\infty)}} \|A_\delta f - A_\delta \varphi\|_{L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))}). \end{aligned}$$

Айталық, $\varepsilon > 0$ болсын. (2) шартты пайдаланып келесі теңсіздікті қанағаттандыратындай

$$2c_5 \sup_{g \in S} \|g\chi_{B(0,R_1)}\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} < \frac{\varepsilon}{4}.$$

$R_1 = R_1(\varepsilon)$ шар радиусын таңдап аламыз.

(10) шарт бойынша, келесі шартты қанағаттандыратын

$$2c_5 \sup_{g \in S} \|g\chi_{B(R_2,\infty)}\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} < \frac{\varepsilon}{4}.$$

шардың $R_2 = R_2(\varepsilon)$ радиусын таңдауға болады.

(4) шартты пайдаланып келесі теңсіздікті қанағаттандыратындай

$$2c_5 \sup_{g \in S} \|(A_\delta g - g)\chi_{B(0,R_2) \setminus B(0,R_1)}\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} < \frac{\varepsilon}{4}.$$

$\delta = \delta(\varepsilon)$ санын таңдауға болады.

Сондықтан кез келген $f, \varphi \in S$ үшін

$$\|f - \varphi\|_{GM_{p\theta,w(\cdot)}} \leq \frac{3\varepsilon}{4} + c_5 \|w\|_{L_{\theta(R_1,\infty)}} \|A_\delta f - A_\delta \varphi\|_{L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))}.$$

1-қадамға сәйкес S_δ жиыны $L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))$ кеңістігінде толық шенелген болғандықтан, $m \in \mathbb{N}$, $f_1, f_2, \dots, f_m \in S$ табылып (ε ге ғана тәуелді) кез келген $f \in S$ үшін

$$\min_{j=1,2,\dots,m} \|A_\delta f - A_\delta f_j\|_{L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))} \leq \frac{\varepsilon}{4} \left(c_5 \|w\|_{L_{\theta(R_1,\infty)}} \right)^{-1}.$$

Сондықтан кез келген $f \in S$ функциясы үшін

$$\min_{j=1,2,\dots,m} \|f - f_j\|_{LM_{p\theta,w(\cdot)}} \leq \varepsilon.$$

Бұл $L_p(B(0,R_2) \setminus B(0,R_1))$ жиынның $GM_{p\theta,w(\cdot)}$ кеңістігінде толық шенелгенін білдіреді, немесе, S жиын $GM_{p\theta,w(\cdot)}$ кеңістігінде алдын ала компакттылы болады.

Бұл S жиыны $GM_{p\theta,w(\cdot)}$ кеңістігінде толық шенелгендігін көрсетеді немесе компакттылығын білдіреді. Теорема 1 дәлелденді.

Қорытынды

Соңғы онжылдықтарда функциялардың локалды әрекетімен байланысты Морри типті кеңістіктердің әртүрлі қасиеттері белсенді түрде зерттелуде. Функционалдық талдау теориясында Морри типті кеңістіктер және олардың жалпылаулары (Морри типті кеңістіктер деп аталатын) маңызды рөл атқаратыны белгілі. Классикалық Морри кеңістіктері және олардың жалпылаулары дифференциалдық теңдеулер теориясындағы белгілі бір сұрақтарға байланысты пайда болды. Кейіннен Морри кеңістігі операторлар теориясында кең қолданыс тапты. Морри кеңістігіне және олардың қосымшаларына арналған көптеген кітаптар мен шолу мақалалары бар. Бұл монография жаңа нәтижелерді ұсынады:

Морри типті жалпы кеңістіктердегі жиындардың алдын ала ықшамдалу шарттары алынды. Дәлелденген теореманы пайдаланып Морри типті кеңістіктердегі Рисс потенциалының коммутаторларының және Кальдерон-Зигмунд сингулярлық интегралының компакттылығының шарттары алуға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 **Morrey, C.** On the solutions of quasi-linear elliptic partial differential equations. Trans. Am. Math. Soc. 1938, 1. – P. 126–166.

2 **Burenkov, V. I., Guliyev, H. V.** Necessary and sufficient conditions for boundedness of the maximal operator in the local Morrey-type spaces. Stud. Math. 2004, 163. P. 157–176.

3 **Mizuhara, T.** Boundedness of some classical operators on generalized Morrey spaces // Harmonic Analysis. ICM 90 Satellite Proceedings, Springer. –Tokyo, 1991. – P. 183–189.

4 **Nakai, E.** Hardy-Littlewood maximal operator, singular integral operators and Riesz potentials on generalized Morrey spaces // Math. Nachr. –1994. – № 166. – P. 95–103.

5 **Chen, Y., Ding, Y.** Compactness of commutators for singular integrals on Morrey Spaces // Canad. J. Math. – 2012. – Vol. 64, № 2. – P. 257–281.

6 **Chen, Y., Ding Y., Wang, X.** Compactness of commutators of Riesz potential on Morrey space // Potential Anal. – 2009. – Vol. 30, № 4. – P. 301–313.

7 **Yosida, K.** Functional Analysis; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 1978.

8 **Bandaliyev, R. A., Górká, P., Guliyev, V. S., Sawano, Y.** Relatively Compact Sets in Variable Exponent Morrey Spaces on Metric Spaces. Mediterr. J. Math. 2021, 6, P. 1–23.

9 **Wang, W., Xu, J.** Precompact sets, boundedness, and compactness of commutators for singular integrals in variable Morrey spaces. J. Funct. Spaces, 2017, P. 1–16.

10 **Tao, J., Yang, D., Yuan W., Zhang, Y.** Compactness characterizations of commutators on ball Banach function spaces. Potential Analysis. 2023; 58(58): P. 645–679.

11 **Nessipbayev, Y., Tulenov, K.** Examples of weakly compact sets in Orlicz spaces. Bull. Karagand. Univ. Math. Ser. 2022, 106. P. 72–82.

12 **Matin, D. T., Nessipbayev, Y., Sukochev F., Zanin, D.** Weak Grothendieck compactness principle for symmetric spaces. Pacific journal of mathematics., Vol. 333, № 1, 2024.

13 **Bokayev, N. A., Burenkov, V. I., Matin, D. T.** On pre-compactness of a set in general local and global Morrey-type spaces. Eurasian Math. J. 2017. – 3. – P. 109–115.

14 **Bokayev, N., Matin, D., Akhazhanov, T., Adilkhanov, A.** Compactness of Commutators for Riesz Potential on Generalized Morrey Spaces, Mathematics, MDPI, 2024, 12(2), 304; P. 1–16.

15 **Matin, D. T., Akhazhanov, T. B., Adilkhanov, A.** Compactness of Commutators for Riesz Potential on Local Morrey-type spaces. Bull. Karagand. Univ. Math. Ser. 2023, 110. – P. 93–103.

24.01.25 ж. баспаға түсті.

28.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

05.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

***Д. Т. Матин¹, Т. Б. Ахажанов²**

^{1,2}Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,

Республика Казахстан, г. Астана

Поступило в редакцию 24.01.25.

Поступило с исправлениями 28.01.25.

Принято в печать 05.03.2025.

КОМПАКТНОСТЬ МНОЖЕСТВ В ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ТИПА МОРРИ В ТЕРМИНАХ СРЕДНИХ ФУНКЦИЙ

Компактность множеств в глобальных пространствах типа Морри можно охарактеризовать, анализируя разницу функций внутри множества. Этот подход обеспечивает основу для понимания компактности в терминах поведения функций и свойств, таких как затухание и гладкость, в пространствах типа Морри. Основное внимание уделено исследованию структурных свойств этих пространств анализу поведения функций в них. В частности, доказано,

что при выборе весовой функции $w(r) = r^{-\lambda}$, где $0 \leq \lambda \leq \frac{n}{p}$, из сформулированной теоремы вытекает известный результат

для пространства Морри. В случае $\lambda = 0$ доказанная теорема сводится к классической теореме Фреше-Колмогорова, которая является краеугольным камнем теории функционального анализа.

Для достижения основной цели работы предварительно доказаны несколько вспомогательных лемм, касающихся оценки средних значений функций глобальных пространствах типа Морри. Эти леммы не только являются важными инструментами для доказательства основной теоремы, но и представляют самостоятельный интерес, так как могут быть применены в других задачах анализа.

Кроме того, обсуждается необходимость и достаточность полученных условий, а также их связь с известными результатами теории функциональных пространств. Особое внимание уделено обсуждению приложений полученных результатов к исследованию компактности операторов и теории дифференциальных уравнений.

Таким образом, результаты работы расширяют существующие представления о свойствах глобальных пространствах типа Морри

и открывают новые возможности для их применения в различных областях анализа и теории операторов.

Ключевые слова: пространства Морри, пред-компактность, теорема Фреше-Колмогорова, вполне ограниченность, глобальные пространства Морри, средние значения функций, пространство Лебега.

*D. T. Matin¹, T. B. Akhazhanov²

^{1,2}L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Republic of Kazakhstan, Astana

Received 24.01.25.

Received in revised form 28.01.25.

Accepted for publication 05.03.25.

COMPACTNESS OF SETS IN GLOBAL MORREY-TYPE SPACES IN TERMS OF AVERAGING FUNCTIONS

The compactness of sets in global Morrey-type spaces can be characterized by analyzing the difference of functions within the set. This approach provides a framework to understand compactness in terms of function behavior and properties, such as decay and smoothness, within the Morrey-type spaces. The main attention is paid to the study of the structural properties of these spaces and the analysis of the behavior of functions in them. In particular, it is proved that for

the choice of the weight function $w(r) = r^{-\lambda}$, where $0 \leq \lambda \leq \frac{n}{p}$,

the formulated theorem implies a well-known result for the Morrey space. In case $\lambda = 0$, the proven theorem reduces to the classical Frechet-Kolmogorov theorem, which is the cornerstone of the theory of functional analysis.

To achieve the main goal of the paper, several auxiliary lemmas are preliminarily proved concerning the estimation of the mean values of functions in the global Morrey-type spaces. These lemmas are not only important tools for proving the main theorem, but are also of independent interest, since they can be applied to other problems of analysis.

In addition, the necessity and sufficiency of the obtained conditions are discussed, as well as their connection with the known results of the theory of functional spaces. Particular attention is paid to the discussion of applications of the obtained results to the study of compactness of

operators and the theory of differential equations. Thus, the results of the work expand the existing ideas about the properties of global Morrey-type spaces and open up new possibilities for their application in various areas of analysis and operator theory.

Keywords: Morrey spaces, pre-compactness, Frechet-Kolmogorov theorem, completely boundedness, global Morrey space, average values of the functions, Lebesgue space.

**«ОҚУ ПӘНДЕРІН ОҚЫТУ ӘДІСНАМАСЫ» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН»
SECTION «METHODS OF TEACHING OF EDUCATIONAL DISCIPLINES»**

MPNТИ 14.25.09

<https://doi.org/10.48081/JUGG4273>

***Л. И. Боженкова¹, Е. В. Соколова²**

¹Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева, Российская Федерация, г. Саранск

²Московский педагогический государственный университет, Российская Федерация, г. Москва

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1368-5326>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6967-6046>

*e-mail: krasell@yandex.ru

**ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ШКОЛЬНИКОВ В ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ**

Современная образовательная концепция на первое место выдвигает формирование «активного ученика», способного обучаться на протяжении всей жизни. В связи с этим актуализируется проблема обновления и организации самостоятельной работы школьников в процессе обучения любому предмету, в том числе геометрии. Проведённое анкетирование показало, что большая часть учителей математики организует самостоятельную деятельность на уроках геометрии только при решении задач в форме традиционных проверочных работ.

В статье описывается один из возможных вариантов методики организации самостоятельной познавательной деятельности школьников в обучении геометрии. Теоретической основой организации самостоятельной работы являются, в частности, концепции полной осознанной саморегуляции, в том числе, в обучении геометрии. Авторами разработаны и экспериментально проверены программы управления самостоятельной учебно-познавательной деятельностью школьников при обучении геометрии, основой которых является структура регуляторного процесса. Результаты проведённого исследования были апробированы на курсах

переподготовки слушателей на базе Московского педагогического государственного университета.

Статья имеет важное практическое значение, так как использование разработанных авторами материалов позволит учителю математики, наполняя их геометрическим содержанием учебника, организовать самостоятельную деятельность школьников при освоении геометрических понятий, теорем и поиске решения задач.

Ключевые слова: гибкие навыки, самостоятельная учебная деятельность, саморегуляция, геометрия, учебные задачи, программа управления, становление умений.

Введение

Проблема организации самостоятельной учебно-познавательной деятельности школьников традиционно является одной из наиболее важных, решение которой далеко от завершения. В настоящее время, в век четвёртой промышленной революции, актуальность этой проблемы непрерывно возрастает в связи с востребованностью новой интегральной образовательной парадигмы образования. Основой этой парадигмы является идея обучения в течение всей жизни, для чего нужны «Навыки XXI века» – «soft skills» (гибкие навыки). Они выполняют важную функцию в профессиональном становлении личности наряду с давно известными «жёсткими» навыками («hard skills»), связанными с конкретной профессией. Авторы концепций «Навыков будущего» считают, что в отличие от «hard skills», которые имеют тенденцию к устареванию, «soft skills» являются универсальными, овладев которыми, человек сможет самостоятельно освоить новые знания в новой профессиональной сфере [1; 2]. Поэтому учащимся всех возрастов необходимо развивать в себе способности: к самообучению, к постановке целей и их достижению, к саморефлексии [3; 4]. Успешное развитие у школьников указанных способностей невозможно без организации самостоятельной работы в процессе обучения, что требует переосмысления не только её значения, но и процесса организации. Этот вывод подтверждается результатами анализа: наблюдений за ходом учебного процесса; анкетирования учащихся и учителей; показателей итоговой аттестации (математика). Для успешной организации самостоятельной работы школьников следует выявить её теоретические основы на педагогическом, психолого-педагогическом, психологическом и методическом уровнях, наполнив, затем конкретным содержанием в контексте учебного предмета.

Материалы и методы

В исследовании использовались следующие методы: сравнительный анализ и обобщение научной литературы, наблюдение, анкетирование, эксперимент. Педагогический уровень организации самостоятельной учебно-познавательной деятельности отражён в классических трудах Б. П. Есипова и П. И. Пидкасистого. Под самостоятельной работой в дидактике понимают разнообразные виды индивидуальной и коллективной деятельности учащихся на классных и внеклассных занятиях или дома без непосредственного участия учителя, но по его заданиям [5]. Развитие идей Б. П. Есипова представлено в работах П. И. Пидкасистого, в трактовке которого самостоятельная работа – это познавательная деятельность, включающая: 1) выделение учебной или познавательной задачи – умение в структуре учебной ситуации выбрать цель, увидеть задачу; 2) подбор, определение и применение адекватных способов действий, ведущих к решению задачи; 3) выполнение контроля над процессом решения поставленной познавательной задачи найденными способами – умение применить усвоенные знания [6]. Очевидно, что выполнение второго шага этой деятельности – наиболее сложная учебная задача для школьника. Для того чтобы ученик мог самостоятельно добывать знания, его надо этому учить, потому что, надо знать, что конструировать (понятие, закон, правило и др.) и как конструировать (способы выполнения действий – логические средства добывания знаний) [6]. П. И. Пидкасистый предложил типы: самостоятельных работ: по образцу, реконструктивные, вариативные и творческие [6]. Они учитывают содержание учебной задачи, подлежащей выполнению и особенности познавательной деятельности учащихся, направленной на её решение.

С психолого-педагогической точки зрения различные трактовки самостоятельной работы обучающихся проанализированы И. А. Зимней, в результате чего был сделан вывод: самостоятельную работу следует считать «высшим специфическим видом, формой учебной деятельности учащихся», которая осуществляется в условиях недостатка информации. Учёный определила самостоятельную работу, как «целенаправленную, внутренне мотивированную, структурированную самим субъектом в совокупности выполняемых им действий и корригируемую им по процессу и результату, учебную деятельность» [7, с. 151]. Самостоятельная работа, как средство организации учебного или научного познания школьника, выступает в двуедином качестве. Во-первых, это – объект деятельности обучающегося – учебное задание, которое он должен выполнить. Во-вторых, это – форма проявления учеником определённого способа деятельности по выполнению соответствующего учебного задания в целях получения нового знания или углубления, упорядочивания уже имеющихся знаний. Во втором случае

самостоятельная работа отождествляется с самостоятельной учебной или учебно-познавательной деятельностью (УПД).

Важно, что самостоятельная работа обязательно должна являться следствием управления учителем учебной деятельностью школьника на уроке [6]. Известно, что управление проявляется сначала как внешнее взаимодействие субъектов образовательного процесса, которое затем переходит в управление обучающегося собственной активностью (В. А. Якунин) [8]. В этом случае учащийся «присваивает» программу управления собственной самостоятельной деятельностью по овладению учебным предметом. Следовательно, учителю необходимо «не только четкое осознание своего плана учебных действий, но и осознанное его формирование у учащихся как некоторой схемы освоения учебного предмета в ходе решения новых учебных задач» [7, с. 151]. Это важнейшее положение необходимо учитывать на методическом уровне организации самостоятельной УПД обучающихся.

С позиций когнитивной психологии самостоятельность (познавательная) – личностная характеристика, выражающаяся в ответственности за процесс обучения, трактуется в связи с понятием саморегуляции. В частности, отмечается, что высшим модусом активности и самостоятельности человека является саморегуляция, которая осуществляется в процессе переработки информации (поиск, восприятие, преобразование, применение) [8;9;10]. Приобретение учеником самостоятельности в освоении знаний – сущность саморегуляции. Поэтому психологической основой организации самостоятельной деятельности, является концепция полной осознанной саморегуляции, под которой понимается «организация самим человеком своей активности и управление ею с целью достижения результата» (О. А. Конопкин) [10, с. 243]. Процесс осознанной саморегуляции позволяет ученику при освоении предмета осуществлять самостоятельную интеллектуальную процедуру в системе его учения при условии, что он владеет соответствующими знаниями о способах выполнения этой работы и интеллектуальными умениями – сформированными умственными действиями.

Классиками российской психологии разработаны различные теории формирования умений учиться – приёмов умственных действий (П. Я. Гальперин, Н. А. Менчинская, Н. Ф. Талызина и др.) [11;12;13]. В контексте организации самостоятельной работы прослеживается два основных подхода к формированию умений учиться: 1) через введение в учебный процесс специальных предметов, содержание которых включает соответствующие метазнания и метаумения; 2) обучение самостоятельной учебно-познавательной деятельности в рамках осваиваемых учебных предметов.

В настоящее время российские Стандарты общего образования включают задачу формирования универсальных учебных действий (познавательных, коммуникативных, регулятивных) в контексте второго подхода [14].

Анализ теоретических основ организации самостоятельной УПД, значимых для процесса обучения, позволяет рассмотреть следующие методические основы этой деятельности, включающие три взаимосвязанные части.

I. Структура самостоятельной учебно-познавательной деятельности учащихся в обучении предмету в контексте саморегуляции: 1) постановка учебной задачи в процессе самостоятельного освоения учебной информации; 2) выявление объективной учебной информации, необходимой для решения учебной задачи; 3) соотнесение выявленной учебной информации с собственными знаниями и умениями; принятие решения об использовании помощи, выбор средств помощи; 4) определение последовательности исполнения учебных действий в процессе выполнения задания, составление плана деятельности; 5) реализация плана; 6) контроль (взаимоконтроль и самоконтроль по образцу), коррекция и оценивание результатов деятельности, направленных на решение учебной задачи [15].

II. Программа управления самостоятельной УПД учащихся, учитывающая её структуру в контексте саморегуляции, содержание которой определяется спецификой предмета.

III. Умения учителя, необходимые для управления самостоятельной УПД обучающихся: 1) формулировать цели самостоятельной деятельности; 2) создавать информационную основу обучения – учебные модели, средства помощи, контроля и т.п.; 3) прогнозировать, контролировать и оценивать результаты самостоятельной УПД учащихся.

Результаты и обсуждение

Теоретические и методические основы организации самостоятельной УПД учащихся конкретизированы в контексте содержания школьного курса геометрии. Основными единицами учебной информации школьного курса геометрии являются геометрические понятия и их определения; теоремы и их доказательства; геометрические и практико-ориентированные задачи. Поэтому программы управления самостоятельной деятельностью учащихся составлены для освоения именно этих единиц учебной информации (табл. 1-3). Заметим, что освоение – такое изучение информации, при котором обучающие создают образовательные продукты: схемы, таблицы и т.п. [16]. Таким образом, получены три сложных учебных задачи: изучить геометрическое понятие (№1, табл. 1); изучить теорему (№2, табл. 2); решить геометрическую задачу (№3, табл. 3).

Таблица 1 – Программа управления самостоятельной УПД учащихся при изучении геометрических понятий

1. Учебная задача №1: используя учебник, изучить геометрическое понятие	
2. Объективная учебная информация: знать признаки понятия, вид связи признаков, структуру схемы определения понятия, уметь составлять схему, включать новое понятие в связи с известными понятиями; выполнять сравнение; подводить объекты под понятие	3. Владею ли я объективной учебной информацией?
4. План деятельности	
а) рассмотреть данный набор объектов; б) используя определение понятия в учебнике и данный набор объектов, составить схему определения понятия и сверить с эталоном; в) подвести данные объекты под изучаемое понятие; выделить в наборе те объекты, которые есть в учебнике; г) сформулировать правильное определение, используя составленную схему; д) составить схему взаимосвязи «открытого» понятия с ранее изученными понятиями (по возможности)	
5. Результат реализации плана: схема определения понятия, записанная в тетради; изображение объекта и его частных случаев (при необходимости); схема взаимосвязи нового понятия с изученными	
6. Контроль (взаимоконтроль и самоконтроль по образцу), коррекция и оценивание изученного понятия по известным критериям	

Таблица 2 – Программа управления самостоятельной УПД учащихся при изучении теорем

1. Учебная задача №2: используя учебник, изучить теорему	
2. Объективная учебная информация: знать структуру формулировки и доказательства теоремы; уметь выполнять анализ и синтез текста, строить отрицание утверждений, раскрыть термин понятия (указать его признаки, входящие в определение)	3. Владею ли я объективной учебной информацией?
4. План деятельности	
Базовый уровень	Углублённый уровень

а) используя учебник, выполнить работу с формулировкой теоремы, выделив условие, заключение; б) вспомнить формулировки теорем, указанные в столбце «обоснования» данной таблицы; в) прочесть доказательство теоремы в учебнике, разбить его на шаги и заполнить остальные столбцы таблицы; г) сформулировать обратное утверждение; д) построить отрицание условия и заключения теоремы	е) сформулировать идею доказательства; ж) сформулировать все виды утверждений, установить их истинность; з) найти другие способы и методы доказательства;
5. Результат реализации плана: оформить теорему: «Дано», «Доказать», рисунок, «Доказательство» (пошаговая его запись: условие, вывод, обоснование)	
6. Контроль (взаимоконтроль и самоконтроль по образцу), коррекция и оценивание изученной теоремы (по известным критериям)	

Таблица 3 – Программа управления самостоятельной УПД учащихся при решении геометрических задач

1. Учебная задача №3: решить геометрическую задачу		
2. Объективная учебная информация: уметь выводить следствия из условия задачи; составлять схему поиска решения задачи; правильно записывать решение задачи - пошаговая запись (условие, вывод, обоснование)	3. Владею ли я объективной учебной информацией?	
4. План деятельности		
Базовый уровень	Повышенный уровень	Высокий уровень
Для задач выбранного уровня сложности		
1) записать условие задачи, пронумеровав данные, и требование задачи;		
2) осуществить поиск решения задачи, используя, при необходимости, помощь;		
3) составить план решения задачи (устно);		
4) реализовать план		
5) Результат реализации плана: оформить задачу: «Дано», «Найти» или «Доказать», рисунок, «Решение» (пошаговая его запись: условие, вывод, обоснование)		
6. Контроль (взаимоконтроль и самоконтроль по образцу), коррекция и оценивание решения задачи (по известным критериям)		

Каждая из указанных учебных задач включает ряд умственных действий, которые должны быть сформированы у учащихся, только тогда они на вопрос: «Владею ли я объективной учебной информацией?», ответят: «Да» и будут способны самостоятельно изучать геометрию. Процесс становления умственных действий, входящих в учебные задачи, организуется в неразрывной связи с освоением учебной информации школьного курса геометрии в соответствии с этапами: подготовительным, ознакомительным, формирующим, совершенствующим, рефлексивно-оценочным, которые реализуются в обучении геометрии (табл. 4).

Таблица 4 – Схема становления умений решать учебные задачи на основе использования программы управления СУПДУ в обучении геометрии

Дидактическая цель каждого этапа	Этапы становления умений, входящих в учебные задачи №1, №2, №3	Деятельность учителя на этапах формирования умений решать учебные задачи	Тип самостоятельной УПД учащихся	Методы/формы обучения
	I. Подготовительный этап: актуализация содержания, необходимого для решения соответствующей учебной задачи	Подбор и предъявление учащимся информации и набора заданий для формирования умений, входящих в объективную учебную информацию соответствующей учебной задачи	Самостоятельная УПД по образцу, реконструктивная	Репродуктивный, фронтальная, работа
	II. Ознакомительный этап: введение программы управления и иллюстрация её использования для решения учебной задачи	Создание информационной основы обучения для соответствующей учебной задачи; организация самостоятельной деятельности при выполнении отдельных этапов программы	Реконструктивная самостоятельная УПД учащихся	проблемное изложение / фронтальная, работа
	III. Формирующий этап: становление умения решать учебную задачу с явным использованием программы управления	Постановка проблемы, создание средств помощи, контроля; организация взаимопомощи, взаимоконтроля, самооценивания самостоятельной учащихся УПД	Реконструктивно-вариативная самостоятельная УПД	Эвристический / групповая, парная, индивидуальная
	IV. Совершенствующий этап: применение умения решать учебную задачу в «умственном плане»	Постановка проблемы, организация ученического самоконтроля, самооценивания, самокоррекции самостоятельной учащихся УПД	Вариативно-творческая самостоятельная УПД	
V. Рефлексивно-оценочный этап: иллюстрация полученных знаний	Организация контроля, оценки, коррекции сформированных умений для самостоятельной УПД	Все типы СР с учётом обученности учащихся	Индивидуальная	

Подготовительный и совершенствующий этапы выделены нами в связи со спецификой самостоятельной работы в обучении геометрии, а также в связи с содержанием формируемых умений; ознакомительный и формирующий получены на базе объединения этапов, рассматриваемых в теории П.Я. Гальперина [11].

Очевидно, что деятельность учителя на подготовительном этапе (табл. 4) является самой сложной. Анализ содержания школьных учебников геометрии, проведённый с целью установления наличия в них упражнений для обеспечения деятельности учащихся на этапах становления умений, входящих в учебные задачи, показал, что задания для подготовительного этапа отсутствуют. Поэтому приведём комментарии в контексте каждой учебной задачи, входящей в соответствующую программу управления самостоятельной УПД учащихся на подготовительном этапе.

Комментарий 1. Учебная задача (УЗ №1): используя учебник, изучить геометрическое понятие. Объективная учебная информация, входящая в программу управления самостоятельной деятельностью учащихся при решении этой учебной задачи, требует от учителя знания теоретических основ обучения математическим понятиям [17]. Подготовительный этап начинается на первом уроке геометрии до введения определений новых геометрических понятий. Для актуализации содержания объективной учебной информации программы этой УЗ (табл.1), учитель, используя определения понятий, уже известных учащимся, предъявляет им схемы определений (рис. 1). Процесс обсуждения и обобщения направлен на знакомство с терминологией, содержащейся в общей схеме определения понятия (рис. 2). Учащимся предлагается по аналогии составить схемы известных определений понятий других видов треугольников.

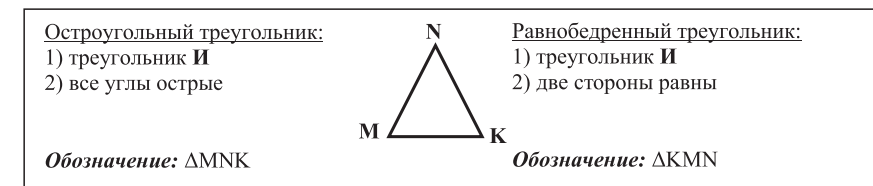


Рисунок 1 – Схемы определений конкретных понятий

Термин (имя понятия):	Изображение
1) ближайшее родовое понятие – 1-й существенный признак И ,	
2) первое видовое отличие – 2-й существенный признак И ,	
3) второе видовое отличие – 3-й существенный признак И ,	
.....	
n) последнее видовое отличие – n-й существенный признак	
Обозначение:	

Рисунок 2 – Общая схема определения понятия

На остальных этапах становления умений, входящих в УЗ № 1: «самостоятельно изучить геометрическое понятие» используются новые понятия, входящие в содержание учебника. Детальная методика этого процесса в контексте становления саморегуляции при освоении геометрических понятий, входящих в содержание учебника «Геометрии 7-9» Л. С. Атанасяна и др., представлена в пособии [18].

Комментарий 2. Учебная задача (УЗ №2): используя учебник, изучить теорему. Объективная учебная информация, входящая в программу управления самостоятельной деятельностью учащихся при решении этой учебной задачи, требует от учителя знания теоретических основ обучения теоремам [17]. Подготовительный этап начинается при обучении самым первым, достаточно простым теоремам «Свойство вертикальных углов», «Свойство смежных углов», что позволяет ввести основные метазнания, связанные с теоремами [18].

Для ознакомления со структурой теоремы, со структурой записи её доказательства целесообразно использовать содержание таблицы 5. После её заполнения и анализа, ученики должны понять, что, во-первых, обоснованиями могут быть определения и свойства изученных понятий, известные теоремы и аксиомы. Во-вторых, что промежуточный вывод, полученный на определённом шаге, входит в промежуточное условие на одном из следующих шагов.

Для введения всех видов утверждений, связанных с теоремой, для понимания их структуры, способов построения, взаимосвязи истинных и ложных утверждений учитель организует работу с таблицей 6. Следует довести до понимания обучающихся тот факт, что условие любой теоремы включает главное условие и разъяснительную часть (строка выделена серым цветом), которая остаётся неизменной для всех видов утверждений, связанных с теоремой (табл. 6).

Таблица 5 – Задания подготовительного этапа для становления умений УЗ №2

Запишите «Дано», «Доказать» для теоремы «Свойство смежных углов».		
Рассмотрите нижеприведённую запись доказательства этой теоремы. Что входит в эту запись?		
Заполните пропуски в строках таблицы		
Условие (промежуточное условие)	Заключение (промежуточное заключение или вывод)	Обоснование
1. т.к. $\angle ABD$ и $\angle DBC$ – смежные,	то лучи BA и BC – _____	определение _____ углов
2. т.к. лучи BA и BC – _____,	то $\angle ABC$ – _____	определение развёрнутого угла
3. т.к. $\angle ABC$ – развёрнутый,	то $\angle ABC = 180^\circ$	измерение развёрнутого угла
4. т.к. луч BD делит $\angle ABC = 180^\circ$ на два угла $\angle ABD$ и $\angle DBC$,	то $\angle ABC = \angle ABD + \angle DBC = 180^\circ$ – ч.т.д.	свойство величин углов

Таблица 6 – Виды утверждений для выполнения УЗ №2 на подготовительном этапе

Прямая теорема	Оброеная утверждение	Противоположное утверждение	Обратная противоположной теорема
Дано (условие)	Дано (условие)	Дано (условие)	Дано (условие)
$\angle ABD, \angle DBC$ – 2 угла	$\angle ABD, \angle DBC$ – 2 угла	$\angle ABD, \angle DBC$ – 2 угла	$\angle ABD, \angle DBC$ – 2 угла
$\angle ABD$ и $\angle DBC$ – смежные	$\angle ABD + \angle DBC = 180^\circ$	$\angle ABD$ и $\angle DBC$ – не смежные	$\angle ABD + \angle DBC \neq 180^\circ$
Доказать (заключение)	Доказать (заключение)	Доказать (заключение)	Доказать (заключение)
$\angle ABD + \angle DBC = 180^\circ$	$\angle ABD$ и $\angle DBC$ – смежные	$\angle ABD + \angle DBC \neq 180^\circ$	$\angle ABD$ и $\angle DBC$ – не смежные
Истинное утверждение	Ложное утверждение (не теорема)	Ложное утверждение (не теорема)	Истинное утверждение

Этот факт, как показали наши исследования, вызывает удивление у многих участников процесса обучения геометрии (учителей и учащихся). Организация самостоятельного поиска доказательства теорем осуществляется по мере накопления геометрических фактов с использованием опыта поиска учащимися решения задач [18].

Комментарий 3. Учебная задача (УЗ №3): решить геометрическую задачу (табл. 3). Объективная учебная информация, входящая в программу управления самостоятельной деятельностью учащихся при решении этой

учебной задачи, требует от учителя знания теоретических основ обучения решению задач [17]. Подготовительный этап начинается на самых первых уроках геометрии, например при обучении теме «Измерение отрезков и углов», учащимся предлагается следующее задание.

Задание. Выведите следствия из данных условий (рис. 3).

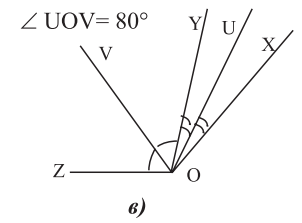
Дано: a, b, c, d - отрезки 1) $a = b$, 2) $c = d$? а)	Дано: 1) $\angle \alpha = \angle \beta$ 2) $\angle \alpha = \angle \gamma$? б)	 в)
---	---	--

Рисунок 3 – Задания подготовительного этапа для становления умений УЗ № 3

После выполнения этого задания, учитель сообщает учащимся, что познавательное логическое действие «Выведение следствий из условия задачи» (синтез) заключается: в раскрытии терминов всех понятий, которые входят в условие задачи; в использовании теорем-свойств до тех пор, пока не будет выведено требование задачи. Это логическое действие можно использовать и при поиске доказательства теорем, что целесообразно проиллюстрировать для уже доказанных теорем.

Познавательное логическое действие «Выведение следствий из требования задачи» (анализ) заключается: в раскрытии терминов понятий, содержащихся в требовании задачи; в использовании теорем-признаков или определений понятий до тех пор, пока не будет выведено условие задачи. Учащимся следует продемонстрировать процесс рассуждений при поиске доказательства несложных известных теорем, используя это логическое действие, и продолжить такую деятельность при решении задач. Для осуществления целенаправленного поиска решения задач полезно составлять так называемые «Поисковые области понятий, связанных отношением»: для равенства двух отрезков, равенства двух углов, параллельности или перпендикулярности двух прямых [17]. Результат подготовительного этапа – переход объективной учебной информации в субъективную: ученик готов выполнять деятельность на следующем этапе.

На ознакомительном этапе происходит первичное ознакомление с программой управления самостоятельной деятельностью учащихся при решении конкретной учебной задачи в соответствии с планом действий,

указанном в каждой программе. Реализация плана нацелена на получение результата также указанного в каждой программе (табл. 1, 2, 3). На формирующем этапе изучается новая учебная информация по тому же плану действий и планируемый результат реализации плана связан с этой новой информацией. Реализация плана сопровождается «громкой» речью (вслух) и «внутренней» речью («про себя») [11]. Степень самостоятельности учащихся увеличивается, меняются формы организации самостоятельной деятельности учащихся (табл. 4, третий столбец). Учитель осуществляет руководство деятельностью учащихся, оказывая им, при необходимости, помощь, организуя контроль, как итог изучения конкретной единицы учебной информации. Постепенно управление полностью передаётся учащимся, что означает начало следующего этапа – совершенствующего. На этом этапе изучение теоретической информации осуществляется без использования помощи, изученная информация применяется для решения различных геометрических задач. Цикл становления умений решать учебные задачи на основе использования программы управления самостоятельной УПД учащихся в обучении геометрии начинается на подготовительном этапе, а заканчивается на формирующем этапе, дальше умения совершенствуются. Не все учащиеся достигают различных этапов одновременно, некоторая их часть может использовать помощь на протяжении всего времени изучения геометрии, но отдельные умения у них будут сформированы. Рефлексивно-оценочный этап обеспечивает ученикам итоговую саморегуляцию выполненного цикла УПД по освоению определённой единицы учебной информации школьного курса геометрии. Отметим, что рефлексивно-оценочная деятельность осуществляется на всех этапах, для этого используются разработанные нами типовые задачи [19].

Итак, рассмотрены две составляющие части (из трёх) методических основ организации самостоятельной УПД учащихся. Они отражены в разработанных нами:

1) программах управления самостоятельной УПД учащихся при изучении понятий, теорем, решении геометрических задач в соответствии со структурой саморегуляции (табл. 1-3);

2) схеме становления умений решать учебные задачи на основе использования программы управления самостоятельной УПД учащихся в обучении геометрии (табл. 4);

3) в материалах для становления умений на подготовительном этапе.

Третья часть методических основ – это умения учителя, необходимые ему для управления самостоятельной УПД обучающихся. Учителю важно овладеть программой управления самостоятельной УПД школьников и соответствующими умениями. Разработанные материалы были апробированы

при обучении слушателей курса профессиональной переподготовки по программе «Методика обучения математике» на базе МПГУ.

В начале исследования, с целью выявления места и роли самостоятельной работы в обучении геометрии, было организовано анкетирование школьников старших классов, учителей математики и слушателей курса переподготовки. Было установлено следующее:

1) большая часть учителей связывает самостоятельную деятельность на уроках геометрии только с решением школьниками задач.

2) подавляющее большинство учащихся отмечают, что наибольшую тревожность вызывают у них традиционные самостоятельные работы по геометрии, т.к. они не понимают, с чего начать рассуждения, если задача «не решается».

3) процесс обучения понятиям и теоремам, как правило, выполняется учителем посредством предъявления готовой учебной информации в целях экономии времени.

4) большинство опрошенных учителей и слушателей курса, отметили, что не понимают, как организовать самостоятельное изучение школьниками теоретической информации таким образом, чтобы это способствовало формированию предметных результатов на уровне учебной темы и развитию их самостоятельности.

Отметим, что согласно независимым исследованиям более половины учителей математики не связывают свой предмет с необходимостью научить школьника работать с информацией, в то время как это - важнейший навык XXI века [2].

Апробация разработанных материалов исследования осуществлялась при обучении дисциплине «Психология и педагогика обучения математике» слушателей курса переподготовки (46 человек). Процесс обучения организации самостоятельной УПД школьников при освоении учебной информации был выстроен в соответствии с программой управления (табл. 1-3) и в соответствии с этапами становления соответствующих умений (табл. 4). На подготовительном и ознакомительном этапах были образованы мини-группы слушателей и организован выбор учебной информации для самостоятельной работы (геометрические понятия, теоремы, задачи) из различных разделов учебника «Геометрия 7-9», «Геометрия 10-11» [20]. Далее на лекционных занятиях слушатели изучали логико-дидактический анализ определений понятий, теорем, этапы обучения решению задачи и методы поиска решения задачи. После этого было проведено индивидуальное тестирование с последующим обсуждением допущенных ошибок и их корректировкой.

На следующем, формирующем умение этапе, слушатели выбрали уровень самостоятельной деятельности при изучении понятий, теорем, задач и разрабатывали собственные образовательные продукты. Контроль, коррекция и оценивание (самооценивание, взаимооценивание) результатов деятельности на формирующем этапе осуществлялся посредством презентаций групповых разработок с последующим обсуждением.

На рефлексивно-оценочном этапе становления умения с целью выявления сформированности умений, необходимых для организации самостоятельной деятельности школьников при обучении геометрии была проведена контрольная работа. Она включала следующие задания.

1) Создать информационную основу обучения, используя учебники «Геометрия 7-9», «Геометрия 10-11» [20]:

а) составить схему определения понятия и набор объектов для подведения под понятие;

б) составить систематизационную схему взаимосвязи понятий;

в) записать пошаговое доказательство теоремы;

г) составить схему поиска решения задачи.

2) Составить план самостоятельной деятельности учащегося для изучения понятий, теорем, поиска решения задачи.

3) Разработать средства помощи для учащихся с низким уровнем обученности при освоении учебной информации.

Результаты выполнения контрольной работы слушателями курса приведены на рисунке 4: представлено количество слушателей курса, полностью справившихся с выполнением задания.

Результаты проведённого экспериментального обучения свидетельствуют о доступности разработанной методики и готовности слушателей к организации самостоятельной учебно-познавательной учащихся.

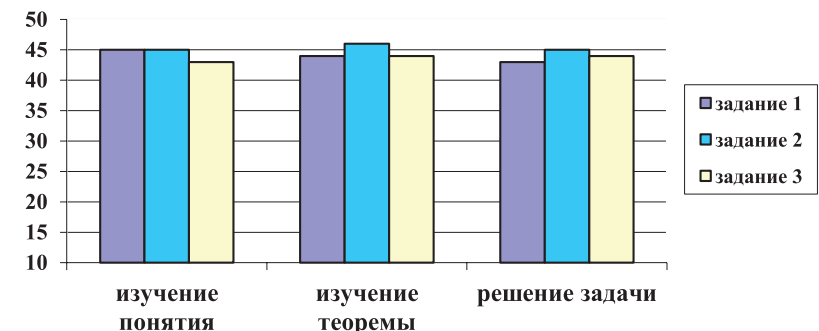


Рисунок 4 – Результаты выполнения заданий контрольной работы

Выводы

Изучение педагогической, психолого-педагогической, психологической литературы по проблемам организации самостоятельной работы и формирования умений учиться, позволило установить необходимость обновления подходов к решению этих проблем в современных социально-экономических условиях. На основе анализа теоретических основ организации самостоятельной УПД в рамках концепции полной осознанной саморегуляции в обучении геометрии, выявлены три составляющие части методической основы этой деятельности. Результаты опроса и анкетирования подтвердили позицию авторов о необходимости разработки для учителя специальных программ управления самостоятельной УПД школьников при освоении понятий, теорем, решении задач, способствующих развитию «Навыков XXI века».

Проведённый эксперимент показал результативность разработанных программ управления самостоятельной УПД деятельностью учащихся. Наполнение программ содержанием школьного учебника геометрии, позволит учителям математики организовать самостоятельную деятельность школьников при освоении теоретической информации, а также при поиске решения задач. Также в ходе эксперимента было выявлено, что продуманная организация самостоятельной УПД школьников на уроках геометрии будет способствовать совершенствованию умений учителя по разработке различных средств обучения.

Таким образом, разработанная методика организации самостоятельной деятельности учащихся при освоении понятий, теорем, задач на уроках геометрии, являясь понятной и доступной для учителя математики, будет способствовать не только освоению геометрии школьниками, но и формированию у них «Навыков XXI века».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Приоритеты ЮНЕСКО в области образования – 2030 [Текст] // Педагогическое образование в современном мире. Дайджест. – 2019. № 4. – С. 4.
- 2 **Добрякова, М. С., Юрченко, О. В., Новикова, Е. Г.** Навыки XXI века в российской школе: взгляд педагогов и родителей [Текст]. – М. : НИУ ВШЭ, 2018. – 72 с.
- 3 **Абрамов, А.** Навыки будущего: что нужно знать и уметь в XXI веке [Текст]. – [Электронный ресурс]. – <https://trends.rbc.ru/trends/education/5e728cbc9a79476476f6eb4e>

- 4 **Томских, А. А., Старостина, С. Е., Протасова, С. В.** Приоритет-2030: от универсальных компетенций к профессиональному успеху [Текст] // Учёные записки Забайкальского государственного университета. – 2022. – Т. 17, № 2. – С. 39–47.
- 5 **Есипов, Б. П.** Самостоятельная работа учащихся на уроке [Текст]. – СПб.: Питер, 2003. – 240 с.
- 6 **Пидкасистый, П. И.** Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении [Текст]. – М.: Педагогическое общество России, 2005. – 236 с.
- 7 **Зимняя, И. А.** Педагогическая психология [Текст]. – М.: Инфра-М, 2009. – 228 с.
- 8 **Дружинина, В. Н., Ушакова, Д. В.** Когнитивная психология [Текст]. – М.: ПЕР СЭ, 2002. – 480 с.
- 9 **Якунин, В. А.** Педагогическая психология [Текст]. – СПб.: Изд-во Михайлова В. А., 2014. – 349 с.
- 10 **Конопкин, О. А.** Психологические механизмы регуляции деятельности [Текст]. – М. : ЛЕНАНД, 2011. – 320 с.
- 11 **Гальперин, П. Я.** Организация умственной деятельности и эффективность учения [Текст]. – М.: Книжный дом «Университет», 2010. – С. 2–59.
- 12 **Менчинская, Н. А.** Проблемы обучения, воспитания и психического развития ребенка [Текст]. – М. : Моск. психол.-соц. ин-т., 2004. – 511 с.
- 13 **Талызина, Н. Ф.** Педагогическая психология [Текст]. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с.
- 14 Федеральные государственные образовательные стандарты начального и основного общего образования [Текст]. – Москва: ВАКО, 2022. – 160 с.
- 15 **Боженкова, Л. И.** Интеллектуальное воспитание учащихся в обучении геометрии: монография [Текст]. – Калуга: Изд-во КГПУ им. К. Э. Циолковского, 2007. – 281 с.
- 16 **Хуторской, А. В.** Современная дидактика [Текст]. – СПб: Питер, 2010. – 544 с.
- 17 **Саранцев, Г. И.** Методика обучения математике: методология и теория [Текст]. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – 292 с.
- 18 **Боженкова, Л. И.** Методика формирования УУД при обучении геометрии [Текст]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. – 208 с.
- 19 **Боженкова, Л. И., Соколова, Е. В.** Критериальное оценивание достижений учащихся 7-9 классов в обучении геометрии [Текст]. – М.: МПГУ, 2016. – 182 с.

20 **Атанасян, Л. С., Бутузов, В. Ф., Кадомцев, С. Б., Позняк, Э. Г., Юдина, И. И.** Геометрия. 7-9 классы [Текст]. – М.: Просвещение, 2020. – 383 с.

REFERENCES

1 Prioritety YUNESKO v oblasti obrazovaniya – 2030 [Priorities of UNESCO in the field of education – 2030] [Text]. In Pedagogical education in the modern world: Digest. – 2019. № 4. – P. 4.

2 **Dobryakova, M. S., Yurchenko, O. V., Novikova, E. G.** Navyki XXI veka v rossijskoj shkole: vzglyad pedagogov i roditel'ev [21st Century Skills in Russian Schools: Perspectives of Teachers and Parents] [Text]. – Moscow: NIU VSHE, 2018. – 72 p.

3 **Abramov, A.** Navyki budushchego: chto nuzhno znat' i umet' v XXI veke [Skills of the Future: What You Need to Know and Be Able to Do in the 21st Century] [Text]. [Electronic resource]. – <https://trends.rbc.ru/trends/education/5e728cbc9a79476476f6eb4e>.

4 **Tomskikh, A. A., Starostina, S. E., Protasova, S. V.** Prioritet-2030: ot universal'nyh kompetencij k professional'nomu uspekhu [Priority-2030: From Universal Competencies to Professional Success] [Text]. In Scientific Notes of the Transbaikal State University. – 2022. – Vol. 17, № 2. – P. 39–47.

5 **Esipov, B. P.** Samostoyatel'naya rabota uchashchihsya na uroke [Independent Work of Students in the Classroom] [Text]. – Saint Petersburg: Piter, 2003. – 240 p.

6 **Pidkasisty, P. I.** Samostoyatel'naya poznavatel'naya deyatel'nost' shkol'nikov v obuchenii [Independent Cognitive Activity of Schoolchildren in Learning] [Text]. – Moscow: The Pedagogical Society of Russia, 2005. – 236 p.

7 **Zimnyaya, I. A.** Pedagogicheskaya psihologiya [Pedagogical Psychology] [Text]. – Moscow: Infra-M, 2009. – 228 p.

8 **Druzhinina, V. N., Ushakova, D. V.** Kognitivnaya psihologiya [Cognitive Psychology] [Text]. – Moscow: PER SE, 2002. – 480 p.

9 **Yakunin, V. A.** Pedagogicheskaya psihologiya [Pedagogical Psychology] [Text]. – Saint Petersburg: Publishing House Mikhaylov V. A., 2014. – 349 p.

10 **Konopkin, O. A.** Psihologicheskie mekhanizmy regulyatsii deyatel'nosti [Psychological Mechanisms of Activity Regulation] [Text]. – Moscow: LENAND, 2011. – 320 p.

11 **Galperin, P. Ya.** Organizatsiya umstvennoj deyatel'nosti i effektivnost' ucheniya [Organization of Mental Activity and Learning Effectiveness] [Text]. – Moscow: Book House "University", 2010. – P. 2–59.

12 **Menchinskaya, N. A.** Problemy obucheniya, vospitaniya i psicheskogo razvitiya rebenka [Problems of Teaching, Education, and Psychological Development of the Child] [Text]. – Moscow: Moscow Psychological and Social Institute, 2004. – 511 p.

13 **Talyzina, N. F.** Pedagogicheskaya psihologiya [Pedagogical Psychology] [Text]. – Moscow: Publishing Center «Academia», 2013. – 288 p.

14 Federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty nachal'nogo i osnovnogo obshchego obrazovaniya [Federal State Educational Standards of Primary and Basic General Education] [Text]. – Moscow: VAKO, 2022. – 160 p.

15 **Bozhenkova, L. I.** Intelktual'noe vospitanie uchashchihsya v obuchenii geometrii: monografiya [Intellectual Education of Students in Geometry Teaching: Monograph] [Text]. – Kaluga: Publishing House of K. E. Tsiolkovsky Kaluga State Pedagogical University, 2007. – 281 p.

16 **Khutorskoj, A. V.** Sovremennaya didaktika [Modern Didactics] [Text]. – Saint Petersburg: Piter, 2010. – 544 p.

17 **Sarantsev, G. I.** Metodika obucheniya matematike: metodologiya i teoriya [Methodology of Teaching Mathematics: Methodology and Theory] [Text]. – Kazan: Center for Innovative Technologies, 2012. – 292 p.

18 **Bozhenkova, L. I.** Metodika formirovaniya UUD pri obuchenii geometrii [Methodology for Developing Universal Learning Activities in Geometry Teaching] [Text]. – Moscow: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2020. – 208 p.

19 **Bozhenkova, L. I., Sokolova, E. V.** Kriterial'noe ocenivanie dostizhenij uchashchihsya 7-9 klassov v obuchenii geometrii [Criterion-Based Assessment of Student Achievements in Geometry for Grades 7-9] [Text]. – Moscow: MPSU, 2016. – 182 p.

20 **Atanasyan, L. S., Butuzov, V. F., Kadomtsev, S. B., Poznyak, E. G., Yudina, I. I.** Geometriya. 7-9 klassy [Geometry. Grades 7-9] [Text]. – Moscow: Prosveshchenie, 2020. – 383 p.

***Л. И. Боженкова, Е. В. Соколова**

¹М. Е. Евсеев атындағы Мордовия мемлекеттік педагогикалық институты, Ресей Федерациясы, Саранск қ.

²Мәскеу педагогикалық мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы, Мәскеу қ.

ГЕОМЕТРИЯНЫ ОҚЫТУДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ӨЗДІК ЖҰМЫСТАРЫН ҰЙЫМДАСТЫРУ

Қазіргі заманғы білім беру концепциясы өмір бойы оқуға қабілеті бар «белсенді оқушыны» қалыптастыруды бірінші орынға қояды.

Осыған байланысты кез келген пәнді, соның ішінде геометрияны оқыту процесінде оқушылардың өзіндік жұмыстарын жаңарту және ұйымдастыру мәселесі өзекті болады. Жүргізілген сауалнама нәтижесі математика мұғалімдерінің басым бөлігі геометрия сабақтарында өзіндік жұмысты дәстүрлі бақылау жұмыстарын шешу арқылы ғана ұйымдастыратындығын көрсетті.

Мақалада геометрияны оқыту процесінде оқушылардың өзіндік танымдық әрекетін ұйымдастырудың мүмкін болатын әдістемесі сипатталады. Толық саналы өзін-өзі реттеу концепциялары, соның ішінде геометрияны оқытуда өзіндік жұмысты ұйымдастырудың теориялық негізі болып табылады. Авторлар геометрияны оқыту кезінде негізге реттеуші процестің құрылымы салынған оқушылардың өзіндік оқу-танымдық іс-әрекетін басқару бағдарламаларын әзірлеп, оны эксперимент жүзінде тексерген. Жүргізілген зерттеу нәтижелері Мәскеу педагогикалық мемлекеттік университетінің базасында тыңдаушыларды қайта даярлау курстарында апробациядан өткізілді.

Мақала маңызды практикалық мәнге ие, себебі оқушылардың геометриялық ұғымдарды, теоремаларды меңгеру және тапсырмаларды шешу кезінде олардың өзіндік іс-әрекетін ұйымдастыруда математика мұғаліміне авторлар әзірлеген материалдарды оқулықтың геометриялық мазмұнымен толықтыра отырып қолдануға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: жұмсақ дағдылар, өздік оқу іс-әрекеті, өзін-өзі реттеу, геометрия, оқу есептері, басқару бағдарламасы, біліктердің қалыптасуы.

***L. I. Bozhenkova¹, E. V. Sokolova²**

¹Mordovian State Pedagogical University, Russia, Saransk

²Moscow State Pedagogical University, Russia, Moscow

ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF SCHOOL CHILDREN IN TEACHING GEOMETRY

The modern educational concept puts first the formation of an “active student” capable of learning throughout life. In this regard, the problem of updating and organizing independent work of schoolchildren in the process of learning any subject, including geometry, is becoming more relevant. The conducted survey showed that most mathematics

teachers organize independent activities in geometry lessons only when solving problems in the form of traditional tests.

The article describes one of the possible options for the methodology for organizing independent cognitive activity of schoolchildren in teaching geometry. The theoretical basis for organizing independent work is the concept of complete conscious self-regulation, including in teaching geometry. The authors have developed and experimentally tested programs for managing independent educational and cognitive activity of schoolchildren in teaching geometry, the basis of which is the structure of the process of complete conscious self-regulation of activity. The results of the study were tested in retraining courses for students at the Moscow State Pedagogical University.

The article has important practical significance, since the use of materials developed by the authors will allow the mathematics teacher, filling them with geometric content in the context of the textbook paragraph, to organize independent activities of schoolchildren in mastering geometric concepts, theorems and finding solutions to problems.

Keywords: soft skills, independent learning activities, self-regulation, geometry, learning tasks, management program, development of skills.

FTAMP 14.25.09

<https://doi.org/10.48081/DNZI6482>

***А. Б. Искакова¹, М. Т. Қуанышбаева²**

¹Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2142-8949>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7260-1321>

*e-mail: anar_is@mail.ru

ОРТА МЕКТЕПТЕ «МОЛЕКУЛАЛЫҚ-КИНЕТИКАЛЫҚ ТЕОРИЯ НЕГІЗДЕРІ» ТАРАУЫН ОҚЫТУДА ВИРТУАЛДЫ ЗЕРТХАНАЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ

Мақалада орта мектепте «Молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тарауын оқытуда ақпараттық-коммуникациялық технологияларын қолданудың әдістемелік ерекшеліктері мен тиімділігі қарастырылады. Мектепте физиканы оқыту процесінде ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану мәселелерінің талдауы келтіріледі. Сонымен қатар, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды жоғары сыныптарда «Молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тарауын оқытуда қолдану оқушылардың пәнге деген танымдық қызығушылығын арттыру мақсатында қарастырылады. Зерттеу жұмысының мақсаты – мектепте «Молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тарауын оқытуда виртуалды зертханаларды қолданудың әдістемелік негіздерін айқындау. Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылды: 1) зерттеу мәселесіне байланысты ғылыми-әдістемелік материалдарға, Қазақстан Республикасының ағарту министрімен бекітілген жалпы орта білім беруге қатысты нормативтік-құқықтық құжаттарға талдау жасау; 2) мектепте «Молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тарауын оқытуда виртуалды зертханаларды қолданудың әдістемесін әзірлеу.

Мектепте молекулалық физиканы оқыту барысында пәнаралық және пәнішілік байланыстарды жүзеге асыруға байланысты мәселені айқындау үшін ғылыми-әдістемелік зерттеулерге талдау жүргізу және оларды жалпылау негізінде ғылыми мәселені анықтау әдіснамасы қолданылды.

Зерттеу барысында: 1) PhET Interactive Simulations платформасының негізгі ерекшеліктері айқындалды; 2) орта мектепте «Молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тарауын оқытуда PhET Interactive Simulations платформасында берілген виртуалды зертхананы қолданудың әдістемесі ұсынылды. Зерттеу барысында берілген әдістемелік ұсыныстар педагогикалық практикаға құнды үлес қосады.

Кілтті сөздер: физика, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, виртуалды зертханалар, қолданбалы бағдарламалар, мультимедиялық оқыту бағдарламасы.

Кіріспе

Заманауи білім беру үдерісінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялар маңызды рөл атқарады. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар оқыту сапасын арттырып, оқушылардың пәнге деген қызығушылығын оятып, оқу материалын терең түсінуіне мүмкіндік береді. Физика пәнінің күрделі тарауларының бірі – «Молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тақырыбын оқытуда да АКТ қолдану маңызды орын алады. Бұл тақырып оқушылардан молекулалардың қозғалысы, кинетикалық энергия, жылулық процестер сияқты абстрактілі ұғымдарды түсінуді талап етеді, сондықтан оны оқытуда көрнекі құралдардың, компьютерлік модельдеудің және интерактивті оқыту әдістерінің маңызы зор. физика курсы оқытуда АКТ-ны қолдану әдістемесін жүзеге асыру жалпы орта білім берудің негізгі міндеттері ретінде көрсетілген «пәнаралық және пәнішілік байланыстар негізінде оқу пәндері мазмұнының кіріктірілуін күшейтуді» жүзеге асыру жолдарының бірі болып табылады [1].

АКТ-ны пайдалану арқылы молекулалық-кинетикалық теорияның негізгі ұғымдарын жеңіл әрі түсінікті түрде жеткізуге болады. Мысалы, анимациялар мен симуляциялар молекулалардың өзара әрекеттесуін көрнекі етіп көрсетеді, ал виртуалды зертханалар оқушылардың теориялық білімдерін тәжірибе арқылы бекітуіне көмектеседі.

Материалдар мен әдістері

Мектепте молекулалық физиканы оқыту барысында пәнаралық және пәнішілік байланыстарды жүзеге асыруға байланысты мәселені айқындау үшін ғылыми-әдістемелік зерттеулерге талдау жүргізу және оларды жалпылау негізінде ғылыми мәселені анықтау әдіснамасы қолданылды.

Нәтижелер және талқылау

Мектептегі білім беруді жетілдіру, ақпараттық және коммуникациялық технологияларды молекулалық-кинетикалық теорияны оқытуға интеграциялау түрлері:

1) интерактивті модельдеу. Бөлшектердің қозғалысын, соқтығысуын және энергияның берілуін көзбен бейнелейтін молекулалық динамикалық модельдеуді қолдану. Интерактивті бағдарламалық жасақтама оқушыларға айналымыларды басқаруға және нәтижелерді нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді, бұл абстрактілі тұжырымдамалармен практикалық тәжірибе береді [6];

2) виртуалды зертханалар. Оқушылар имитацияланған ортада эксперименттер жүргізе алатын виртуалды зертханаларды енгізу. Бұл белгілі бір эксперименттерге қатысты қауіпсіздік мәселелерін шешіп қана қоймайды, сонымен қатар оқушыларға дәстүрлі сабақтарда қайталау қиын болуы мүмкін сценарийлерді зерттеуге мүмкіндік береді [5; 7];

3) онлайн ресурстар және мультимедиа. Негізгі ұғымдарды күшейтетін бейнелер, анимациялар және оқу ойындары сияқты онлайн ресурстар жинағын қадағалау. Мультимедиялық элементтер әртүрлі оқу стилдеріне сәйкес келуі мүмкін, күрделі теорияларды қол жетімді және қызықты етеді [8];

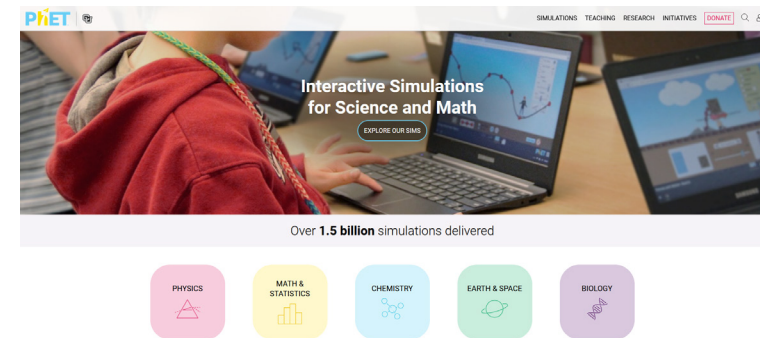
4) бірлескен жұмыс платформалары. Топтық жобалар мен талқылаулар үшін платформаларды біріктіру. Google Classroom немесе басқа білім беру форумдары сияқты платформалар оқушылар арасындағы қарым-қатынасты жеңілдетеді, оларға идеялармен бөлісуге, сұрақтар қоюға және молекулалық кинетикалық теория туралы түсініктерін бірлесіп тереңдетуге мүмкіндік береді [9].

«Молекулалық кинетикалық теорияның негіздері» тарауын оқытуға Ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың білім беруге интеграциясы көптеген мүмкіндіктерге жол ашады. Оқушылар абстрактілі ұғымдарды терең меңгеріп қана қоймай, сонымен қатар қазіргі әлемде қажетті цифрлық сауаттылық дағдыларын қалыптастырады.

Виртуалды зертханалар біртұтас бағдарламалық-ақпараттық орта болып табылады. Ол қысқаша тірек конспектісінен, белгілі бір құрылымға ие болатын интерактивті тапсырмалар түрінде арнайы әзірленген ақпараттың көмегі арқылы оқу материалын игеруге және бекітуге бағытталған оқу іс-әрекетін жүзеге асыруға мүмкіндік беретін компьютерлік бағдарламалар жүйесінен тұрады [7, б. 3]. Осындай жүйелерден тұратын виртуалды зертханалар қатары өте көп, соның ішінде «PhET» бағдарламасын атап өтуге болады. «PhET» бағдарламасы оқушыларға виртуалды эксперименттерді

жүргізуге және алған нәтижелерін талдауға мүмкіндік беретін түсінікті интерфейстен тұрады.

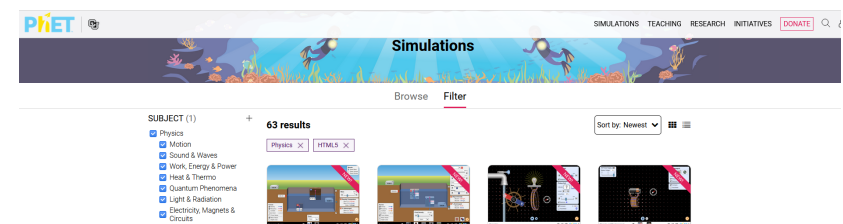
1-суретте берілген <https://phet.colorado.edu/> платформасында ұсынылған физикалық тәжірибелер мен процестерді визуалдауға арналған симуляциялар қатары берілген. Мұғалім өзіне қолдануға ыңғайлы болатын симуляцияларды жүктеп, зертханалық жұмыстарды ұйымдастыра алады [2-4; 10].



1-сурет – Phet Interactive Simulations сайтының бастапқы беті

PhET Interactive Simulations платформасында «Физика» пәні бойынша 62 симуляциялық тренажерлар бар (2-сурет), соның ішінде келесі бөлімдер бойынша:

- 1) қозғалыстар – 18;
- 2) дыбыс пен толқындар – 4;
- 3) жұмыс және энергия – 7;
- 4) жылу – 9;
- 5) кванттық құбылыстар – 3;
- 6) жарық және сәулелену – 9;
- 7) электр, магниттер мен тізбектер – 12.



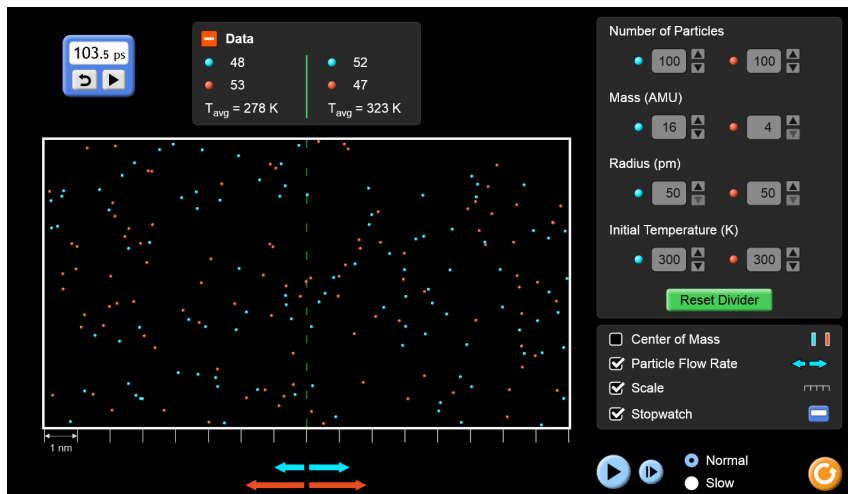
2-сурет – Физика бойынша «PhET» платформасында ұсынылған тақырыптар

«Диффузия» тақырыбына байланысты модельдеу оқушыларға екі газдың араласу процесін зерттеуге мүмкіндік береді. Оқушылар концентрацияның, температураның, бөлшектердің массасы мен радиустарының диффузияның жылдамдығына қалай әсер ететіндігіне байланысты эксперимент жүргізе алады. Сондай-ақ, қандай массада және бөлшектердің қандай жылдамдығында жүйе тепе-теңдік күйге ие болатындығын зерттей алады.

Мысал ретінде келесі виртуалдық зертханалық жұмысты қарастыруға болады.

Зертханалық жұмыс 1. Диффузия жылдамдығы мен молекулалық масса арасындағы байланысты анықтау.

Жұмысты орындау барысында келесі тұжырымдардың қайсысы дұрыс екендігін анықтау керек: 1) диффузияның жылдамдығы молекулалық массаға тура/кері пропорционал; 2) диффузияның жылдамдығы молекулалық массаның квадрат түбіріне тура/кері пропорционал; 3) диффузияның жылдамдығы молекулалық массаның квадратына тура/кері пропорционал. Ол үшін оқушылар келесі қадамды орындау керек: <https://phet.colorado.edu/платформасын> іске қосу – Physics – SUBJECT – Physics – Heat & Thermo – Diffusion. Осы қадамдарды орындаған соң 3-суретте келтірілген виртуалды зертханалық жұмыс ашылады.



3-сурет – Диффузия

I. Ашылған беттің оң жағындағы ұяшықтарға бағдаршаларды төмен не жоғары баса отырып, келесі мәндер қойылады:

1) бөлшектердің саны: көк – 100, қызыл – 100;

2) бөлшектердің молекулалық массалары: көк – 16 г/моль, қызыл – 4 г/моль;

3) бөлшектердің радиустары: көк – 50 пм, қызыл – 50 пм;

4) бөлшектердің бастапқы температурасы: көк – 300 К, қызыл – 300 К.

Нәтижесінде экранның сол жағындағы терезеде мәліметтерге сәйкес келесі нәтижелер есептелінеді:

1) көк бөлшектің диффузия жылдамдығы: $v_1 = 52 - 48 = 4$;

2) қызыл бөлшектің диффузия жылдамдығы: $v_2 = 53 - 47 = 6$.

Алынған мәліметтерге байланысты:

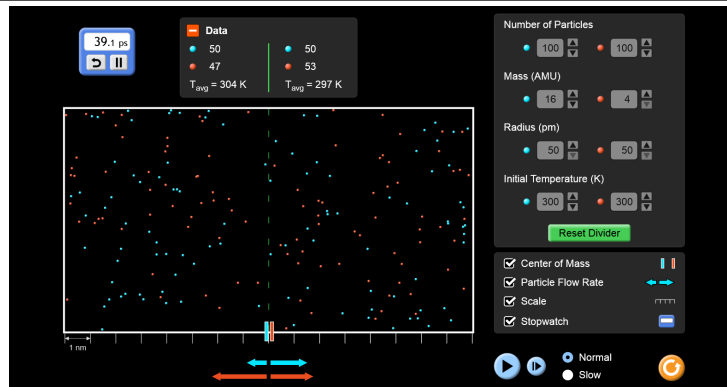
1) қызыл/көк бөлшектерінің жылдамдықтарының қатынасы анықталынады: $\frac{v_2}{v_1} = \frac{6}{4} = 1,5$;

2) көк/қызыл бөлшектерінің молекулалық массаларының қатынасы анықталынады: $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{16}{4} = 4$;

3) көк/қызыл бөлшектерінің молекулалық массаларының квадрат түбірлерінің қатынасы анықталынады: $\frac{\sqrt{\mu_1}}{\sqrt{\mu_2}} = \frac{4}{2} = 2$.

Сұрақ: молекулалардың молярлық массалары диффузияның жылдамдығына әсер етеді ме? Егер әсер етсе, қалай?

II. Бөгетті қойып, қайта алып тастаған кезде бірден секундомерді қосу керек. Бөгеттің оң жағы мен сол жағында көк молекулалардың саны бірдей болған кезде секундомерді тоқтату керек (сурет 4). Одан кейін молекулалардың санын біртіндеп өсіре отырып, екі жақта да молекулалар саны теңесетін уақыттарды 1-кестеге толтыру керек.



4-сурет – Бөгеттің екі жағында көк бөлшектер санының бірдей болған жағдайы

1-кесте – Бөгеттің оң жағы мен сол жағындағы молекулалар санының теңесу уақыты

№	Оң жақтағы молекулалар саны	Тепе-теңдік орнау уақыты
1	50	
2	100	
3	150	
4	200	

Сұрақ: диффузия жылдамдығына молекулалардың саны әсер етеді ме? Егер әсер етсе, қалай?

III. Көк молекулаларың саны ұяшығына 100 орнатамыз. Бастапқы температураны 100 К деп қойып, тепе-теңдіктің орнаған уақытын анықтау керек. 2-кесте толтырылады.

2-кесте – Бөгеттің оң жағы мен сол жағындағы молекулалар санының теңесу уақыты

№	Бастапқы температура, К	Тепе-теңдік орнау уақыты
1	100	
2	200	
3	300	
4	400	

Сұрақ: диффузия жылдамдығына температура әсер етеді ме? Егер әсер етсе, қалай?

IV. Экспериментті молекуланың радиусын өзгерту арқылы жалғастырыңыз.

Сұрақ: диффузия жылдамдығына молекуланың радиусы әсер етеді ме? Егер әсер етсе, қалай?

Қорытынды

Орта мектепте «Молекулалық-кинетикалық теория негіздері» тарауын оқытуда ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану оқу үдерісін едәуір тиімді етеді. АКТ құралдары оқушыларға күрделі абстрактілі ұғымдарды визуалды түрде көрсетуге, молекулалардың қозғалысы мен өзара әрекеттесуі сияқты құбылыстарды нақтырақ түсіндіруге мүмкіндік береді. Виртуалды зертханалар мен компьютерлік симуляциялар оқушылардың білімін тереңдетіп, олардың сабаққа деген қызығушылығын арттырады, ал интерактивті құралдар арқылы өзіндік ізденіс пен белсенділікті дамытуға қол жеткізіледі.

Мақалада қарастырылған АКТ қолдану әдістемелері оқушылардың пәнді қабылдауын жеңілдетіп қана қоймай, сонымен қатар оларды тәжірибелік және зерттеу дағдыларына баулиды. Мұндай тәсілдер физика пәнін оқыту сапасын жақсартып, оқушылардың пәнге деген ынтасын арттырып, олардың ғылыми ойлау қабілеттерін дамытуға септігін тигізеді. АКТ-ны тиімді қолдану арқылы мектеп оқушыларының физика пәнін терең түсінуі қамтамасыз етіледі, бұл өз кезегінде олардың болашақта ғылым мен техника саласына қызығушылығын қалыптастыруға ықпал етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Жалпы орта білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарты [Мәтін] // Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрінің 2022 жылғы 3 тамыздағы № 348 бұйрығы [Электрондық ресурс]. – <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029031#z530>.

2 Болотов, С. А., Дьяконов С. В. Применение интерактивного моделирования для обучения работе со сложным программным обеспечением [Мәтін] // Инновационная наука. – 2020. – № 4. – С. 11–13.

3 Zaikin, A. D., Suhanov, I. I. The Physics Laboratory Works – Individualized Computer Simulations [Мәтін]. – М.: ИИЛ, 1961. – 173 с.

4 Методические рекомендации по использованию виртуальных лабораторных работ в изучении физики [Мәтін]. – Астана: Национальная академия образования имени И. Алтынсарина, 2023. – 160 с.

5 **Герасимова, Т. Ю., Леонова, В. П.** Электронный образовательный ресурс как средство обучения физике [Мәтін] // Кронос. – 2020. – № 7. – С. 34–38.

6 **Садвакасова, А. К., Рахметов, М. Е.** Білім берудегі қолдануға арналған онлайн платформалар [Мәтін] // Абылай хан атындағы қазақ халықаралық қатынастар және әлем тілдері университеті хабаршысы. – 2022. – № 1(64). – Б. 86–100.

7 **Wieman, C. E., Adams, W. K., Perkins, K. K.** PhET: Simulations That Enhance Learning [Мәтін] // Science. – 2009. – Vol. 322. – P. 682–683.

8 **Adams, W. K.** Student engagement and learning with PhET interactive simulations [Мәтін] // IL NUOVO CIMENTO. – 2010. – P. 1–12.

9 **Meadows, M.** Using PhET Simulations in the Mathematics Classroom [Мәтін] // Mathematics Teacher Learning and Teaching PK-12. – 2019. – № 5(112). – P. 386–397.

10 **Милинский, А. Ю.** Методика использования виртуального физического практикума на примере курса «Магнетизм» [Мәтін] // Проблемы современного педагогического образования. – 2023. – № 79-1. – С. 221–223.

REFERENCES

1 Zhalpy orta bilim berudin memlekettik zhalpyға mindetti standarty [State compulsory standard of general secondary education] [Text]. Order of the Minister of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. – № 348. – dated August 3, 2022. – [Electronic resource]. – <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029031#z530>.

2 **Bolotov, S. A., Diakonov, S. V.** Primenenie interaktivnogo modelirovaniya dlya obucheniya rabote so slozhnym programmym obespecheniem [The use of Interactive Modeling for Teaching how to Work with Complex Software] [Text]. In Innovative science. – 2020. – № 4. – P. 11–13.

3 **Zaikin, A. D., Suhanov, I. I.** The Physics Laboratory Works – Individualized Computer Simulations [Text]. Moscow: IIL, 1961. – 173 p.

4 Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniyu virtual'nyh laboratornyh rabot v izuchenii fiziki [Methodological Recommendations for the use of Virtual Laboratory Works in the Study of Physics] [Text]. Astana: Nacional'naya akademiya obrazovaniya imeni I. Altynsarina, 2023. – 160 p.

5 **Gerasimova, T. Yu., Leonova, V. P.** Elektronnyj obrazovatel'nyj resur kak sredstvo obucheniya fizike [Electronic Educational Resource as a Tool for Teaching Physics] [Text]. In Kronos. – 2020. – № 7. – P. 34–38.

6 **Sadvakassova, A. K., Rakhmetov, M. E.** Bilim berudegi koldanuga arналған onlajn platformalar [Online Platforms for use in Education] [Text]. In

Bulletin of Kazakh Ablai Khan University of International Relations and World Languages. – 2022. – № 1(64). – P. 86–100.

7 **Wieman, C. E., Adams, W. K., Perkins, K. K.** PhET: Simulations That Enhance Learning [Text]. In Science. – 2009. – Vol. 322. – P. 682–683.

8 **Adams, W. K.** Student engagement and learning with PhET interactive simulations [Text]. In IL NUOVO CIMENTO. – 2010. – P. 1–12.

9 **Meadows, M.** Using PhET Simulations in the Mathematics Classroom [Text]. In Mathematics Teacher Learning and Teaching PK-12. – 2019. – № 5(112). – P. 386–397.

10 **Milinsky, A. Yu.** Metodika ispol'zovaniya virtual'nogo fizicheskogo praktikuma na primere kursa «Magnetizm» [The Methodology of Using Virtual Physics Labs on the Example of the “Magnetism” Course] [Text]. In Problems of Modern Pedagogical Education. – 2023. – № 79-1. – P. 221–223.

26.11.24 ж. баспаға түсті.

28.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

24.01.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

***А. Б. Исакова¹, М. Т. Қуанышбаева²**

¹Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Республика Казахстан, г. Алматы

Поступило в редакцию 26.11.24.

Поступило с исправлениями 28.11.24.

Принято в печать 24.01.25.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗДЕЛА «ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ» В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

В статье рассматриваются методические особенности, эффективность использования информационно-коммуникационных технологий при изучении раздела «Основы молекулярно-кинетической теории» в средней школе. Анализируется использование информационно-коммуникационных технологий в процессе обучения физике в школе. В статье рассмотрено использование информационно-коммуникационных технологий на уроках физики в старших классах при изучении раздела «Основы молекулярно-кинетической теории» с целью повышения познавательного

интереса учащихся к предмету. Цель исследования – определить методические основы использования виртуальных лабораторий при изучении раздела «Основы молекулярно-кинетической теории» в школе. В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи: 1) провести анализ научно-методических материалов по теме исследования, а также нормативно-правовых документов, утвержденных Министром просвещения Республики Казахстан, касающихся общего среднего образования; 2) разработать методику использования виртуальных лабораторий при изучении раздела «Основы молекулярно-кинетической теории» в школе.

Для определения проблемы, связанной с реализацией межпредметных и внутрипредметных связей при изучении молекулярной физики в школе, использован методологический подход, основанный на анализе и обобщении научно-методических исследований.

В ходе исследования: 1) были выявлены особенности платформы PhET Interactive Simulations; 2) предложена методика использования виртуальной лаборатории, представленной на платформе PhET Interactive Simulations, при изучении раздела «Основы молекулярно-кинетической теории» в средней школе. Методические рекомендации, представленные в ходе исследования, могут внести ценный вклад в педагогическую практику.

Ключевые слова: физика, информационно-коммуникационные технологии, виртуальные лаборатории, прикладные программы, мультимедийная обучающая программа.

*A. B. Iskakova¹, M. T. Kuanyshbaeva²

¹Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

²Abai Kazakh National Pedagogical University,
Republic of Kazakhstan, Almaty

Received 26.11.24.

Received in revised form 28.11.24.

Accepted for publication 24.01.25.

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF USING VIRTUAL LABORATORIES IN TEACHING THE SECTION «FUNDAMENTALS OF MOLECULAR-KINETIC THEORY» IN SECONDARY SCHOOL

The article discusses the methodological features and effectiveness of using information and communication technologies (ICT) in teaching the section «Fundamentals of Molecular-Kinetic Theory» in secondary schools. The use of information and communication technologies in the process of teaching physics in schools is being analyzed. The article examines the use of information and communication technologies in physics lessons for senior grades when studying the section «Fundamentals of Molecular-kinetic Theory» with the aim of increasing students' cognitive interest in the subject. The aim of the research is to determine the methodological foundations for using virtual laboratories in teaching the “Fundamentals of Molecular-Kinetic Theory” in schools. In line with the aim of the research, the following objectives were set: 1) to analyze scientific and methodological materials on the research topic, as well as normative and legal documents approved by the Minister of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, related to general secondary education; 2) to develop a methodology for using virtual laboratories in teaching the “Fundamentals of Molecular-Kinetic Theory” in schools.

To address the issue of implementing interdisciplinary and intradisciplinary connections in the study of molecular physics in schools, a methodological approach based on the analysis and generalization of scientific and methodological research was applied.

During the research: 1) the features of the PhET Interactive Simulations platform were identified; 2) a methodology for using the virtual laboratory provided on the PhET Interactive Simulations platform in teaching the “Fundamentals of Molecular-Kinetic Theory” in secondary schools was proposed. The methodological recommendations presented during the research can make a valuable contribution to pedagogical practice.

Keywords: physics, information and communication technologies, virtual laboratories, applied programs, multimedia educational program.

K. A. Nurumzhanova¹, *M. M. Niyazov², A. A. Gairulla³

^{1,2}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

³Gymnasium № 3, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7071-412X>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3776-8855>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7235-7801>

*e-mail: madiniyazov77@gmail.com

FROM THE EXPERIENCE OF DEVELOPING HISTORICAL-METHODOLOGICAL DIDACTIC CONTENT ON THEORY OF RELATIVITY

The relevance of this research is determined by the fact that the quality of training specialists in physics for science and education depends not only on their level of specialized knowledge but also on their cognitive thinking and metacognitive skills. In the digital era, the development of educational content for specialized courses aligned with modern constructivist didactic systems remains a pressing challenge. These systems aim to enhance the learning process through the integration of historical and methodological material. However, in the current practice of scientific and professional education, the application of metacognitive learning technologies is rare due to the lack of systematized historical-methodological content based on primary sources and methodological literature. The study aims to develop historical-methodological didactic content for a specialized course section on “Einstein’s Theory of Relativity.” The theoretical basis of the research involves the analysis of primary sources on the topic using a cognitive approach. Research Results: 1) based on a review and analysis of events from the first half of the 20th century, which saw a revolutionary leap in the development of physics content and methodology, historical facts concerning the emergence, development, and formulation of the fundamental principles of Einstein’s theory of relativity were selected and methodologically analyzed. 2) a methodological analysis of these facts was conducted to create metacognitive didactic content for student education.

Keywords: didactic content, special theory of relativity, cognitive approach, methodological analysis, historical-methodological content, constructivist didactics.

Introduction

Relevance. The primary trend in modern education is its metacognitive orientation. Quality of life and individual success are directly dependent on cognitive thinking and conscious creative perception of the world, which are enhanced by the development of emotional intelligence. The level of emotional intelligence, in turn, is influenced by cognitive thinking and skills. Human resources are a system-forming component compared to other state resources, such as capital and technological development. Therefore, it is essential to foster the cognitive potential of students.

This study provides a scientific and methodological rationale for the relevance of dissertation research on creating effective didactic content and teaching technologies for the course section “Einstein’s Theory of Relativity” within a minor for undergraduate physics students. The research emphasizes the importance of studying this specialized course, which provides an additional educational trajectory for future bachelor’s students majoring in Physics (6B05301).

The research addresses the necessity of a historical-methodological approach to teaching the “Einstein’s Theory of Relativity” section, highlighting its significant didactic and metacognitive potential. This article analyzes historical events in physics, particularly examining the problem of heuristic interactions between philosophy and physics based on a review of the content of the following sources: D.-D. E. Ochirov’s Methodological Physics [1, p. 346] and Max Born’s Einstein’s Theory of Relativity [2, p. 369]. Born was a renowned physicist and a direct participant in the scientific events of the first half of the 20th century, who documented the discovery and development of Einstein’s special and general theories of relativity as factual material. Ochirov’s textbook serves as the source for the methodological review in this research. The object of the study is the modern content of the “Einstein’s Theory of Relativity” section in physics, while the subject is historical-methodological content as a constructivist didactic component for the minor on the theory of relativity. The aim of the study is to develop historical-methodological didactic content for the specialized minor on “Einstein’s Theory of Relativity.” The objectives of the study include: 1) reviewing and analyzing events of the first half of the 20th century, a period marked by a revolutionary leap in the development of physics content and methodology; 2) selecting and conducting a methodological analysis of historical facts concerning the emergence, development, and formulation of the fundamental principles of Einstein’s theory of relativity; and 3) conducting a methodological analysis and synthesis of these facts to create didactic content for metacognitive student learning. To solve the research problem and achieve the objectives, we formulated the following research hypothesis: “Studying, analyzing, and developing historical-methodological content for a selected section of physics can significantly enhance the effectiveness

and quality of the educational process for the specialized course, with effectiveness ensured by the research-oriented and constructivist focus of the didactic content.”

Materials and methods

The historical-methodological approach focuses on the formation of students’ methodological knowledge during the study of various sections of the physics course, fostering cognitive research thinking and metacognitive skills. Einstein’s theory of relativity has significant didactic potential for fostering a deeper understanding of physical concepts based on methodological approaches. We adhere to the definition of «methodology» provided by the Oxford English Dictionary: «Methodology is the scientific study of methods and rules used within a particular field of knowledge». In contrast, the Great Soviet Encyclopedia defines methodology primarily as «...the study of methods of knowledge acquisition...» [3].

This interpretation allows us to equate “research” with “cognition”, supporting our hypothesis that familiarizing students with the methodology of the subject allows instructors to apply research methods for analyzing, synthesizing, structuring, comparing, drawing analogies, and generalizing information. In Nurumzhanova’s article [4, p. 129], the following criteria for structuring educational content were proposed: 1) the student’s mentality; 2) element-by-element analysis of educational material; and 3) the fundamentals of the methodology of the scientific discipline. In this article, we focus on the third criterion – the study of the methodology of physics. It is well known that the “Einstein’s Theory of Relativity” section possesses substantial potential for historical and methodological inquiry.

In selecting research methods, we found it appropriate to conduct a literature review based on Max Born’s Einstein’s Theory of Relativity [2, p. 369], which offers factual insights into the development of Einstein’s special and general theories of relativity. Ochirov’s textbook [1, p. 346] served as a source for the methodological review. This article analyzes facts and events in the history of physics, particularly examining the problem of heuristic interactions between philosophy and physics based on a review of two sources.

The historical-methodological approach focuses on forming students’ methodological knowledge necessary for developing research thinking and metacognitive skills when studying the minor «Einstein’s Theory of Relativity».

Philosophical and methodological analysis, regardless of whether it is oriented toward natural sciences or social and humanities fields, inherently belongs to the realm of socio-historical cognition. Even when philosophers and methodologists deal with specialized natural science texts, their research subject is not physical fields, elementary particles, or biological processes but rather scientific knowledge, its dynamics, and research methods in their historical development.

Indeed, it is no secret that educational disciplines today represent categories of science with well-developed logical structures, including experimental and natural facts, phenomena, processes, characteristics and properties of the real world, developmental patterns, theoretical principles, and natural science theories. These educational subjects, which form the basis of fundamental sciences with a philosophically grounded methodology for scientific and cognitive inquiry, can and should be used as content for professional education. An important prerequisite here is that the educational process relies on natural science methodology and the psychological principles of the cognitive process of knowledge acquisition. Therefore, physics as an academic discipline remains the most powerful tool for cognitive development. In modern school and university education, the emphasis has shifted from mere knowledge accumulation to the development of the student’s personality as an open system capable of self-development. It is well known that the goal of studying physics is to develop students’ physical thinking. Long-term professional experience in education shows that the best approach to developing physical thinking involves studying historical and methodological materials on the history of physics [5, p. 12; 6, pp. 482–490; 7, pp. 263–269; 8, pp. 289–294].

In developing the content of the specialized minor based on the historical-methodological approach, we used educational materials from traditional general physics textbooks, where the content of the section is presented according to the authors’ conceptual frameworks and aligned with the requirements of the Standard Program or official educational standards.

For studying the state of content development on the selected topic, we designed an assignment requiring students to analyze texts on the selected topic in the textbook and assess their alignment with 1) the cognitive scheme for studying this category of knowledge, 2) the descriptors of student’ learning outcomes for this topic, and 3) synthesize information to achieve learning outcomes.

The research results are presented in Table 1, “Texts on ‘Einstein’s Special Theory of Relativity’ in Popular University Physics Textbooks” [9, p. 560; 10, p. 784; 11, p. 384].

Table 1 – «Texts on ‘Einstein’s Special Theory of Relativity’ in Popular University Physics Textbooks»

T. I. Trofimova	D. V. Sivuhin	I.V.Savel'ev
<p>The Special Theory of Relativity (STR) is a modern physical theory of space and time, in which, as in classical Newtonian mechanics, it is assumed that time is homogeneous, and space is homogeneous and isotropic. STR is often also called the relativistic theory, and the specific phenomena described by this theory are referred to as relativistic effects.</p> <p>The Special Theory of Relativity required abandoning the familiar concepts of space and time adopted in classical mechanics, as they contradicted the principle of the constancy of the speed of light. Not only did absolute space lose its meaning, but absolute time as well. Einstein's postulates and the theory based on them established a new worldview and new space-time concepts, such as the relativity of lengths and time intervals, and the relativity of the simultaneity of events. These and other consequences of Einstein's theory find reliable experimental confirmation, thereby substantiating Einstein's postulates and the Special Theory of Relativity. The analysis of phenomena in inertial reference frames conducted by A. Einstein, based on the postulates he formulated, showed that classical Galilean transformations are incompatible with them and,</p>	<p>The Theory of Relativity is a fundamental physical theory that encompasses all of physics. It emerged at the beginning of the 20th century as a result of overcoming the principal difficulties encountered by electrodynamics and optics concerning moving bodies. The Theory of Relativity abandoned the use of the ether hypothesis. It is based not on hypotheses but on principles or postulates firmly established through experiments. Newton's equations of mechanics, which define changes in the motion states of mechanical systems, are invariant under Galilean transformations. This is known as the Galilean principle of relativity. The principle can also be formulated as follows: “The laws of nature governing the changes in the motion states of mechanical systems do not depend on whether they are related to one of two inertial reference frames moving rectilinearly and uniformly relative to each other.” Pre-relativistic physics considered these formulations identical, as it did not allow for any transformation of r and t other than Galilean transformations when dealing with uniform translational motion of inertial reference frames relative to each other. In fact, the second formulation is more general than the previous one since it does not specify the type of coordinate and time transformation for which the mechanics equations are invariant. The principle of relativity does not claim that the</p>	<p>The Principle of Relativity and the Constancy of the Speed of Light form the basis of the Special Theory of Relativity, which essentially represents a physical theory of space and time.</p>

<p>therefore, must be replaced by transformations that satisfy the postulates of the theory of relativity.</p>	<p>same physical phenomenon looks identical in different inertial reference frames. The reason is that differential equations of mechanics alone do not determine the motion of a system. Initial conditions, such as the coordinates and velocities of all interacting particles at a specific moment in time, must also be included. These initial conditions change when transitioning from one reference frame to another. Due to differences in initial conditions, the motion of an object falling off a shelf in a uniformly moving carriage occurs in a straight line relative to the carriage, while the same motion relative to the railway track occurs along a parabola. That is why the principle of relativity formulation refers not to the sameness of phenomena but to the sameness of laws governing changes in the motion states of mechanical systems.</p>	
--	--	--

But two approaches are possible in the formation of didactic or specific educational content for the developed minor with historical and methodological content: (1) the cognitive-constructivist approach; and (2) the design (creative) approach, taking into account the direction of the student’s intellect according to Gardner [12, p. 512]. Taking into account the objectives of the master’s research, we chose cognitive-constructivist technologies for the development of didactic content. The technology for developing common content was presented by us in our article [13, pp. 36–43]. Our previous studies revealed shortcomings in the development of students’ cognitive functions, manifested in an insufficient level of text comprehension. This indicates the poor development of students’ basic mental operations, such as analysis, synthesis, comparison, generalization, and the establishment of cause-and-effect relationships. Cognitive psychology asserts that thinking skills are developed through research-based approaches involving creative and investigative tasks, including analysis, comparison, and the generalization of knowledge to foster students’ intellectual potential.

Given the methodological nature of the section under study (Einstein's Theory of Relativity), the development of tasks should rely as much as possible on fostering students' ability to navigate scientific information. This should be achieved by encouraging students to reference primary sources, analyze the works of theory founders, and examine factual material from these primary sources. Our study highlights the importance and possibility of teaching students how to construct conceptual understandings from historical and methodological didactic content.

This research presents materials on analyzing only the historical and methodological problems of the course on Einstein's Theory of Relativity. We examined factual material from the book by M. Born, extracting methodological content of a generalizing nature to help develop students' modern physical thinking. This approach aims to provide students with a deep and accurate understanding of the educational material and foster their metacognitive skills. The historical and methodological context of the "Einstein's Theory of Relativity" section, as discussed earlier, possesses significant didactic potential.

In the 20th and early 21st centuries, physics has remained a leading field in the development of natural sciences and the only fundamental science. In the evolution of physics, experimental results often serve as a catalyst for revising existing theories and discovering new facts, knowledge, and patterns that challenge current theories. Subsequently, adjustments are made to these theories based on the principles of complementarity and correspondence. As noted in the analyzed textbook, «A. Einstein observed that physicists are compelled to do so due to internal difficulties in the development of their science» [1, p. 3].

Results and discussion

In the process of studying and analyzing M. Born's book "Einstein's Theory of Relativity" as one of the primary sources, we identified more than forty historical facts about the formation and development of the theory of relativity, which the author himself witnessed.

We selected facts that, in our opinion, illustrate the intellectual search and struggle between scientists, including the proposal of various hypotheses, some of which were erroneous. For instance, as M. Born writes, I. Newton held an incorrect view regarding the existence of absolute space, attributing it to the emergence of inertial forces in accelerated systems [2, p. 81]. Newton himself acknowledged that his theory had limits to its applicability. As M. Born notes, R. Descartes was the first to propose the idea of the ether as a medium for light propagation, thereby becoming the precursor of the wave theory [2, p. 88]. According to M. Born, in Lorentz's new theory, an observer detects the same phenomena in their frame of reference, regardless of whether it is at rest in the ether or moves through it uniformly and in a straight line [2, p. 217]. Thus, as M. Born explains, Einstein demonstrated that there are no means to determine absolute time or distinguish it

from an infinite number of equivalent local times in different reference systems that are in relative motion. Therefore, absolute time has no real physical significance [2, p. 244].

To facilitate a more comprehensive study and understanding of the historical and scientific environment surrounding the development of the theory of relativity and modern quantum concepts, we have included unchanged excerpts from Max Born's book:

Первоначально предполагалось существование не одного эфира, а целого ряда: оптического, термического, электрического и магнитного эфиров, а возможно, и нескольких еще. Для каждого явления, происходящего в пространстве, изобретался в качестве носителя специальный эфир. Сначала все эти эфиры не имели между собой ничего общего и существовали рядом друг с другом совершенно независимо в одном и том же пространстве. Это положение вещей, разумеется, не могло продолжаться долго. Вскоре были установлены соотношения между явлениями, относящимися к различным областям физики, ранее никак не связанным.

Figure 1 – Original text from [2 P. 142]

«Initially, it was assumed that not just one ether existed, but a whole series: optical, thermal, electrical, and magnetic ethers, and possibly several more. For each phenomenon occurring in space, a specific ether was invented as its carrier. At first, these ethers had nothing in common and existed independently of each other within the same space. This state of affairs, of course, could not persist for long. Soon, relationships were established between phenomena from different areas of physics that had previously been unrelated». [2 P. 142]. The concept of ether was intended to describe light waves, drawing an analogy to sound waves. This was done by introducing an additional substance besides the vacuum, which was ether. However, such ether was responsible for a specific class of phenomena, namely mechanical ones. Light contained optical, thermal, electrical, and magnetic properties. Therefore, the assumption of a whole class of ethers for each of these properties was advanced. However, they were not related and had nothing to do with each other.

Однако, когда опыт был осуществлен, выяснилось, что невозможно обнаружить даже ничтожного следа ожидаемого смещения, а последующие повторения этого опыта с помощью более тонких средств наблюдения не дали ничего нового. Отсюда мы должны заключить, что эфирный ветер не существует. Скорость света не испытывает влияния движения Земли даже во втором порядке по β .

Figure 2 – Original text from [2 P. 213]

«...However, when the experiment was conducted, it turned out to be impossible to detect even the slightest trace of the expected shift, and subsequent repetitions of this experiment using more refined observation methods yielded no new results. Hence, we must conclude that the ether wind does not exist. The speed of light is not affected by the Earth's motion even in the second order by β ». [2 P. 213]. The accumulation of theoretical and experimental data by the end of the nineteenth century required logical attempts to detect the ether. Attempts to detect the manifestation of the ether wind were carried out by A. Michelson and H. Morley in 1887 with the help of Michelson's improved interferometer. The experiments were conducted for several months, from April to July. However, no trace of the ether wind was found.

Итак, мы видим, что опыт Майкельсона и Морли поставил теорию Лоренца в чрезвычайно трудное положение. Постулат стационарного эфира, по-видимому, требует, чтобы на Земле существовал эфирный ветер, и, следовательно, противоречит результату опыта Майкельсона и Морли. Тот факт, что она не сразу уступила напору этого опыта, свидетельствует о ее внутренней силе — силе, которая черпается во внутренней согласованности и полноте физической картины мира, предлагаемой теорией. Наконец, она преодолела в известной мере и эту трудность, хотя для этого потребовалась довольно странная гипотеза, выдвинутая Фицджеральдом (1892 г.) и сразу поддержанная и развитая Лоренцом.

Figure 3 – Original text from [2 P. 214]

«...For the correct interpretation of the results of the Michelson-Morley experiment in agreement with the ether, a «strange hypothesis» was required (the contraction hypothesis: the measure of length in moving systems is different from the measure of length in the ether), put forward by G. Fitzgerald and immediately supported and developed by H. Lorentz» [2 P. 214]. According to M. Born, the experience of Michelson and Morley put Lorentz's theory in an extremely difficult

position. The results of the experiment contradicted the postulate of the stationary ether. For their correct interpretation, the contraction hypothesis was used.

Таким образом, кинематика Эйнштейна была бы возможным способом определения, но в данном случае ее нельзя было бы считать даже полезной. Обычные приемы обращения с линейками и часами были бы, вне всякого сомнения, гораздо предпочтительнее.

Вот по этой-то причине едва ли вообще возможно проиллюстрировать кинематику Эйнштейна с помощью простых моделей. Такие модели, безусловно, дают соотношения между длинами и временами в различных системах отсчета правильно, но они несовместны с принципом идентичности единиц измерения; в таких моделях нет никакого иного выхода, кроме как выбрать различные шкалы длин в двух системах S и S' , движущихся одна относительно другой.

Figure 4 – Original text from [2 P. 245]

«...Einstein's kinematics can hardly be illustrated at all with simple models, since they are incompatible with the principle of the identity of units of measurement» [2 P. 245].

Таким образом, сокращение представляет собой лишь следствие нашего способа рассматривать материальные объекты, а не какое-то изменение физической действительности. Следовательно, оно не имеет отношения к сфере действия понятий причины и следствия.

Figure 5 – Original text from [2 P. 248]

«...The reduction is only a consequence of our way of looking at material objects, not some change in physical reality. Consequently, it does not belong to the sphere of action of the concepts of cause and effect» [2 P. 248].

Итак, скорость света кинематически есть предельная скорость, которую невозможно превзойти.

Мы знаем, что β -лучи радиоактивных веществ представляют собой электроны, движущиеся со скоростями, близкими к скорости света. Почему же невозможно ускорить их так, чтобы они двигались со скоростями больше скорости света?

Теория Эйнштейна, однако, утверждает, что это невозможно в принципе, поскольку инерциальное сопротивление, или масса тела, возрастает по мере того, как его скорость приближается к скорости света.

Figure 6 – Original text from [2 P. 260]

“...The speed of light in modern kinematics is the limiting speed that cannot be exceeded. According to special relativity, the inertial property of bodies, which consists in the tendency to preserve the state, or the mass of a body, increases as its speed approaches the speed of light” [2 P. 260].

Уравнение Эйнштейна (83)

$$E = mc^2,$$

утверждающее, что энергия пропорциональна инертной массе, и часто называемое законом инерции энергии, представляет собой, возможно, самый важный результат теории относительности.

Figure 7 – Original text from [2 P. 276]

«...Einstein's equation, which states that energy is proportional to inertial mass, represents perhaps the most important result of the theory of relativity» [2 P. 276].

Этот важный шаг был сделан Эйнштейном. Он заметил, что для преодоления трудностей, с которыми сталкиваются релятивистские рассуждения, необходимо вернуться к исходным понятиям пространства и времени. Эйнштейн обнаружил, что общепринятые понятия неявно базируются на предположениях, не основанных на фактах, и успешно перестроил теорию, исключив эти необоснованные понятия.

Figure 8 – Original text from [2 P. 219]

«...Einstein observed that in order to overcome the difficulties encountered by relativistic reasoning, it was necessary to return to the original concepts of space and time» [2 P. 219].

From the analysis of facts and reasoning in the book by D.-D. E. Ochirov, it follows that «... the construction of a new fundamental scientific theory (for example, Einstein's special or general theory of relativity) is impossible without the use of philosophical or mathematical concepts and principles as selective criteria for the selection of conceptual provisions of the future theory. ... While much has been said about the heuristic influence of the natural sciences on the development of philosophical ideas and principles, because such influence is obvious (Descartes, Kant, Engels, and others), much less is said about the inverse influence of philosophy on the natural sciences» [5, p. 3].

Conclusions

In the course of the study, the relevance of the problem of metacognitive orientation in the development of modern general and vocational education worldwide was confirmed. The metacognitive orientation of technologies and the didactic content of the studied section of the general physics course is especially important in professional education. The study also confirmed the hypothesis: «... The analysis and development of the historical and methodological content of the selected section of the physics course can make a significant contribution to the effectiveness and quality of educational outcomes, and the research constructivist orientation of the teaching will be ensured».

In the scientific works of the classics of didactic psychology, such as L. S. Vygotsky, S. L. Rubinstein, A. V. Brushlinsky, and A. N. Leontiev, the main principles of metacognitive cognition are defined: awareness, methodological purposefulness, ontodidactic objectivity, and manufacturability. By synthesizing information from the analyzed sources and comparing it with the traditional structure of modern physical knowledge, we conclude that understanding and systematically applying the historical and methodological content of physical science enables students to increase cognitive interest and develop metacognitive skills that support self-regulation of learning. This allows them to deepen their understanding of the history of scientific knowledge as «... the natural process of formation, functioning, and transformation of fundamental scientific theories» a conclusion confirmed during the study [1, p. 5].

The historical and methodological approach guides students' training toward acquiring methodological knowledge and developing cognitive research thinking and metacognitive skills. Einstein's theory of relativity is a section of the physics course with significant ontodidactic potential in this direction. Indeed, historical scientific information and facts enhance motivation for studying physics and stimulate cognitive interest. The history of physical science serves as a bridge

between the natural sciences and the humanities. Through studying the history of science, students develop general cultural awareness, cognitive thinking, and a scientific worldview.

To achieve this, educational and didactic materials should reflect ontodidactic content [14, pp. 2–5]: 1) the history of the development of scientific ideas; 2) the foundations of fundamental ideas, laws, and theories in physics; 3) a focus on the most significant ideas from a worldview perspective, even those that proved to be dead ends in the historical development of science; 4) cognitive logic and psychological laws of the cognition process; 5) primary sources and works of classical scientists, the creators of fundamental physical theories; 6) the scientific biographies of prominent scientists; 7) the investigation and establishment of connections between physics and everyday life.

A critical criterion for the readiness of future physicists for professional activity should be cognitive-constructivist research skills, which form the foundation of methodological culture: 1) the ability to identify problems; 2) the ability to propose hypotheses; 3) skills to correlate facts with hypotheses; 4) the ability to classify and generalize based on analysis; 5) the ability to conduct experiments and draw conclusions from the results.

Additionally, it is essential to develop intellectual skills for critical thinking: 1) the ability to search for information; 2) the ability to comprehend new information in comparison with previously acquired knowledge; 3) the ability to analyze information and apply the findings to solve problems; 4) the ability to generalize data and draw conclusions; 5) the ability to evaluate acquired knowledge and find supporting facts in the environment. This is the essence of the culture of metacognitive learning. In the future, it is planned to conduct a pedagogical experiment to create the content of the course on Einstein's theory of relativity based on cognitive-constructivist technology.

REFERENCES

- 1 **Очиров, Д. Д. Э.** Методологическая физика. [Текст]. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2004. – 346 с.
- 2 **Борн, М.** Эйнштейновская теория относительности. 2-е издание. Перевод с английского Н. В. Мицкевича [Текст]. – М.: Мир. – 1972. – 369 с.
- 3 **Минькин, Ю.** Отличия понятий методика и методология [Электронный ресурс] // Открытый текст: Электронное периодическое издание. [Электронный ресурс]. – URL: <https://vk.com/@school4pro-otlichiya-ponyatii-metodika-i-metodologiya>.
- 4 **Нурумжанова, К. А.** Технологизация процесса изучения базовых дисциплин в вузе как одна из стратегий достижения рамочных требований

к результатам обучения по Болонскому процессу [Текст] // Вестник ПГУ серия Педагогическая. – 2012. – №1–2. – С. 128–132.

5 **Койре, А.** Очерки истории философской мысли [Текст] // М.: Прогресс. – 1985. – С. 12.

6 **Einstein, A.** Fundamental ideas and problems of the theory of relativity [Text] // Lecture delivered to the Nordic Assembly of Naturalists at Gothenburg*. – 2023. – P. 482–490

7 **Özgür Özcan.** Examining the students' understanding level towards the concepts of special theory of relativity [Text] // Problems of education in the 21st century Vol. 75, № 3, 2017. – P. 263–269.

8 **Обухова, В. И.** Философия теории относительности Альберта Эйнштейна [Текст] // Вопросы студенческой науки. – Выпуск №2 (42). – февраль 2020. – С. 289–294.

9 **Трофимова, Т. И.** Курс физики: / учебное пособие для вузов. [Текст]. – 11-е изд. – М.: Академия. – 2016. – 560 с.

10 **Сивухин, Д. В.** Общий курс физики. / Учебное пособие: Для вузов. [Текст]. – 5 т.— 2-е изд., – М.: МФТИ, 2012. – 784 с.

11 **Савельев, И. В.** Курс общей физики. Т. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. / Учебное пособие. 5/е изд. [Текст]. – СПб.: Лань. – 2021. – 384 с.

12 **Гарднер, Г.** Структура разума: теория множественного интеллекта: Пер. с англ. [Текст]. – М.: И. Д. Вильяме. – 2007. – 512 с.

13 **Ниязов, М. М., Нурумжанова, К. А., Эндерс, П., Кисабекова, А. А.** Вопросы создания конструктивистского дидактического контента по теории относительности Эйнштейна // Вестник Казахского национального женского педагогического университета. – 2024. – № 3 (99). – С. 36–43.

14 **Новичков, В. Б.** Онтодидактика и образовательные стандарты [Текст] // Среднее профессиональное образование. – 2010. – № 8. – С. 2–5.

REFERENCES

- 1 **Ochirov, D.-D. E.** Metodologicheskaya fizika. [Methodological physics] [Text]. – Ulan-Ude: ESSTM, 2004. – 346 p.
- 2 **Born, M.** Ejnshtejnovskaya teoriya otnostel'nosti. 2-e izdanie. Pervod s anglijskogo N. V. Mickevicha [Einstein's theory of relativity. 2nd edition. Translated from English by N. V. Mickiewicz] [Text]. – М.: World. – 1972. – 369 p.
- 3 **Min'kin, Yu.** Otlichiya ponyatij metodika i metodologiya [Differences between the concepts of methodology and methodology] [Electronic resource]. Open text: An electronic periodical. URL: <https://vk.com/@school4pro-otlichiya-ponyatii-metodika-i-metodologiya>.

4 **Nurumzhanova, K. A.** Tehnologizaciya processa izucheniya bazovyh disciplin v vuze kak odna iz strategij dostizheniya ramosnyh trebovanij k rezul'tatam obucheniya po Bolonskomu processu [Technologization of the Process of Studying Basic Disciplines at the University as One of the Strategies for Achieving the Framework Requirements for the Results of Learning in the Bologna Process] [Text] // Bulletin PSU / Pedagogical Series. – 2012. – № 1–2. – P. 128–132.

5 **Koyré, A.** Oчерки istorii filosofskoj mysli [Essays on the history of philosophical thought] [Text]. M.: Progress. – 1985. – p. 12.

6 **Einstein, A.** Fundamental ideas and problems of the theory of relativity [Text] // Lecture delivered to the Nordic Assembly of Naturalists at Gothenburg*. – 2023. – P. 482–490 [in English]

7 **Özcan, Ö.** Examining the students' understanding level towards the concepts of special theory of relativity [Text] // Problems of education in the 21st century Vol. 75, № 3, 2017. – P. 263–269 [in English]

8 **Obuhova, V. I.** Filosofiya teorii otositel'nosti Al'berta Ejnshtejna [The Philosophy of Albert Einstein's theory of Relativity] [Text] // Student Science Issues. – Issue № 2 (42). – february 2020. – P. 289–294.

9 **Trofimova, T. I.** Kurs fiziki: / uchebnoe posobie dlya vuzov. [Physics course: / textbook for universities] [Text]. – 11th edition. – M.: Academy. – 2016. – 560 p.

10 **Sivuhin, D. V.** Obschij kurs fiziki. / Uchebnoe posobie: Dlya vuzov. [Physics course: / textbook: for universities] [Text]. – 5 t.– 2nd edition. – M.: MPTI, 2012. – 784 p.

11 **Savel'ev, I. V.** Kurs obshechey fiziki. T. 5. Kvantovaya optika. Atomnaya fizika. Fizika tverdogo tela. Fizika atomnogo yadra i elementarnyh chastic. / Uchebnoe posobie. 5/e izd. [General physics course. T. 5. Quantum optics. Atomic physics. Solid state physics. Physics of the atomic nucleus and elementary particles. / Training manual. 5th edition] [Text]. – SPb.: Lan'. – 2021. – 384 p.

12 **Gardner, H.** Struktura razuma: teoriya mnozhestvennogo intellekta: Per. s angl. [The Structure of the Mind: the theory of multiple intelligence: Translated from English] [Text]. – M.: I.D. Vil'yame. – 2007. – 512 p.

13 **Niyazov, M. M., Nurumzhanova, K. A., Anders, P., Kisabekova, A. A.** Voprosy sozdaniya didakticheskogo kontenta po teorii otositel'nosti Ejnshtejna [Issues of creating didactic content on Einstein's theory of relativity] // Bulletin of the Kazakh National Women's Pedagogical University. – 2024. – № 3 (99). – P. 36–43.

14 **Novichkov, V. B.** Ontodidaktika i obrazovatel'nye standarty [Ontodidactics and educational standards] [Text]. In Secondary vocational education. – 2010. – № 8. – P. 2–5.

Received 11.02.25.

Received in revised form 14.02.25.

Accepted for publication 05.03.25.

К. А. Нурумжанова¹, *М. М. Ниязов², А. А. Гайрулла³

^{1,2}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар

³Гимназия № 3, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

11.02.25 ж. баспаға түсті.

14.02.25 ж. түзетулерімен түсті.

05.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

САЛЫСТЫРМАЛЫЛЫҚ ТЕОРИЯСЫ БОЙЫНША ТАРИХИ-ӘДІСТЕМЕЛІК ДИДАКТИКАЛЫҚ МАЗМҰНДЫ ӘЗІРЛЕУ ТӘЖІРИБЕСІНЕН

Зерттеудің өзектілігі ғылым мен білім үшін физик–мамандарды даярлау сапасы тек арнайы білім деңгейіне ғана емес, сонымен қатар студенттердің когнитивті ойлау деңгейіне және метатанымдық дағдыларына байланысты екендігімен қамтамасыз етіледі. Цифрлық технологиялар дәуірінде арнайы курстардың оқу процесін күшейтуге арналған тарихи-әдістемелік материалды қолданатын заманауи конструктивтік дидактикалық жүйелерге мамандандырылған білім беру мазмұнын әзірлеу мәселесі бар. Бірақ ғылыми-кәсіптік білім берудің нақты тәжірибесінде бастапқы көздерден және әдіснамалық әдебиеттерден жүйелі тарихи-әдістемелік мазмұнның болмауына байланысты мета-когнитивті оқыту технологиялары сирек қолданылады. Зерттеудің мақсаты – «Эйнштейннің салыстырмалылық теориясы» бөлімі бойынша арнайы курстың тарихи-әдістемелік дидактикалық мазмұнын әзірлеу тәжірибесін құру. Зерттеудің теориялық негізі когнитивті тәсілге негізделген зерттеу тақырыбы бойынша бастапқы дереккөздерді талдау болып табылады. Зерттеу нәтижелері: 1) 20 ғасырдың бірінші жартысындағы оқиғаларға шолу және талдау негізінде, физикада мазмұн мен әдіснаманың дамуында революциялық серпіліс болған кезде, Эйнштейннің салыстырмалылық теориясының негізгі ережелерін қалыптастыру, дамыту және тұжырымдаудың тарихи фактілеріне іріктеу және әдістемелік талдау жүргізілді; 2) студенттерді оқыту үшін метакогнитивті дидактикалық мазмұнды құру үшін фактілерге әдістемелік талдау жүргізілді.

Кілтті сөздер: дидактикалық контент, арнайы салыстырмалылық теориясы, когнитивті тәсіл әдістемелік талдау, тарихи-әдістемелік контент, конструктивистік дидактика.

К. А. Нурумжанова¹, *М. М. Ниязов², А. А. Гайрулла³

^{1,2}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

³Гимназия № 3, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 11.02.25.

Поступило с исправлениями 14.02.25.

Принято в печать 05.03.2025.

ИЗ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ДИДАКТИЧЕСКОГО КОНТЕНТА ПО ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Актуальность исследования обеспечена обусловленностью того, что качество подготовки специалистов – физиков для науки и образования зависит не только от уровня специальных знаний, но и от уровня когнитивного мышления и мета когнитивных навыков студентов. В эпоху цифровых технологий существует проблема разработки контента специализированного образования к современным конструктивистским дидактическим системам, использующих историко-методологический материал, призванный интенсифицировать учебный процесс спецкурсов. Но в реальной практике научно-профессионального образования из-за отсутствия систематизированного историко-методологического контента из первоисточников и методологической литературы, технологии мета когнитивного обучения применяются редко. Целью исследования является создание опыта разработки историко-методологического дидактического контента специального курса по разделу «Теория относительности Эйнштейна». Теоретической основой исследования является анализ первоисточников по теме исследования на основе когнитивного подхода. Результаты исследования: 1) на основе обзора и анализа событий первой половины 20 века, когда в физике произошел революционный скачок в развитии содержания и методологии, проведен отбор и методический анализ исторических фактов становления, развития и формулирования основных положений теории относительности Эйнштейна; 2) проведен методический анализа фактов для создания

метакогнитивного дидактического контента для обучения студентов.

Ключевые слова: дидактический контент, специальная теория относительности, когнитивный подход, методологический анализ, историко-методологический контент, конструктивистская дидактика.

FTAMP 14.25.09

<https://doi.org/10.48081/JGWE6263>

***Ж. В. Тулемисова¹, Сыдыкова Ж. К.²**

^{1,2}Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7404-5571>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4146-6539>

*e-mail: zhake9814@gmail.com

НЕГІЗГІ МЕКТЕПТЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДА БЕЛСЕНДІ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ

Мақалада белсенді әдістерге жататын проблемалық әдіс, жобалар әдісі және мультимедиялық оқыту бағдарламалары түріндегі интерактивті әдістің қолдану мүмкіндіктері, өзектілігі қарастырылады. Ұсынылып отырған белсенді оқыту әдістерінің ішінде оқушылардың өздігінен жұмыс жасауына мүмкіндік беретін әдістерге көңіл бөлінеді. Зерттеу мақсаты – мектеп оқушыларына физиканы оқытуда белсенді оқыту әдістерін қолданудың әдістемелік негіздерін анықтау. Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылды: 1) зерттеу тақырыбына қатысты ғылыми-әдістемелік материалдарды, сондай-ақ Қазақстан Республикасының Оқу-ағарту министрлігі бекіткен жалпы орта білімге қатысты нормативтік-құқықтық құжаттарды талдау; 2) мектеп оқушыларына физиканы оқытуда белсенді оқыту әдістерін қолдану мүмкіндіктерін анықтау.

Мектеп оқушыларына физиканы оқытуда белсенді оқыту әдістерін қолдануға қатысты мәселені анықтау үшін ғылыми-әдістемелік зерттеулерді талдау және жинақтау негізіндегі әдіснамалық тәсіл қолданылды.

Зерттеу барысында: 1) проблемалық әдіс, жобалар әдісі, мультимедиялық оқыту бағдарламалары мен электрондық оқулықтар түріндегі интерактивті әдіс сияқты белсенді оқыту әдістерінің ерекшеліктері анықталды; 2) мектептік білім беру жүйесінде белсенді оқыту әдістерін қолдану бойынша ғылыми-әдістемелік материалдар талданып, жинақталып, бір жүйеге келтірілді. Зерттеу барысында берілген әдістемелік ұсыныстар

мұғалімнің іс-әрекетінде қолданылуы мүмкін және педагогикалық практикаға құнды үлес қосады.

Кілтті сөздер: физика, белсенді оқыту әдістері, оқу процесі, оқыту әдістері, жобалар әдісі, мультимедиялық оқыту бағдарламалары.

Кіріспе

XXI ғасыр – ақпараттық технологиялар мен инновациялар ғасыры. Бұл кезеңде білім беру жүйесі де үздіксіз өзгерістерге ұшырауда. Дәстүрлі оқыту әдістері жаңа, тиімді әдістермен алмасып отыр. Қазіргі уақытта қолданыс тапқан белсенді оқыту әдістері оқушылардың қызығушылығын арттыруға, білім алушылардың мұғаліммен жақсы, тығыз қарым-қатынас орната алуы, оқушылардың бір-бірімен қарым-қатынасының жақсаруы, өз ойын дұрыс, тиянақты түрде жеткізе алуына көмектеседі. Оқытуда аталған әдісті қолдану мұғалімнен ең тиімді тәсілді қолдана отырып, еңбектенуін, сондай-ақ оқушылардың да жауапкершілікті сезінуін талап етеді. Оқу процесінде белсенді оқыту әдісін тиімді қолдану кейінгі уақытта айтарлықтай оң нәтиже береді.

Жаңа білім беру әдістерін терең зерттеп, теорияларды іс жүзінде қолдану нәтижелерін, ерекшеліктерін сарапқа сала отырып, білім беру жүйесінде мұғалімдермен бірге оқушылардың да бәсекеге қабілеттілігін арттыру қажеттілігінің туындап отырғандығын байқауға болады.

Материалдар мен әдістері

Негізгі мектепте физиканы оқытуда белсенді оқыту әдістерін қолдану мәселесін айқындау үшін ғылыми-әдістемелік зерттеулерге талдау жүргізу және оларды жалпылау негізінде ғылыми мәселені анықтау әдіснамасы қолданылды. Негізгі мектепте физиканы оқытуда белсенді оқыту әдістерін қолдану деңгейін анықтау мақсатында физика мұғалімдері арасында сауалнама жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау

Жаңа білім беру жүйесінде белсенді оқыту әдісі тұлғаның дамуына көптеген үлес қосады. Оқытудың белсенді әдістері – оқыту материалдарының игеру жолында оқушыларды белсенді ойлап, белсенді жұмыс жасай алуына және практикалық әрекетке итермелейтін әдістер. Белсенді оқыту қазіргі білім беру жүйесіндегі ізденістердің негізгі бағыттарының бірі болып табылады. Сондай-ақ, белсенді оқыту әдісі – бұл сабақ барысында мұғалім мен оқушылар бір-бірімен өзара қарым-қатынас жасау формасы және білім алушының іс-әрекеті шығармашылық пен іздеу сипатында болатын оқу әдістері.

Аталған әдісті білім беруде қолданудың мәні педагог пен оқушылардың өзара іс-қимылының сипатының өзгеруінде. Мұғалім әлі де басты, жалғыз ақпарат көзі және сарапшы болып қала береді, бірақ оқушылар пассивті тыңдаушылар ретінде қарастырылмайды. Ең алдымен, белсенді оқыту мұғалімнің дайын білімді баяндауын емес, оқушылардың сол білімді есте сақтау мен қайта жаңғыртуына, белсенді ойлауына және практикалық іс-әрекетте қажет болатын білім мен іскерлікті өз бетінше меңгеруіне бағытталған әдістердің жүйесін қолдануды көздейді. Осындай оқу іс-әрекеті барысында оқушылар сұрақтар қойып, қажетті ережелерді түсіндіре алады, өз шешімдерін ұсына алады. Бұл жағдайда оқу-тәрбие процесін оқытушы толық алдын-ала дайындамайды, себебі сабақтың қатаң құрылымы жоқ, талқылау үшін қосымша тақырыптар болуы мүмкін. Тақырыптар мен проблемаларды қалыптастыру бірлескен талқылау барысында да орын алады [1].

Белсенді оқыту әдістері өз жіктемесінде жартылай кәсіби іс-әрекетті жоспарлайтын, іскерлік, білім, білік, дағдыларын қалыптастыруға бағытталады. Мектепте белсенді оқыту әдістерін қолдану ерекшеліктері: 1) білімді меңгерудегі саналы ойлау іс-әрекетін, дәлелділік дәреженің көрсетілуін, таным процесінің нәтижесі ретіндегі сезім мен ақыл-ойды береді; 2) таным процесі аясында жетекшілік етуде іскерлікті дамытуға, шығармашылықтың жоғары деңгейіне көтерілуіне әрекет етеді.

Оқу процесін жандандыру үшін қазіргі заманғы оқыту әдістемелерін пайдалана отырып, практикалық сабақтарды өткізу сценарийлерін әзірлеу қажет. Осы тұста оқытудың белсенді әдістерін енгізу үшін белгілі бір қиындықтар бар:

1) көптеген жылдар бойы қалыптасқан оқыту әдістемелерінен бас тартқысы келмеу;

2) жаңа білім беру технологияларын енгізу үшін материалдық-техникалық жағынан сүйемелдеудің жеткіліксіздігі;

3) оқытудың инновациялық әдістерін енгізумен айналысатын оқытушылар мотивациясының жеткіліксіздігі;

4) белсенді режимде жұмыс істеу үшін оқушылардың оқу мотивациясының жеткіліксіздігі (ынталандыру балдарының шкаласы жоқ);

5) оқушыларды алғашқы деректермен зерттеу жасау іс-әрекеттеріне, өзіндік жұмыстарға тартудың жеткіліксіздігі;

6) оқушылардың сабақтарда бастамашылық танытпауы.

Оқыту әдістерін қолдануда туындаған қиындықтарды жеңу үшін және сабақ барысында жетістікке жету үшін келесі ұсыныстар беріледі:

– оқыту әдісін таңдаған кезде мұғалім берілген тақырыпқа бөлінетін сағатты, сондай-ақ оқушылардың әрі қарай орындайтын оқу іс-әрекеттері үшін берілетін оқу материалының маңыздылығын ескеру керек;

– білім беру процесінде нәтижелерге қол жеткізу үшін оқытудың белсенді және жүйелік әдістерін қолдану керек;

– тыянақты, жақсы ойластырылып әзірленген оқытудың типтері мен әдістері жетістікке жетудің бірден-бір жолы болып табылады;

– оқушылармен топтық және ұжымдық жұмыстарын ұйымдастыру формаларын таңдау кезінде оқу тобы мен әр оқушының жеке ерекшеліктерін ескеру қажет;

– жалпы және кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыру үшін оқу материалы мазмұнының ерекшелігін, оқу мақсаттарын, уақытты, оқушылардың ерекшелігін, оқу құралдарының жеткіліктілігін ескеру қажет;

– оқушыларды олардың жетістіктері, сабаққа қосқан үлестеріне қарай ынталандырып отыру;

– оқыту, тәрбие және дамыту нәтижелерін ғана маңызды етпей, сонымен қатар сабақтағы эмоционалдық жағдайды да ескеру қажет.

Оқытудың белсенді әдістерінің барлығы оқушылармен тілдесуді, әңгімелесуді талап етеді. Оқытудың белсенді әдістерін қолдану нәтижесінде түрлі қиындықтар пайда болуы мүмкін, солардың ішінде ең маңыздысы – алдын-ала қабылданған іс-әрекеттерді жеткілікті түрде тиімді қолдану [2].

Оқытудың белсенді әдістері деп оқушылардың бойында өз бетімен ойлауды, алдына қойылған стандартты емес кәсіби есептерді тиімді шеше білуді дамытуға бағытталған оқыту формасын айтады. Осыған байланысты оқыту мақсаты өзгертін болады, яғни оқушылардың бойында үлгілік кәсіби есептерді шешу білімдерін, біліктері мен дағдыларын дамытып ғана қоймай, ойлай білу, талдай білу, өз іс-әрекетіне егжей-тегжейлі қарай білу, бар ақпаратқа сыни көзбен қарай білу дағдыларын да дамыту қажет. Оқушылар білімдерді стандартты іс-әрекеттерді орындау үшін игермеуге емес, шығармашылық ойлау іс-әрекетінің мәдениетіне үйрену керек, себебі практикадағы іс-әрекеттегі нақты мәселелер, жағдайлар уақыт өте келе айтарлықтай өзгеруі мүмкін [3].

Негізгі мектепте физиканы оқыту әдістерін таңдау қойылған дидактикалық мақсаттарға байланысты. Оқыту әдістерін таңдауға қойылатын талаптар бар, соның ішінде белсенді оқыту әдісін оқу процесіне енгізу үшін келесі талаптарды ескеру қажет:

– оқу процесі барысында қолайлы оқу ортасын жасау;

– оқушыларды тәуекелдерді қабылдауға, ынтымақтастыққа және әртүрлі пікірлерді құрметтеуге шақыру;

– технологияны енгізу: интерактивті тақталар, онлайн тесттер сияқты құралдарды қолданыңыз, белсенді оқытуды жақсарту үшін бірлескен бағдарламалық жасақтама;

– нақты нұсқаулар мен оқушыларға қолдау көрсету: оқушылардың мақсаттарды түсінетініне көз жеткізу және белсенді оқу іс-әрекетін күту;
– оқушылардың жетістіктерін үнемі бағалап отыру және оларды өздерінің оқу тәжірибесі туралы ойлауға ынталандыру [4].

Белсенді оқыту әдістерінің жіктелімі:

1) іскерлік дағдыны қалыптастыруға бағытталған тәсілдер: проблемалық сұрақтар, іскерлік ойындар, постер қорғау, дебат ойыны, тренинг;

2) білімділік дағдыларды қалыптастыруға бағытталған тәсілдер: жағдаяттар, «дөңгелек үстел», эвристикалық әңгіме, «миға шабуыл», оқу пікірталасы, мәлімет жинақтап оны қорғау, постер қорғау, «INSERT» әдісі, Джигсо әдісі, «кейс-стади», өзіндік жұмыс [5;6;7];

3) жобалар әдісі [8; 9];

4) ойын түріне жатпайтын белсенді оқыту әдістері: мультимедиялық оқыту бағдарламалары, электрондық оқулықтар [10; 11].

Тәжірибе көрсетіп отырғандай, жобалардың басым бөлігін техникалық құрылғылар, аспаптардың модельдері мен макеттері түріндегі маңызды болатын жаңа өнімдерді алумен немесе соларды құрастыру технологиясын (әдіс, тәсіл) әзірлеумен немесе нақты бір нақты іс-әрекеттерді орындаумен байланысты болатын бірінші және екінші типтегі жобалар құрайды. Бірінші типті жобалардың атаулары келесі түрде берілуі мүмкін «Қараңғы түскенде көше шамын автоматты түрде қосатын техникалық құрылғыны әзірлеу» [12]. Үшінші типтегі жобалар: «Ауыл шаруашылығының қауіпті зиянкесі – бізтұмсықтың температурасын өлшеу тәсілін жасау»; «Үй аквариумындағы судың булануын төмендету әдісін ойлап табу» және т.б. Осындай жобаларды орындау әдістемелері [13] негізінде оқушыларды жобалық, зерттеушілік іс-әрекетке даярлау мүмкіндігі арта түседі.

Қазіргі таңда оқытудың барлық кезеңдерінде оқушылардың белсенділігін арттыру өзекті тақырыптардың бірі болып саналады. Физиканы оқытуды заманауи технологияларды қолдану дидактикадағы инновациялардың негізгі көрсеткіші ретінде қарастырылады, яғни осындай технологияларды қолданатын мектептер жергілікті немесе жаһандық деңгейде анағұрлым бәсекеге қабілетті болады. Сонымен қатар, мұғалімдердің құзыреттіліктері де арта түседі. Осыған баланысты оқу процесіне микроЭЕМ мен компьютерлік эксперименттерді ендіру маңызды дидактикалық мақсаттарға қол жеткізуге мүмкіндік береді [14]:

– физикалық ұғымдарды жақсы түсінуге;

– мәліметтерді графикалық түрде беру мен математиканың байланысы және т.б.

Білім алушылардың бойында келесі дағдыларды дамыту негізгі орта білім берудің міндеттеріне жатады [15]:

– өздігінен білім алу және тұлғалық өзін-өзі дамыту дағдыларын;
– оқу, жобалау, зерттеушілік іс-әрекеттерін жүзеге асыру дағдыларын;
– сын тұрғысынан және шығармашылық ойлау дағдыларын.

Қойылған міндеттерге қол жеткізу мақсатында негізгі мектепте физика пәнін оқыту әдістемесін интерактивті технологиялардан тұратын белсенді оқыту әдістерін қолдану арқылы жетілдіру қажет. Осыған байланысты негізгі мектепте физиканы оқытуда виртуалды зертханаларды қолдану әдістемесін ұсынамыз. Виртуалды зертханалар қатарына жататын, оқушыларға виртуалды эксперименттерді өздігінен жүргізуге және алған нәтижелерін талдауға мүмкіндік беретін түсінікті интерфейстен тұрады «PhET» бағдарламасы ұсынылады.

<https://phet.colorado.edu/> ресми сайтында берілген платформада ұсынылған физикалық тәжірибелер мен процестерді визуалдауға арналған симуляциялар қарастырылған. Білім алушы мен мұғалім қолдануға ыңғайлы болатын симуляцияларды жүктеп, виртуалды зертханаларды қарастыра алады.

1-суретте платформасындағы «Тұрақты ток электр тізбегі» атты виртуалды зертхананың жұмыс тақтасы берілген.



1-сурет – «Тұрақты ток электр тізбегі» виртуалды зертханасы

Берілген бетте білім алушы тізбекте өтетін әр түрлі процестердің симуляциясын өздігінен ала алады.

Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған «Физика» оқу пәні бойынша үлгілік оқу бағдарламасында келесі зертханалық жұмыстар берілген [16]:

- № 3-зертханалық жұмыс: электр тізбегін құрастыру және оның әртүрлі бөліктеріндегі ток күшін өлшеу;

- № 4-зертханалық жұмыс: тізбек бөлігі үшін ток күшінің кернеуге тәуелділігін зерттеу;

- № 5-зертханалық жұмыс: өткізгіштерді тізбектей қосуды зерделеу;

- № 6-зертханалық жұмыс: өткізгіштерді параллель қосуды зерделеу;

- № 7-зертханалық жұмыс: электр тогының жұмысы мен қуатын анықтау.

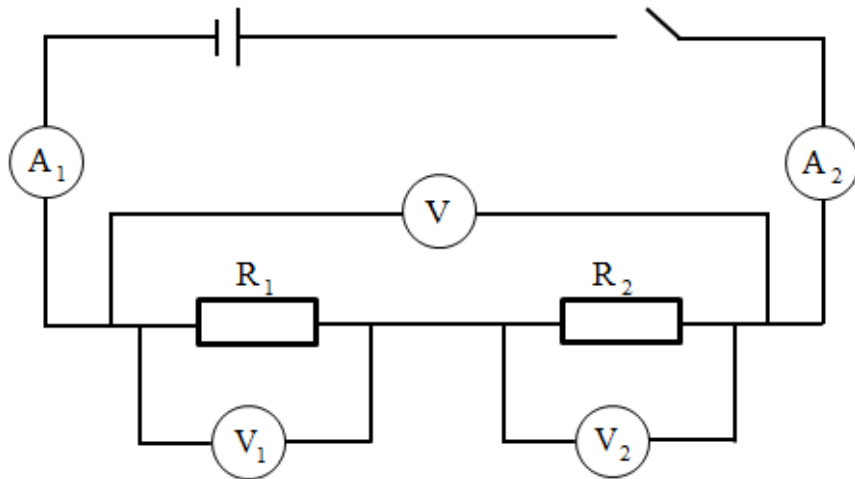
Аталған зертханалық жұмыстарды оқушы «PhET» платформасында, яғни 1-суретте келтірілген тақтада өздігінен орындай алады.

Мысал ретінде келесі виртуалдық зертханалық жұмысты орындау әдістемесі ұсынылады.

№ 5-зертханалық жұмыс. Өткізгіштерді тізбектей қосуды зерделеу.

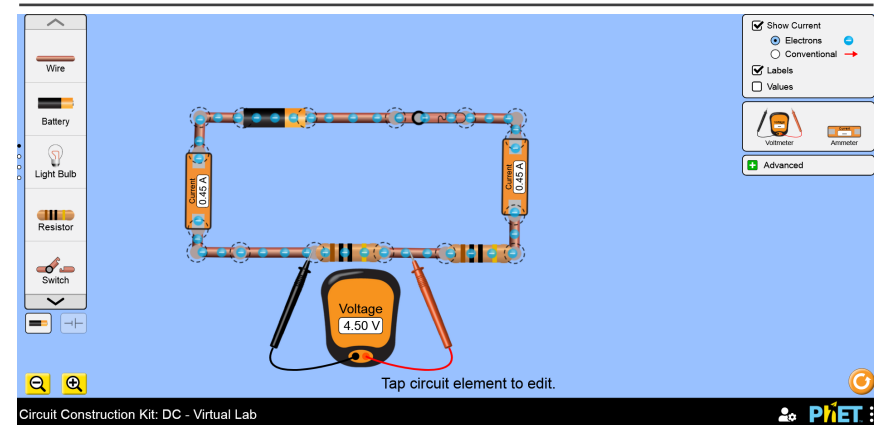
Сабақтың мақсаты: өткізгіштерді тізбектей жалғаудың заңдылықтарын эксперимент арқылы алу.

1-тапсырма. Төмендегі 2-суретте берілген тізбекте жинап, амперметрлер мен вольтметрлердің көрсетулерін және пайдаланылған резисторлардың кедергілерін жазып алыңыздар.

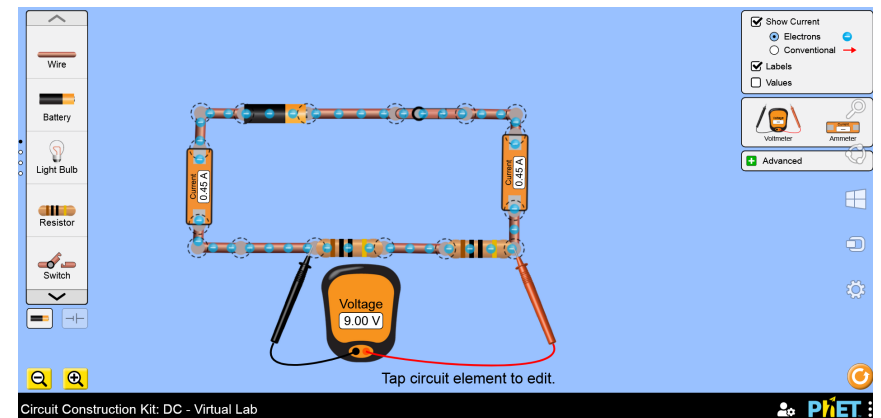


2-сурет – Электр тізбегі

Оқушылар 1-тапсырмада берілген 2-суреттегі электр тізбегін «PhET» платформасында (сурет 3 және 4) жинайды.



3-сурет – «PhET» платформасында берілген виртуалды зертханада жиналған электр тізбегі



4-сурет – «PhET» платформасында берілген виртуалды зертханада жиналған электр тізбегі

2-тапсырма. Өткізгіштерді тізбектей қосудағы келесі заңдылықтардың дұрыстығын тексеріңіздер: $I_1 = I_2 = \text{const}$; $U_1 + U_2 = U$.

$$R = \frac{U}{I}$$

3-тапсырма. Тізбек бөлігінің жалпы кедергісін Ом заңы бойынша есептеңіздер. Ом заңы бойынша табылған кедергінің тізбектегі

екі резистордың қосындысына $R_1 + R_2 = R$ тең болатынына көз жеткізіңіздер.

4-тапсырма. Тәжірибе мен есептеу нәтижелерін төменде берілген 1-кестеге жазыңыздар.

Кесте 1 – Нәтижелерді толтыру кестесі

I_1, A	I_2, A	U_1, B	U_2, B	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_{\Sigma}, Ом$	$R, Ом$

5-тапсырма. Виртуалды зертханада орындаған зерттеудің қорытындысын түйіндеп жазыңыздар.

Негізгі мектепте физиканы оқытуда белсенді оқыту әдістерін қолдану деңгейін анықтау мақсатында физика мұғалімдері арасында сауалнама жүргізілді. «Оқытудың белсенді әдістерінің қай түрін оқу процесінде қолданасыз?» сауалнама нәтижесі 5-суретте берілген диаграммада келтірілген.



5-сурет – Мектеп мұғалімдері арасында жүргізілген сауалнама нәтижесі, %

«Оқытудың белсенді әдістерінің қай түрін оқу процесінде қолданасыз?» атты сауалнамаға Алматы қаласы, Алматы облысы, Павлодар қаласы

мен Павлодар облысы мектептері мұғалімдері арасынан барлығы 70 респондент қатысты. Жүргізілген сауалнамаға сәйкес респонденттердің басым бөлігі (61,3 %) оқу процесінде «проблемалық сипаттағы іс-әрекетті» қолданатындығын көрсетті. Сонымен қатар, сауалнамаға қатысқан мұғалімдердің 36,4% оқу процесінде «жобалық іс-әрекетті» қолданады. Демек, жоғарыда келтірілгендей, оқушылардың бойында өздігінен білім алу және тұлғалық өзін-өзі дамыту, оқу, жобалау, зерттеушілік іс-әрекеттерін жүзеге асыру, сын тұрғысынан және шығармашылық ойлау дағдыларын дамытуға қатысты әдістемелік жұмыстардың жүргізіліп жатқандығына көз жеткізуге болады.

Дегенменде, мектепте физиканы оқытуда түрлі платформалар ұсынатын виртуалды зертханаларды қолдануға қатысты әдістемелік жұмыстарды әлі де жетілдіруді қажет ететіндігі байқалады. Бұған мұғалімдердің тек 6,2 % мектепте физиканы оқытуда белсенді әдіс ретінде «виртуалды зертхананы» таңдауынан байқауға болады. Аталған мәселе кей мектептерде инфрақұрылымның жеткіліксіздігінен болуы мүмкін, себебі виртуалды зертханада зертханалық жұмыстарды орындау әр оқушы үшін жеке компьютерді қажет етеді.

Қорытынды

Зерттеу барысында алынған мәліметтерге сәйкес мектепте белсенді оқыту әдісін қолдану оқушылардың ақпараттық құзыреттілігін дамытуға мүмкіндік беретін бағыттардың бірі болып табылады. Белсенді оқыту әдістерінің нәтижесінде оқушының зейіні және шығармашылыққа деген қабілеті дамытылатын болады.

Оқытудың белсенді әдістері – бұл орта әсерімен және жасына байланысты ойлау процестерінде болып жатқан сапалық және сандық өзгерістерді тудыратын тәсілдердің, сондай-ақ арнайы ұйымдастырылған тәрбие мен оқыту процестері және баланың өзіндік тәжірибесінің жиынтығы. Мұғалім үшін сыныптан бөлек жұмыстарға барлық оқушыларды тарту басты міндет емес, сондықтан физика пәніне деген қызығушылықты танытатын оқушыларды сырттан бақылап, олардың жеке-дара ерекшеліктерін қанағаттандыратын сыныптан тыс жұмысқа қатыстыруға болады. Кейбір оқушыларды факультативтерге және физика пәнінен үйірмелерге, екіншілерін техникалық шығармашылық жұмыстарына қатыстыруға болады, қалған оқушыларды физика бойынша деректі кітаптар немесе ғылыми мақала оқуға бағдарлауға болады. Мектепте белсенді оқытуды толыққанды жүзеге асыру білім алушылардың жаңа білімді пысықтау мен оны сапалы меңгеруіне ықпал етеді, сонымен қатар оқу, пәндік және арнайы дағдыларын қалыптастырады. Ұсынылған белсенді оқыту әдістері оқушыларды кәсіби тұрғыда бағдарлауға мүмкіндік береді [17].

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Акитай, Б. Е.** Физиканы оқыту теориясы мен әдістемелік негіздері [Мәтін]. – Алматы : Альманах, 2017. – 236 б.
- 2 **Sarybayeva, A. N., Daribay, Zh. Zh., Sambetova, G. K.** Problems of Application of Active Learning Methods in Physics and Methods of Solution [Мәтін] // Ясауи университетінің Хабаршысы. – 2021. – № 3(121). – P. 147–159.
- 3 **Лузянин, С. Е.** Активные методы обучения на уроках физики как способ развития способностей учащихся [Мәтін] // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы естественных, математических и технических наук в контексте современного образования». – Липецк, 2021. – С. 345–352.
- 4 **Лапыгин, Ю. Н.** Методы активного обучения [Мәтін]. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 248 с.
- 5 **Генике, Е. А.** Активные методы обучения: новый подход [Мәтін]. – М.: Национальный книжный центр, ИФ «Сентябрь», 2015. – 176 с.
- 6 Мұғалімге арналған нұсқаулық [Мәтін]. – «Назарбаев Зияткерлік мектептері» ДББҰ Педагогикалық шеберлік орталығы, 2016. – 48 б.
- 7 **Зельдович, Б. З.** Активные методы обучения [Мәтін]. – Москва: Юрайт, 2019. – 201 с.
- 8 **Искакова, А. Б.** Физикалық процестерді модельдеуге үйретудегі жобалық оқыту технологиясы [Мәтін] // БҚМУ хабаршысы. – 2019. – № 4 (76). – Б. 229–238.
- 9 **Искакова, А. Б., Токжигитова, Н. К., Туяков, Е. А., Зейтова, Ш. С.** Развитие проектной деятельности студентов технических специальностей высшего учебного заведения в процессе обучения физике [Мәтін] // Вестник ТоУ. Педагогическая серия. – 2022. – № 3. – С. 120–133.
- 10 **Тажигулова, А. И., Нурғалиева, Г. К., Қозыбай, А. К., Искакова, А. Б., Кокебаева, А. К., Пентина, Л. В., Тажигулова, А. Г., Аскарбек А. Н.** Мультимедиялық оқыту бағдарламасы «Физика. 11-сынып. 2 тоқсан» (жаратылыстану-математика бағыты) [Мәтін] // Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерді енгізу туралы Куәлік, 2020 жылғы 11 маусымдағы № 10736.
- 11 **Тажигулова, А. И., Қозыбай, А. Қ., Искакова, А. Б., Жанбекова, Г. И., Кокебаева, А. К., Арыстанова, А. Ж., Тажигулова, А. Г., Корпебаева Ж. Ж.** Электрондық оқулық «Физика. 9-сынып» [Мәтін] // Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерді енгізу туралы Куәлік, 2024 жылғы 2 сәуірдегі № 44199.

- 12 **Амангелді, Б., Искакова, А. Б.** Методические особенности применения ARDUINO UNO на уроках физики в средней школе [Мәтін] // Материалы международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: настоящее и будущее» – Атырау, 2024. – 2 том. – С. 386–390.
- 13 **Akimkhanova, Zh. Ye., Turekhanova, K. M., Fedus, P. Karwasz, K., G.** Teaching Physics Using Modern Technologies: Computer-Controlled Experiments [Мәтін] // Journal of Educational Sciences. – 2020. – № 1(62). – P. 128–136.
- 14 **Стефанова, Г. П., Путилина, Д. К.** Обучение учащихся проектной деятельности при изучении школьного курса физики [Мәтін] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1. – С. 1–9.
- 15 Негізгі білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарты [Мәтін] // Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрінің 2022 жылғы 3 тамыздағы № 348 бұйрығы. – [Электрондық ресурс]. – <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029031#z306>.
- 16 Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған «Физика» оқу пәні бойынша үлгілік оқу бағдарламасы // Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрінің 2022 жылғы 16 қыркүйектегі № 399 бұйрығы. – [Электрондық ресурс]. – <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029767#z203>.
- 17 **Искакова, А. Б., Раимжанов, И. И., Айдарбекова, А. А., Зейтова, Ш. С.** Мектеп-ЖОО жүйесінде физикалық білімдердің сабақтастығын жүзеге асырудың әдістемелік шарттары мен факторлары [Мәтін] // Торайғыров университетінің хабаршысы. Физика, математика және компьютерлік ғылымдар сериясы. – 2022. – № 4. – Б. 97–109.

REFERENCES

- 1 **Akytay, B. E.** Fizikany oqytu teoriyasy men adistemelik negizderi [The Theory and Methodological Foundations of Teaching Physics] [Text]. – Almaty: Almanakh, 2017. – 236 p.
- 2 **Sarybayeva, A. N., Daribay, Zh. Zh., Sambetova, G. K.** Problems of Application of Active Learning Methods in Physics and Methods of Solution [Text]. In Bulletin of the Yasawi University. – 2021. – № 3(121). – P. 147–159.
- 3 **Luzyanin, S. E.** Aktivnyye metody obucheniya na urokah fiziki kak sposob razvitiya sposobnostej uchaschihsya [Active Learning Methods in Physics Lessons as a Way to Develop Students' Abilities]. In the Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Problems of Natural, Mathematical, and Technical Sciences in the Context of Modern Education». – Lipetsk, 2021. – P. 345–352.

4 **Lapygin, Yu. N.** Metody aktivnogo obucheniya [Active Learning Methods] [Text]. – Moscow: Yurait Publishing House, 2017. – 248 p.

5 **Genike, E. A.** Aktivnye metody obucheniya: novyj podhod [Active Learning Methods: A New Approach] [Text]. – Moscow: National Book Center, IF «September», 2015. – 176 p.

6 Mugalimge arналған nusqaulыq [Methodological Recommendations for Teachers] [Text]. – Center for Pedagogical Excellence of the AEO «Nazarbayev Intellectual Schools», 2016. – 48 p.

7 **Zeldovich, B. Z.** Aktivnye metody obucheniya [Active Learning Methods] [Text]. – Moscow: Yurait, 2019. – 201 p.

8 **Iskakova, A. B.** Technology of Project-based Training on the Example of Teaching Students to Modeling the Physical Processes [Text]. In Bulletin WKSU. – 2022. – № 3. – P. 120–133.

9 **Iskakova, A. B., Tokzhigitova, N. K., Tuyakov, Y. A., Zeitova, Sh. S.** Building Project Work Competencies in Students of Technical Specialties at Higher Education Institutions [Text]. In Bulletin of Toraighyrov University. Pedagogics series. – 2022. – № 3. – P. 120–133.

10 **Tazhigulova, A. I., Nurgaliev, G. K., Kozybaj, A. K., Iskakova, A. B., Kokebaeva, A. K., Pentina, L. V., Tazhigulova, A. G., Askarbek, A. N.** Multimedialyq oqytu bagdarlamasy «Fizika. 11-synyp. 2 toqsan» (zharatylystanumatematika bagyty) [The multimedia educational program «Physics. Grade 11. 2 quarter» (natural and mathematical direction)] [Text]. Certificate of Registration in the State Register of Rights to Objects Protected by Copyright, № 10736, dated June 11, 2020.

11 **Tazhigulova, A. I., Kozybaj, A. K., Iskakova, A. B., Zhanbekova, G. I., Kokebaeva, A. K., Arystanova, A. Zh., Tazhigulova, A. G., Korpebaeva, Zh. Zh.** Elektronдыq oqulyq «Fizika. 9-synyp» [Electronic textbook “Physics. Grade 9”] [Text]. Certificate of Registration in the State Register of Rights to Objects Protected by Copyright, № 44199, dated April 2, 2024.

12 **Amangeldy, B., Iskakova, A. B.** Metodicheskie osobennosti primeneniya ARDUINO UNO na urokah fiziki v srednej shkole [Methodological Features of Using ARDUINO UNO in Physics Lessons in Secondary School] [Text]. In the Materials of the International Scientific and Practical Conference «Youth and Science: Present and Future» – Atyrau, 2024. – Vol. 2. – P. 386–390.

13 **Stefanova, G. P., Putilina, D. K.** Obuchenie uchaschihsya proektnoj deyatel'nosti pri izuchenii shkol'nogo kursa fiziki Teaching Students to Work on Projects Within the Framework of the School Course of Physics [Text]. In Modern Problems of Science and Education. – 2017. – № 1. – P. 1–9.

14 **Akimkhanova, Zh. Ye., Turekhanova, K. M., Fedus, P. Karwasz, K., G.** Teaching Physics Using Modern Technologies: Computer-Controlled Experiments [Мәтін] // Journal of Educational Sciences. – 2020. – № 1(62). – P. 128–136.

15 Negizgi orta bilim berudin memlekettik zhalyпуға mindetti standarty [State Compulsory Standard of Basic Secondary Education] [Text]. Order of the Minister of Education of the Republic of Kazakhstan No. 348, dated August 3, 2022 [Electronic resource]. – <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029031#z306>.

16 Negizgi orta bilim beru deңgejiniң 7-9-synypтарына арналған «Fizika» oqu pani bojynsha ulgilik oqu bagdarlamasy [Standard Curriculum for the Subject «Physics» for Grades 7-9 of Basic Secondary Education] [Text]. Order of the Minister of Education of the Republic of Kazakhstan № 399 dated September 16, 2022. – [Electronic resource]. – <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029767#z203>.

17 **Iskakova, A. B., Raimzhanov, I. I., Aidarbekova, A. A., Zeitova, Sh. S.** Mektep-ZhOO zhuiesinde fizikalыq bilimderdin sabaqtastygyn zhuzege asyruдyn adistemelik shartтары мен faktorлары [Methodological Conditions and Factors for The Implementation of the Continuity of the Knowledge of Physics in the School-University System] [Text]. In Bulletin of Toraighyrov University. Physics, Mathematics and Computer Science Series. – 2022. – № 4. – P. 97–109.

29.11.24 ж. баспаға түсті.

09.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

23.01.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

***Ж. В. Тулемисова¹, Ж. К. Сыдыкова²**

^{1,2}Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Республика Казахстан, г. Алматы
Поступило в редакцию 29.11.24.
Поступило с исправлениями 09.1.25.
Принято в печать 23.01.2025.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

В статье рассматриваются актуальность, возможности таких активных методов обучения, как проблемный метод, метод проектов, а также возможности интерактивного метода в виде мультимедийных обучающих программ. В предложенных методах активного обучения уделяется внимание методам, которые позволяют учащимся работать самостоятельно. Цель исследования

– определить методические основы применения активных методов обучения при обучении физике школьников. В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи: 1) провести анализ научно-методических материалов по теме исследования, а также нормативно-правовых документов, утвержденных Министерством просвещения Республики Казахстан, касающихся общего среднего образования; 2) выявить возможности применения активных методов обучения при обучении физике школьников.

Для выявления проблемы, связанной с применением активных методов обучения при обучении физике школьников, использован методологический подход, основанный на анализе и обобщении научно-методических исследований.

В ходе исследования: 1) были выявлены особенности активных методов обучения таких, как проблемный метод, метод проектов, интерактивный метод в виде мультимедийных обучающих программ и электронных учебников; 2) проанализирован, обобщен и систематизирован научно-методический материал по использованию активных методов обучения в системе школьного образования. Методические рекомендации, представленные в ходе исследования, могут быть использованы в деятельности учителя.

Ключевые слова: физика, активные методы обучения, учебный процесс, методы обучения, метод проектов, мультимедийная обучающая программа.

*Zh. V. Tulemisova¹, Zh. K. Sydykova²

^{1,2}Abai Kazakh National Pedagogical University,

Republic of Kazakhstan, Almaty

Received 29.11.24.

Received in revised form 09.01.25.

Accepted for publication 23.01.25.

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF APPLYING ACTIVE TEACHING METHODS IN TEACHING PHYSICS IN PRIMARY SCHOOL

The article examines the possibilities of active teaching methods such as the problem-based method, project method, and the interactive method through multimedia educational programs. The proposed active teaching methods focus on those that allow students to work

independently. The aim of the study is to determine the methodological foundations for the application of active teaching methods in teaching physics to schoolchildren. In line with the research aim, the following tasks were set: 1) to analyze scientific and methodological materials on the topic of the study, as well as regulatory documents approved by the Ministry of Education of the Republic of Kazakhstan regarding general secondary education; 2) to identify the possibilities of applying active teaching methods in teaching physics to schoolchildren.

To identify the issue related to the application of active teaching methods in teaching physics to schoolchildren, a methodological approach based on the analysis and generalization of scientific and methodological research was used.

During the study: 1) the features of active teaching methods, such as the problem-based method, project method, and the interactive method through multimedia educational programs and electronic textbooks, were identified; 2) scientific and methodological material on the use of active teaching methods in the school education system was analyzed, generalized, and systematized. The methodological recommendations presented in the course of the study can be used in the teacher's professional activities.

Keywords: physics, active learning methods, educational process, teaching methods, project-based method, multimedia educational program.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Абулханова Марал Юлдашевна, оқытушы, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., 101300, Қазақстан Республикасы, e-mail: maral2017@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6055-1646>

Кыдырбаева Назым Кияшовна, аға оқытушы, Евразиялық технологиялық университеті, Алматы қ., 101300, Қазақстан Республикасы, e-mail: naz-k@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8414-3954>

Ибекеев Серикбек Елемесович, аға оқытушы, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., 101300, Қазақстан Республикасы, e-mail: s.ibekeyev@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

Хабай Анар, қауымд. профессор, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., 101300 Қазақстан Республикасы, e-mail: a.khabay@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

Умарова Алина Руслановна, «Ақпараттық жүйелер» мамандығы бойынша студент, Торайғыров университеті, «Computer Science» факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: the_uncharted_universe@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0857-8380>

Алимова Жанар Сагидуллаевна, аға оқытушы, информатика магистрі, Компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: alimova.zh@teachers.tou.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6115-5941>

Исимбаева Ассель Базарбаевна, аға оқытушы, Информатика магистрі, Компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asselbek79.@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7221-6253>

Еришенев Данияр Қайратович, «Ақпараттық жүйелер» мамандығы бойынша бакалавриат, Computer Science факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: yershenev2003@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3182-5637>

Дюсенгазина Назым Нигметоллаевна, информатика магистрі, аға оқытушы, Computer Science факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, d-no@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7474-3232>

Найманова Динара Сакеновна, педагогика ғылымдарының кандидаты, профессор, Computer science факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: dina_m_c@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4434-4852>

Даутова Айгуль Зейнуллиновна, аға оқытушы, Computer science факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: aigul67_03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5031-8411>

Рымғалиев Әлішер Ержанұлы, 1 курс магистранты, Faculty of Computer Science, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: alisher.rymgaliyev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7947-1539>

Абеннова Асем Тулегеновна, информатика магистрі, аға оқытушы, Computer Science факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asem.abenova_01@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8820-6400>

Проккопенко Сергей Сергеевич, «Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету» мамандығы бойынша магистрант, Экономика және инжиниринг факультеті, Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар қ., 140003, Қазақстан Республикасы, e-mail: prokopenkoserge@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-7031-2605>

Федкевич Максим Сергеевич, Информатика және бағдарламалық қамтамасыз ету мамандығының магистранты, Экономика және инженерлік факультеті, Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар қ., 140003, Қазақстан Республикасы, e-mail: cortezz2001@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7074-8841>

Талипов Сергей Николаевич, аға оқытушы, Торайғыров университеті, Computer Sciences факультеті, Павлодар қ., 140014, Қазақстан Республикасы, e-mail: tali-povsn@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-2408-1543>

Ермек Бақберген Қайратұлы, «Стандарттау, сертификаттау және метрология (салалар бойынша)» мамандығының 4-курс студенті, А. Бөркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: ermekbakbergen1@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6312-8935>

Абілқайыр Жасталап Наурызғали, PhD, қауымд. профессор, Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты, Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: z.abilkaiyr@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-7568-1061>

Баймаханов Ғалымбек Ақбергенұлы, PhD, қауымд. профессор, Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты, Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: g.baimakhanov@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1488-3049>

Омарова Жансая Бағдатқызы, PhD, қауымд. профессор, Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты, Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: zh.omarova@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1101-7735>

Умарова Зухра Мухитқызы, Компьютерлік және программалық инженерия кафедрасының 2 курс магистранты, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, e-mail: zukhra.umarova03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-0670-4096>

Баенова Гульмира Мусаевна, PhD, Компьютерлік және программалық инженерия кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, e-mail: gulmmira@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6191-458X>

Сенковская Анастасия Александровна, т.ғ.к., Компьютерлік және программалық инженерия кафедрасының аға оқытушысы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: anastassiya.senkovskaya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4968-8240>

Сейтханова Айнур Кусбековна, физика-математика ғылымдарының кандидаты, PhD, қауымд. профессор, Павлодар педагогикалық университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: ainur1179@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8610-5492>

Нурбердиев Алимардан Тасполатович, «Физика педагогтерін даярлау» мамандығы бойынша докторант, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Тараз университеті, Тараз қ., 080012, Қазақстан Республикасы, e-mail: nur615380@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0569-1338>

Тамаев Сабит, Физика математика ғылымдарының кандидаты, профессор, Жаратылыстану пәндері факультеті, Ш. Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз қ., 080000, Қазақстан Республикасы, e-mail: tamayev.sabit@mail.ru, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0008-2778-6898>

Тасуов Болат, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Тараз университеті, Тараз қ., 080012, Қазақстан Республикасы, e-mail: BoLAT_ktn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2000-6720>

Әбидин Қанат Шолпанұлы, Жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Тараз университеті, Тараз қ., 080012, Қазақстан Республикасы, e-mail: kanat.9494@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7357-1118>

Сериков Тимур Маратович, PhD, қауымд. профессор, Физика-техникалық факультеті, Е. А.Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды қ., 100024, Қазақстан Республикасы, e-mail: serikov-timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4302-9674>

Каюмова Айнур Сериковна, докторант, Физика-техникалық факультеті, Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды қ., 100024, Қазақстан Республикасы, e-mail: kayumova.ainur@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4684-0083>

Бижигитов Темірхан, физика-математика ғылымдарының кандидаты, профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, М. Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз қ., 080003, Қазақстан Республикасы, e-mail: bizhigitov_temirhan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5276-8033>

Кушербаева Майкуль Рахманбердиевна, физика магистрі, аға оқытушы, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, М. Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз қ., 080003, Қазақстан Республикасы, e-mail: kmaikul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6707-7905>

Бижигитова Ляззат Темірхановна, экономика ғылымдарының кандидаты, Қазақ Ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті, Тараз қ., 080003, Қазақстан Республикасы, e-mail: Lyazzat.bizhigitova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0948-7494>

Шаймерденова Кулжан Мейрамовна, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Физика-техникалық факультеті, Е. А. Бөкетов атындағы, Қарағанды университеті, Қарағанды қ., 100028, Қазақстан Республикасы, e-mail: gulzhan.0106@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9588-4886>

Тлеубергенова Ақмарал Жарылхасынқызы, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Физика-техникалық факультеті, Е. А. Бөкетов атындағы, Қарағанды университеті, Қарағанды қ., 100028, Қазақстан Республикасы, e-mail: akmaral.tzh7@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5152-0050>

Танашева Назгуль Кадыралиевна, корреспондент автор, PhD, профессор, Физика-техникалық факультеті, Е. А. Бөкетов атындағы, Қарағанды университеті, Қарағанды қ., 100028, Қазақстан Республикасы, e-mail: nazgulya_tans@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6558-5383>

Миньков Леонид Леонидович, профессор, физика-математика ғылымдарының докторы, Томск мемлекеттік университетінің инновациялық технологиялар факультеті, Томск қ., 634050, Ресей Федерациясы, e-mail: lminkov@ftf.tsu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6776-6375>

Абдилова Нургуль Темиргалыевна, Педагогика ғылымдарының магистрі, оқытушы, Физика-техникалық факультеті, Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды қ., 100028, Қазақстан Республикасы, e-mail: abdirova_nurgul@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-1985-6081>

Ергазина Гульназ Манарбековна, «Органикалық заттардың химиялық технологиялары» мамандығы бойынша магистрант, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: vergazinag@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

Шакенов Бахтияр Маратұлы, «Органикалық заттардың химиялық технологиялары» мамандығы бойынша магистрант, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: bakhtiyarsh8@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2846-9796>

Фазлутдинова Жамиля Корганбековна, Химия мамандығы бойынша PhD докторы, аға оқытушы, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhamilya_sabitova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8404-2608>

Жумабеков Алмар Жумағалиевич, PhD, қауымдастырылған профессор, Физика мамандығы, Computer Science факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: almar89-89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2360-3747>

Касанова Асия Журсуновна, Химия мамандығы бойынша PhD докторы, қауымд.профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asiyakass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

Матин Даурен Тюлютаевич, «Математика» мамандығы бойынша PhD, Механика және математика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: d.matin@mail.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9784-9304>

Ахажанов Талгат Беркинович, «Математика» мамандығы бойынша PhD, Механика және математика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: talgat_a2008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3346-4947>

Искакова Анаргуль Батырбаевна, PhD, қауымд.профессор, «Computer Science» факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: anar_is@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2142-8949>

Қуанышбаева Молдир Талгатқызы, «7M01504 – Физика» білім беру бағдарламасының магистранты, «Математика, физика және информатика» факультеті, «Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті», Алматы қ., 050010, Қазақстан Республикасы, e-mail: knmoldir01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7260-1321>

Тулемисова Жадыра Валиханқызы, «7M01504 – Физика» білім беру бағдарламасының магистранты, «Математика, физика және информатика» факультеті, «Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті», Алматы қ., 050010, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhake9814@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7404-5571>

Сыдыкова Жайнагуль Каныевна, педагогика ғылымдарының кандидаты, «Математика, физика және информатика» факультеті, «Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті», Алматы қ., 050010, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhainagtl_sydykova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4146-6539>

Боженкова Людмила Ивановна, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, ғылыми бюроның ғылыми қызметкері, «Евсевьев атындағы Мордовия мемлекеттік педагогикалық институты» ЖБ ФМББМ, Саранск қ., 430007, Ресей Федерациясы, e-mail: krasell@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1368-5326>

Соколова Елизавета Валериевна, педагогика ғылымдарының кандидаты, математика және информатиканы оқытудың теориясы мен әдістемесі кафедрасының доценті, «Мәскеу педагогикалық мемлекеттік университеті» ЖБ ФМББМ, Мәскеу қ., 119435, Ресей Федерациясы, e-mail: ev.sokolova@mpgu.su, <https://orcid.org/0009-0005-6967-6046>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абулханова Марал Юлдашевна, преподаватель, Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, 101300, e-mail: maral2017@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6055-1646>

Кыдырбаева Назым Кияшовна, ст. преподаватель, Евразийский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан, 101300, e-mail: naz-k@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8414-3954>

Ибекеев Серикбек Елемесович, ст. преподаватель, Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, 101300, e-mail: s.ibekejev@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

Хабай Анар, PhD, асоц.профессор, Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, 101300, e-mail: a.khabay@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

Умарова Алина Руслановна, студент по специальности «Информационные системы», Торайғыров университет, Факультет Computer Science, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: the_uncharted_universe@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0857-8380>

Алимова Жанар Сагидуллаевна, ст. преподаватель, магистр информатики, Факультет компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: alimova.zh@teachers.tou.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6115-5941>

Исимбаева Ассель Базарбаевна, ст. преподаватель, магистр информатики, Факультет компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asselbek79@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7221-6253>

Ершенев Данияр Кайратович, студент по специальности «Информационные системы», факультет Computer Science, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: yershenev2003@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3182-5637>

Дюсенгазина Назым Нигметоллаевна, магистр информатики, ст. преподаватель, Торайғыров университет, факультет Computer Science, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: d-no@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7474-3232>

Найманова Динара Сакеновна, кандидат педагогических наук, Факультет Computer science, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: dina_m_c@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4434-4852>

Даутова Айгуль Зейнуллиновна, ст. преподаватель, Computer science факультет, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: aigul67_03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5031-8411>

Рымғалиев Алишер Ержанович, магистрант 1 курса, Faculty of Computer Science, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: alisher.rymgaliyev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7947-1539>

Абеннова Асем Тулегеновна, магистр информатики, ст. преподаватель, Факультет Computer Science, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asem.abenova_01@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8820-6400>

Прокопенко Сергей Сергеевич, магистрант по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение», Факультет экономики и инжиниринга, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар, 140003, Республика Казахстан, e-mail: prokopenkoserge@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-7031-2605>

Федкевич Максим Сергеевич, магистрант по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение», Факультет экономики и инжиниринга, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар, 140003, Республика Казахстан, e-mail: cortezz2001@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7074-8841>

Талипов Сергей Николаевич, ст. преподаватель, Торайғыров университет, Факультет Computer Sciences, г. Павлодар, 140014, Республика Казахстан, e-mail: talipovsn@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-2408-1543>

Ермек Бакберген Кайратович, студент 4 курса по специальности «Стандартизация, сертификация и метрология (по отраслям)», Институт Энергетики и Машиностроения им. А. Буркитбаева, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: ermekbakbergen1@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6312-8935>

Абылкайыр Жасталап Наурызғалиевич, PhD, асоц.профессор, Институт энергетики и машиностроения имени А. Буркитбаева, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: z.abilkaiyr@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-7568-1061>

Баймаханов Галымбек Акберганович, PhD., ассоц. профессор, Институт энергетики и машиностроения имени А. Буркитбаева, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: g.baimakhanov@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1488-3049>

Омарова Жансая Багдатовна, PhD., ассоц. профессор, Институт энергетики и машиностроения имени А. Буркитбаева, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: zh.omarova@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1101-7735>

Умарова Зухра Мухитқызы, магистрант 2 курса кафедры Компьютерной и программной инженерии, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, e-mail: zukhra.umarova03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-0670-4096>

Баенова Гульмира Мусаевна, PhD, ст. преподаватель, кафедра компьютерной и программной инженерии, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, e-mail: gulmmira@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6191-458X>

Сеньковская Анастасия Александровна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Компьютерной и программной инженерии, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: anastassiya.senkovskaya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4968-8240>

Сейтханова Айнура Кусбековна, кандидат физико-математических наук, PhD, ассоц. профессор, Павлодарский педагогический университет, Республика Казахстан, г. Павлодар, e-mail: ainur1179@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8610-5492>

Нурбердиев Алимардан Тасполатович, докторант по специальности «Подготовка педагогов физики», Факультет естественных наук, Таразский университет, Тараз к., 080012, Республика Казахстан, e-mail: nur615380@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0569-1338>

Тамаев Сабит, кандидат физико-математических наук, профессор факультета естественных наук, Международный Таразский инновационный институт имени Ш. Муртазы, г. Тараз, 080000, Республика Казахстан, e-mail: tamaev.sabit@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2778-6898>

Тасуов Болат, кандидат технических наук, профессор, Факультет естественных наук, Таразский университет, г. Тараз, 080012, Республика Казахстан, e-mail: BoLAT_ktn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2000-6720>

Абидин Канат Шолпанулы, магистр естественных наук, Факультет естественных наук, Таразский университет, г. Тараз, 080012, Республика Казахстан, e-mail: kanat.9494@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7357-1118>

Сериков Тимур Маратович, PhD, ассоц. профессор, Физико-технический факультет, Карагандинский университет имени Е. А. Букетова, Караганда, 100024, Республика Казахстан, e-mail: serikov-timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4302-9674>

Каюмова Айнура Сериковна, докторант, Физико-технический факультет, Карагандинский университет имени Е. А. Букетова, г. Караганда, 100024, Республика Казахстан, e-mail: kayumova.ainur@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4684-0083>

Бижигитов Темірхан, кандидат физико-математических наук, профессор, Факультет естественных наук, Таразский университет имени М. Х. Дулати, г. Тараз, 080003, Республика Казахстан, e-mail: bizhigitov_temirhan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5276-8033>

Кушербаева Майкуль Рахманбердиевна, магистр физики, ст.преподаватель, Факультет естественных наук, Таразский университет имени М. Х. Дулати, г. Тараз, 080003, Республика Казахстан, e-mail: kmaikul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6707-7905>

Бижигитова Ляззат Темірхановна, кандидат экономических наук, Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, г. Тараз, 080003, Республика Казахстан, e-mail: Lyazzat.bizhigitova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0948-7494>

Шаймерденова Кулжан Мейрамовна, кандидат технических наук, профессор, Физико-технический факультет, Карагандинский университет имени академика Е. А. Букетова, г. Караганда, 100028, Республика Казахстан, e-mail: gulzhan.0106@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9588-4886>

Тлеуберганова Акмарал Жарылхасынқызы, магистр технических наук, ст. преподаватель, Физико-технический факультет, Карагандинский университет имени академика Е. А. Букетова, г. Караганда, 100028, Республика Казахстан, e-mail: akmaral.tzh7@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5152-0050>

Танашева Назгуль Кадыралиевна, корреспондент автор, PhD, профессор, Физика-техникалық Физико-технический факультет, Карагандинский университет им. академика Е. А. Букетова, г. Караганда, 100028, Республика Казахстан, e-mail: nazgulya_tans@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6558-5383>

Миньков Леонид Леонидович, профессор, доктор физико-математических наук, Факультет инновационных технологий Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск, 634050, Российская Федерация, e-mail: lminkov@ftf.tsu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6776-6375>

Абдилова Нургуль Темиргалиевна, Магистр педагогических наук, преподаватель, Физико-технический факультет, Карагандинский университет имени академика Е. А. Букетова, г. Караганда, 100028, Республика Казахстан, e-mail: abdirova_nurgul@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-1985-6081>

Ергазина Гульназ Манарбековна, магистрант по специальности «Химические технологии органических веществ», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: [yergazinag@list.ru](mailto:ergazinag@list.ru), <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

Шакенов Бахтияр Маратович, магистрант по специальности «Химические технологии органических веществ», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: bakhtiyarsh8@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2846-9796>

Фазлутдинова Жамиля Корганбековна, PhD, по химии, ст.преподаватель, Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: zhamilya_sabitova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8404-2608>

Жумабеков Алмар Жумагалиевич, PhD, по физики, ассоц.профессор, Факультет Computer Science, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: almar89-89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2360-3747>

Касанова Асия Журсуновна, PhD, по химии, ассоц.профессор, Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asiyakass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

Матин Даурен Тюлютаевич, PhD по специальности «Математика», Механико- математический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: d.matin@mail.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9784-9304>

Ахажанов Талгат Беркинович, PhD по специальности «Математика», Механико- математический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: talgat_a2008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3346-4947>

Искакова Анаргуль Батырбаевна, PhD, ассоц. профессор, факультет «Computer Science», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: anar_is@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2142-8949>

Қуанышбаева Молдир Талгатқызы, магистрант образовательной программы «7M01504 – Физика», факультет «Математики, физики и информатики», «Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая», г. Алматы, 050010, Республика Казахстан, e-mail: knmoldir01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7260-1321>

Тулемисова Жадыра Валиханқызы, магистрант образовательной программы «7M01504 – Физика», факультет «Математики, физики и информатики», «Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая», г. Алматы, 050010, Республика Казахстан, e-mail: zhake9814@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7404-5571>

Сыдыкова Жайнагуль Каныевна, кандидат педагогических наук, факультет «Математики, физики и информатики», «Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая», г. Алматы, 050010, Республика Казахстан, e-mail: zhainagtl_sydykova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4146-6539>

Боженкова Людмила Ивановна, доктор педагогических наук, профессор, главный научный сотрудник научного бюро ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет, имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, 430007, Российская Федерация, e-mail: krasel1@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1368-5326>

Соколова Елизавета Валериевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики обучения математике и информатике, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, 119435, Российская Федерация, e-mail: ev.sokolova@mpgu.su, <https://orcid.org/0009-0005-6967-6046>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Abulkhanova Maral Yuldashevna, Lecturer, Kazakh National Research Technical University after K. I. Satpayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, 101300, e-mail: maral2017@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6055-1646>

Kydyrbaeva Nazym Kiyashevna, Senior Lecturer, Eurasian Technological University, Almaty, 101300, Republic of Kazakhstan, e-mail: naz-k@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8414-3954>

Ibekeyev Serikbek Yelemesovich, Senior lecturer, Kazakh National Research Technical University after K. I. Satpayev University, Almaty, 101300, Republic of Kazakhstan, e-mail: s.ibekeyev@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

Khabai Anar, PhD, Associate professor, Kazakh National Research Technical University after K. I. Satpayev University, Almaty, 101300, Republic of Kazakhstan, e-mail: a.khabay@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1991-8642>

Umarova Alina Ruslanovna, student in «Information systems», Toraighyrov University, Faculty of Computer Science, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: the_uncharted_universe@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0857-8380>

Alimova Zhanar, Senior Lecturer, Master of computer science, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: alimova.zh@teachers.tou.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6115-5941>

Issimbayeva Assel, Senior Lecturer, master of computer science, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asselbek79@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7221-6253>

Ershenev Daniyar Kairatovich, Student in «Information systems», Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: yershenev2003@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3182-5637>

Dyussengazina Nazym Nigmatollaevna, Master of Computer Science, senior lecturer, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: d-no@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7474-3232>

Naimanova Dinara, Candidate of pedagogic sciences, professor, Faculty of Computer science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: dina_m_c@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4434-4852>

Dautova Aigul, Senior Lecturer, Faculty of Computer science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: aigul67_03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5031-8411>

Rymgaliyev Alisher Yerzhanovich, 1st year master's student, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: alisher.rymgaliyev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7947-1539>

Abenova Asem Tulegenovna, Master of Computer Science, Senior lecturer, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asem.abenova_01@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8820-6400>

Prokopenko Sergey Sergeevich, Master's student in «Computer Engineering and Software», Faculty of Economics and Engineering, Innovative University of Eurasia, Pavlodar, 140003, Republic of Kazakhstan, e-mail: prokopenkoserge@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-7031-2605>

Fedkevich Maxim, Master's student in Computer Science and Software Engineering, Faculty of Economics and Engineering, Innovative University of Eurasia, Pavlodar, 140003, Republic of Kazakhstan, e-mail: cortezz2001@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7074-8841>

Talipov Sergey Nikolaevich, Senior lecturer, Toraighyrov University, Faculty of Computer Sciences, Pavlodar, 140014, Republic of Kazakhstan, e-mail: talipovsn@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-2408-1543>

Ermekek Bakbergen Kairatuly, 4th-year student specializing in «Standardization, Certification, and Metrology (by industries)», A. Burkitbayev Institute of Energy and Mechanical Engineering, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: ermekbakbergen1@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6312-8935>

Abilkaiyr Zhastalap Nauryzgalı, PhD, associate professor sciences, Institute of Energy and Mechanical Engineering named after A. Burkitbayev, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: z.abilkaiyr@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-7568-1061>

Baimakhanov Galymbek Akbergenuly, PhD, associate professor sciences, Institute of Energy and Mechanical Engineering named after A. Burkitbayev, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: g.baimakhanov@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1488-3049>

Omarova Zhansaya Bagdatkyzy, PhD, associate professor sciences, Institute of Energy and Mechanical Engineering named after A. Burkitbayev, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: zh.omarova@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-1101-7735>

Umarova Zukhra Mukhitkyzy, 2nd year master's student of the Department of Computer and Software Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, e-mail: zukhra.umarova03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-0670-4096>

Baenova Gulmira Mussaevna, PhD, senior teacher of the Department of Computer and Software Engineering, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, e-mail: gulmmira@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6191-458X>

Senkovskaya Anastasia Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Senior teacher of the Department of Computer and Software Engineering, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: anastassiya.senkovskaya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4968-8240>

Seitkhanova Ainur, PhD, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, A. Margulan Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: ainur1179@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8610-5492>

Nurberdiyev Alimardan Taspolatovich, Doctoral student in the specialty «Training of physics teachers», Faculty of Natural Sciences, Taraz University, Taraz, 080012, Republic of Kazakhstan, e-mail: nur615380@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0569-1338>

Sabit Tamaev, Candidate of physical and mathematical sciences, professor of the faculty of natural sciences, International Taraz Innovation Institute named after Sh. Murtaza, Taraz, 080000, Republic of Kazakhstan, e-mail: tamaev.sabit@mail.ru, <https://orcid.org/my-orkid?orkid=0009-0008-2778-6898>

Tassuov bolat, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Natural Sciences, Taraz University, Taraz, 080012, Republic of Kazakhstan, e-mail: bolat_ktn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2000-6720>

Abidin Kanat Sholpanuly, Master of Science, Faculty of Natural Sciences, Taraz University, Taraz, 080012, Republic of Kazakhstan, e-mail: kanat.9494@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7357-1118>

Serikov Timur, PhD, Associate Professor, Physico-Technical Faculty, Karaganda Buketov University, Karaganda, 100024, Republic of Kazakhstan, e-mail: serikov-timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4302-9674>

Kayumova Ainur, Doctoral student, Physico-Technical Faculty, Karaganda Buketov University, Karaganda, 100024, Republic of Kazakhstan, e-mail: kayumova.ainur@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4684-0083>

Bizhigitov Temirkhan, Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Faculty of Natural Sciences, Taraz University named after M. H. Dulati, Taraz, 080003, Republic of Kazakhstan, e-mail: bizhigitov_temirhan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5276-8033>

Kusherbaeva Maykul, Master of Physics, Senior Lecturer, Faculty of Natural Sciences, Taraz University named after M. H. Dulati, Taraz, 080003, Republic of Kazakhstan, e-mail: kmaikul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6707-7905>

Bizhigitova Lyazzat, Candidate of Economic Sciences, Kazakh National University of Water Management and Irrigation, Taraz, 080003, Republic of Kazakhstan, e-mail: Lyazzat.bizhigitova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0948-7494>

Шаймерденова Кулжан Мейрамовна, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Physics and Technology, Karaganda State University. academician E. A. Buketova, Karaganda, 100028, Republic of Kazakhstan, e-mail: gulzhan.0106@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9588-4886>

Tleubergenova Akmaral Zharylkhasynkyzy, Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, Faculty of Physics and Technology, Karaganda State University. academician E. A. Buketova, Karaganda, 100028, Republic of Kazakhstan, e-mail: akmaral.tzh7@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5152-0050>

Tanasheva Nazgul Kadyralieva, correspondent author, PhD, Professor, Physics and Technology, Faculty of Physics and Technology, Karaganda University named after academician E. A. Buketova, Karaganda, 100028, Republic of Kazakhstan, e-mail: nazgulya_tans@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6558-5383>

Minkov Leonid Leonidovich, Professor, Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Faculty of Innovative Technologies, National Research Tomsk State University, Tomsk, 634050, Russian Federation, e-mail: lminkov@ftf.tsu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6776-6375>

Abdirova Nurgul Temirgalieva, Master of Pedagogical Sciences, Lecturer, Faculty of Physics and Technology, Karaganda State University. academician E. A. Buketova, Karaganda, 100028, Republic of Kazakhstan, e-mail: abdirova_nurgul@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-1985-6081>

Ergazina Gulnaz Manarbekovna, master's student in Chemical technologies of organic compounds, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: vergazinag@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

Shakenov Bakhtiyar Maratuly, master's student in «Chemical technologies of organic compounds», Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: bakhtiyarsh8@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2846-9796>

Fazlutdinova Zhamilya Korganbekovna, Doctor PhD of Chemistry, Senior Lecturer, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhamilya_sabitova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8404-2608>

Zhumabekov Almar Zhumagalievich, Doctor PhD of Physics, associate professor, Faculty Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: almar89-89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2360-3747>

Zhursunovna Assiya Kassanova, Doctor PhD of Chemistry, associate professor, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asiyakass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

Matin Dauren, PhD in «Mathematics», L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: d.matin@mail.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9784-9304>

Akhazhanov Talgat, PhD in «Mathematics», L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: talgat_a2008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3346-4947>

Batyrbayevna Anargul Iskakova, PhD, Associate Professor, Faculty of Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: anar_is@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2142-8949>

Kuanyshbayeva Moldir Talgatkyzy, Master's student of the educational program «7M01504 – Physics», Faculty of Mathematics, physics and computer science, «The National Pedagogical University named after Abay», Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan, e-mail: knmoldir01@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7260-1321>

Tulemisova Zhadyra, Master's student of the educational program «7M01504 – Physics», Faculty of Mathematics, physics and computer science, «The National Pedagogical University named after Abay», Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhake9814@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7404-5571>

Sydykova Zhainagul, Candidate of Pedagogical Sciences, Faculty of Mathematics, physics and computer science, «The National Pedagogical University named after Abay», Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhainagtl_sydykova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4146-6539>

Bozhenkova Lyudmila Ivanovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Scientific Bureau, Mordovian State Pedagogical University, Saransk, 430007, Russian Federation, e-mail: krasel1@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1368-5326>

Sokolova Elizaveta Valerievna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Teaching Mathematics and Informatics, Moscow State Pedagogical University, Moscow, 119435, Russian Federation, e-mail: ev.sokolova@mpgu.su, <https://orcid.org/0009-0005-6967-6046>

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА.
СЕРИЯ: ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА И
КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристрастных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

* В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.

* Количество соавторов одной статьи не более 5.

* Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 % (согласно решению редакционной коллегии).

* Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.

* Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.

* Двойное рецензирование (слепое) проводится конфиденциально, автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.

* Квитанция об оплате предоставляется после принятия статей к публикации. Стоимость публикации в журнале за страницу 1000 (одна тысяча) тенге.

* докторантам НАО «Торайғыров университет» и иностранным авторам (без казахстанских соавторов) публикация в журнале бесплатно.

* Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирование 1 раз. Ответственность за содержание статьи несет автор.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления. Журнал формируется исходя из количества не более 30 статей в одном номере.

Периодичность издания журналов – 4 раза в год (ежеквартально).

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 10 февраля;
- второй квартал до 10 мая;
- третий квартал до 10 августа;
- четвертый квартал до 10 ноября.

Научный журнал «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» выпускается с периодичностью 4 раза в год в сетевом (электронном) формате в следующие установленные сроки выхода номеров журнала:

- первый номер выпускается до 30 марта текущего года;
- второй номер – до 30 июня;
- третий номер – до 30 сентября;
- четвертый номер – до 30 декабря.

Статью (электронную версию и квитанции об оплате) следует направлять на сайтах:

- <https://vestnik.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>

Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами ^{1,2}.

Для осуществления процедуры двойного рецензирования (слепого), авторам необходимо отправлять два варианта статьи: первый – с указанием личных данных, второй – без указания личных данных. При нарушении принципа слепого рецензирования статья не рассматривается.

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, в электронном варианте со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для Windows» (в форматах .doc, .docx, .rtf).

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы должен составлять **не менее 7 и не более 12 страниц печатного текста**. Поля страниц – 30 мм со всех сторон листа; Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).

Структура научной статьи включает название, аннотация, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список использованных источников (литературы) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Статья должна содержать:

1. **МРНТИ** (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2. **DOI** – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3. **Инициалы** (имя, отчество) **Фамилия** автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (жирным шрифтом, по центру);

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами ^{1,2}.

4. **Аффилиация** (организация (место работы (учебы)), страна, город) – на казахском, русском и английском языках. Полные данные об аффилиации авторов представляются в конце журнала;

5. **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий);

6. **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (рекомендуемый объем аннотации на языке публикации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

7. **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендованное количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

8. **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- **Введение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- **Материалы и методы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- **Результаты и обсуждение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- **Информацию о финансировании** (при наличии) (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

- **Выводы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- **Список использованных источников** (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. *Объем не менее 10, не более чем 20 наименований* (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки), преимущественно за последние 10–15 лет.

В случае наличия в списке использованных источников работ на кириллице (на казахском и русском языках), необходимо представить список литературы в двух вариантах: 1) в оригинале (указываются источники на русском, казахском и английском либо немецком языках); 2) романизированный вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках), то есть транслитерация латинским алфавитом. см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) *Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.*

Онлайн сервис Транслитерация по ГОСТу – <https://transliteration-online.ru/>

Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация либо англоязычный вариант при его наличии) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название при его наличии) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

• **Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

• **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся **полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail** (номера телефонов для связи редакции с авторами, не публикуются);

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

МРНТИ 04.51.59

DOI xxxxxxxxxxxxxxx

С. К. Антикеева*, С. К. Ксембаева

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

Продолжение текста публикуемого материала

Материалы и методы

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

Продолжение текста публикуемого материала

Результаты и обсуждение

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

Продолжение текста публикуемого материала

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

Продолжение текста публикуемого материала

Список использованных источников

- 1 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.
- 2 **Кузнецова, А. Г.** Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХКИППК ПК, 2001. – 152 с.
- 3 **Каропа, Г. Н.** Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.
- 4 **Штофф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.

- 5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.
- 6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.
- 7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.
- 8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование: монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.
- 9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 – Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.
- 10 **Арын, Е. М., Пфайфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова; СПб. : ГАФКиСим. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

- 1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie: suschnost, effektivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogу. – 2003. – № 4. – P. 22.
- 2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.
- 3 **Karopa, G. N.** Sistemnyi podhod k ekologicheskomu obrazovaniyu i vospitaniyu (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.
- 4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.
- 5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : учебное пособие [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p.
- 6 **Dahin, A. N.** Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.
- 7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – P. 11–20.

- 8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.
- 9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300- Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.
- 10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraiyrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

С. К. Антикеева, С. К. Ксембаева*
Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби құзіреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзыреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзыреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзыреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзыреттердің қалыптасу деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель

әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

S. K. Antikeyeva*, S. K. Ksembaeva
Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант Торайғыров университеті, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология», Торайғыров университет, Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology», Toraighyrov University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

**ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА
В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА»
СЕРИЯ: ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА И
КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ»**

Редакционная коллегия научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» в своей профессиональной деятельности придерживаются принципов и норм Публикационной этики научных журналов НАО «Торайғыров университет». Публикационная этика разработана в соответствии с международной публикационной этической нормой Комитета по публикационной этике (COPE), этическими принципами публикации журналов Scopus (Elsevier), Кодекса академической честности НАО «Торайғыров университет».

Публикационная этика определяет нормы, принципы и стандарты этического поведения редакторов, рецензентов и авторов, меры по выявлению конфликтов интересов, неэтичного поведения, инструкции по изъятию (ретракции), исправлению и опровержению статьи.

Все участники процесса публикации, соблюдают принципы, нормы и стандарты публикационной этики.

Качество научного журнала обеспечивается исполнением принципов участников процесса публикации: равенства всех авторов, принцип конфиденциальности, однократные публикации, авторства рукописи, принцип оригинальности, принцип подтверждения источников, принцип объективности и своевременности рецензирования.

Права и обязанности членов редакционных коллегий научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» определены СО СМК 8.12.3-20 Управление научно-издательской деятельностью.

Права и обязанности рецензентов

Рецензенты научных журналов «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», научно-популярного журнала «Краеведение», обязаны руководствоваться принципом объективности.

Персональная критика в адрес автора(-ов) рукописи недопустима. Рецензент должен аргументировать свои замечания и обосновывать свое решение о принятии рукописи или о ее отклонении.

Национальность, религиозная принадлежность, политические или иные взгляды автора(-ов) не должны приниматься во внимание и учитываться в процессе рецензирования рукописи рецензентом(-ами).

Экспертная оценка, составленная рецензентом должна способствовать принятию решения редакцией о публикации и помогать автору улучшить рукопись.

Решение о принятии рукописи к публикации, возвращение работы автору на изменение или доработку, либо решение об отклонении от публикации принимается редколлегией опираясь на результаты рецензирования.

Принцип своевременности рецензирования. Рецензент обязан предоставить рецензию в срок, определенный редакцией, но не позднее 2-4 недель с момента получения рукописи на рецензирование. Если рассмотрение статьи и подготовка рецензии в назначенные сроки невозможны, то рецензент должен незамедлительно уведомить об этом научного редактора.

Рецензент, который считает, что его квалификация не соответствует либо недостаточна для принятия решения при рецензировании предоставленной рукописи должен незамедлительно сообщить об этом научному редактору и отказаться от рецензирования рукописи.

Принцип конфиденциальности со стороны рецензента. Рукопись, предоставленная рецензенту на рецензирование должна рассматриваться как конфиденциальный материал. Рецензент имеет право демонстрировать ее и/или обсуждать с другими лицами только после получения письменного разрешения со стороны научного редактора журнала и/или автора(-ов).

Информация и идеи научной работы, полученные в ходе рецензирования и обеспечения публикационного процесса, не должны быть использованы рецензентом(-ами) для получения личной выгоды.

Принцип подтверждения источников. Рецензент должен указать научные работы, которые оказали бы влияние на исследовательские результаты рассматриваемой рукописи, но не были приведены автором(-ами). Также рецензент обязан обратить внимание научного редактора на значительное сходство или совпадение между рассматриваемой рукописью и ранее опубликованной работой, о котором ему известно.

Если у рецензента имеются достаточные основания полагать, что в рукописи содержится плагиат, некорректные заимствования, ложные и сфабрикованные материалы или результаты исследования, то он не должен допустить рукопись к публикации и проинформировать научного редактора журнала о выявленных нарушениях принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Права и обязанности авторов

Публикационная этика базируется на соблюдении принципов:

Однократность публикации. Автор(-ы) гарантируют что представленная в редакцию рукопись статьи не была представлена для рассмотрения в другие издания. Представление рукописи одновременно в нескольких журналах/изданиях неприемлемо и является грубым нарушением принципов, стандартов и норм публикационной этики.

Авторство рукописи. Лицо, которое внесло наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и указывается первым в списке авторов.

Для каждой статьи должен быть назначен автор для корреспонденции, который отвечает за подготовку финальной версии статьи, коммуникацию с редколлекцией, должен обеспечить включение всех участников исследования (при количестве авторов более одного), внесших в него достаточный вклад, в список авторов, а также получить одобрение окончательной версии рукописи от всех авторов для представления в редакцию для публикации. Все авторы, указанные в рукописи/статье, несут ответственность за содержание работы.

Принцип оригинальности. Автор(-ы) гарантирует, что результаты исследования, изложенные в рукописи, представляют собой оригинальную самостоятельную работу, и не содержат некорректных заимствований и плагиата, которые могут быть выявлены в процессе.

Авторы несут ответственность за публикацию статей с признаками неэтичного поведения, плагиата, самоплагиата, самоцитирования, фальсификации, фабрикация, искажения данных, ложного авторства, дублирования, конфликта интересов и обмана.

Принцип подтверждения источников. Автор(ы) обязуется правильно указывать научные и иные источники, которые он(и) использовал(и) в ходе исследования. В случае использования каких-либо частей чужих работ и/или заимствования утверждений другого автора(-ов) в рукописи должны быть указаны библиографические ссылки с указанием автора(-ов) первоисточника. Информация, полученная из сомнительных источников не должна использоваться при оформлении рукописи.

В случае, если у рецензентов, научного редактора, члена(-ов) редколлекции журнала возникают сомнения подлинности и достоверности результатов исследования, автор(-ы) должны предоставить дополнительные материалы для подтверждения результатов или фактов, приводимых в рукописи.

Исправление ошибок в процессе публикации. В случае выявления ошибок и неточностей в работе на любой стадии публикационного процесса авторы обязуются в срочном порядке сообщить об этом научному редактору и оказать помощь в устранении или исправлении ошибки для публикации

на сайте журнала соответствующей коррекции (Erratum или Corrigendum) с комментариями. В случае обнаружения грубых ошибок, которые невозможно исправить, автор(-ы) должен(-ны) отозвать рукопись/статью.

Принцип соблюдения публикационной этики. Авторы обязаны соблюдать этические нормы, связанные с критикой или замечаниями в отношении исследований, а также в отношении взаимодействия с редакцией по поводу рецензирования и публикации. Несоблюдение этических принципов авторами расценивается как грубое нарушение этики публикаций и дает основание для снятия рукописи с рецензирования и/или публикации.

Конфликт интересов

Конфликт интересов, по определению Комитета по публикационной этике (COPE), это конфликтные ситуации, в которых авторы, рецензенты или члены редколлекции имеют неявные интересы, способные повлиять на их суждения касательно публикуемого материала. Конфликт интересов появляется, когда имеются финансовые, личные или профессиональные условия, которые могут повлиять на научное суждение рецензента и членов редколлекции, и, как результат, на решение редколлекции относительно публикации рукописи.

Главный редактор, член редколлекции и рецензенты должны оповестить о потенциальном конфликте интересов, который может как-то повлиять на решение редакционной коллегии. Члены редколлекции должны отказаться от рассмотрения рукописи, если они состоят в каких-либо конкурентных отношениях, связанных с результатами исследования автора(-ов) рукописи, либо если существует иной конфликт интересов.

При подаче рукописи на рассмотрение в журнал, автор(-ы) заявляет о том, что в содержании рукописи указаны все источники финансирования исследования; также указывают, какие имеются коммерческие, финансовые, личные или профессиональные факторы, которые могли бы создать конфликт интересов в отношении поданной на рассмотрение рукописи. Автор(ы), в письме при наличии конфликта интересов, могут указать ученых, которые, по их мнению, не смогут объективно оценить их рукопись.

Рецензент не должен рассматривать рукописи, которые могут послужить причинами конфликта интересов, проистекающего из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кем-либо из авторов, имеющих отношение к рукописи.

В случае наличия конфликта интересов с содержанием рукописи, ответственный секретарь должен известить об этом главного редактора, после чего рукопись передается другому рецензенту.

Существование конфликта интересов между участниками в процессе рассмотрения и рецензирования не значит, что рукопись будет отклонена.

Всем заинтересованным лицам необходимо, по мере возможности избегать возникновения конфликта интересов в любых вариациях на всех этапах публикации. В случае возникновения какого-либо конфликта интересов тот, кто обнаружил этот конфликт, должен незамедлительно оповестить об этом редакцию. То же самое касается любых других нарушений принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Неэтичное поведение

Неэтичным поведением считаются действия авторов, редакторов или издателя, в случае самостоятельного предоставления рецензии на собственные статьи, в случае договорного и ложного рецензирования, в условиях обращения к агентским услугам для публикации результатов научного исследования, лжеавторства, фальсификации и фабрикация результатов исследования, публикация недостоверных псевдо-научных текстов, передачи рукописи статей в другие издания без разрешения авторов, передачи материалов авторов третьим лицам, условия когда нарушены авторские права и принципы конфиденциальности редакционных процессов, в случае манипуляции с цитированием, плагиатом.

Теруге 05.03.2025 ж. жіберілді. Басуға 28.03.2025 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа
7,50 Мб RAM

Шартты баспа табағы 10,01. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Тапсырыс № 4343

Сдано в набор 05.03.2025 г. Подписано в печать 28.03.2025 г.

Электронное издание
7,50 Мб RAM

Усл.печ.л. 10,01. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка Е. Е. Калихан
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Заказ № 4343

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университеті» КЕ АҚ
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
«Торайғыров университеті» КЕ АҚ
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
+7(718)267-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz
www.vestnik.tou.edu.kz
<https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>