



ISSN 1728-7901

Индекс 74231

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық
университеті

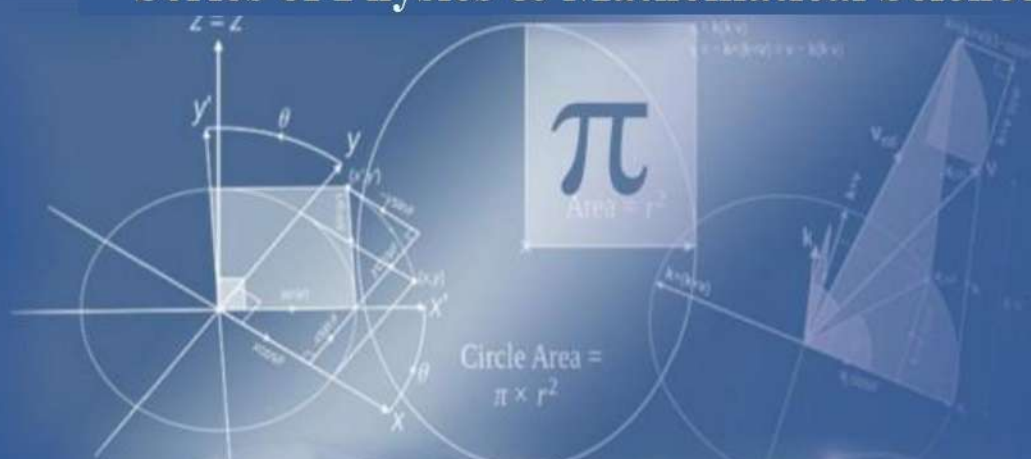
Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

ЖАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

«Физика-математика ғылымдары» сериясы

серия «Физико-математические науки»

Series of Physics & Mathematical Sciences



№ 4(80)

2022

$E=mc^2$

ISSN 1728-7901

Индекс 74231

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

ХАБАРШЫ

«Физика-математика ғылымдары» сериясы
Серия «Физико-математические науки»
Series of Physics & Mathematical Sciences
№4(80)

Алматы, 2022

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ
«Физика-математика ғылымдары»
сериясы №4 (80), 2022 ж.

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

Редакция алқасы:

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

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

Редакциялық алқа мүшелері:

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

© Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 2022

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

Басуға 27.12.2022 қол қойылды
Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 40,125 е.б.т.
Таралымы 300 дана. Тапсырыс 621.

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

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

МАТЕМАТИКА

MATHEMATICS

Бесжанова А.Т., Темирханова А.М.
Весовая оценка оператора типа Гильберта Стилтеса при
 $1 < q < p < \infty$ 7

Біргебаев А.Б., Муратбеков М.Б., Сахабаева А.М.
Сызықты емес шредингер стационарлық тендеуінің
шешімдерінің тегістігі (бөліктенуі) 17

Махмудова Ш.Д., Махмудов А.Д., Уразгалиева А.Н.
Принцип Кротова и равновесные ситуации в
дифференциальных играх 26

Муханбет А.А., Накибаева М.Т., Дарибаев Б.С.
Кванттық арифметикалық амалдарды кванттық Фурье
түрлендіру көмегімен бүтін таңбалармен жүзеге асыру 34

Temirkhanova A.M., Sarsenaly D.S., Sarybai M.
Weighted estimates for discrete iterated Hardy operator 42

ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР МЕН МЕХАНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ
МОДЕЛЬДЕУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

MODELING OF PHYSICAL PROCESSES AND MECHANICAL
SYSTEMS

Заурбеков Н.С., Айдосов А.А., Заурбекова Н.Д.,
Зәуірбекова Г.Н., Регинбаева Н.Ә.
Атмосферада зиянды қоспалардың тасымалдану модельдерін
есептеу эксперименті 54

Кулакаева А.Е., Дайнеко Е.А., Айтмагамбетов А.З,
Онгенбаева Ж.Ж., Кожахметова Б.А.
Повышение точности определения координат наземных
радиоэлектронных средств при спутниковом
радиомониторинге 63

МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

Ахмедиева Г.Б., Сеитова С.М., Егембердиева С.Ш.
Оқушылардың функционалды сауаттылығын қалыптастыру –
кәсіби құзыреттілікті жетілдірудің бір жолы 71

Бейсебай П.Б., Мұхамедиев Ғ.Х.
Сандық қатар және оның жинақтылығы ұғымдарын енгізудің
бір әдістемесі 80

Казахский национальный
педагогический университет
имени Абая

ВЕСТНИК
Серия «Физико-математические науки»
№4 (80), 2022 г.

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

© Казахский национальный педагогический
университет им. Абая, 2022

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

Подписано в печать 27.12.2022.
Формат 60x84 1/8. Об. 40,125 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз. Заказ 621.

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

Біргебаев А.Б., Сахабаева А.М. Дифференциалдық операторлардың бөліктенуі мәселелерін оқытудың пәнаралық байланысы мен бағыттары	89
Заурбеков Н.С., Исаев Т.Б. Теңсіздіктер тақырыбын оқытуда оқушылардың графикалық іскерліктерін қалыптастыру әдістемесі	97
Кокажаева А.Б., Ханжарова Б.С., Сейтбекова Г.О., Шонбасова У.С., Батырбаева Г.А. Стандартты емес мәтіндік есептерді шығаруды оқытудың әдіс-тәсілдері	106
Рахметуллина Ж.Т., Мукашева Р.У., Мухамедова Р.О., Увалиева И.М., Аменова Ф.С. Эффективные инструменты решения математических задач, влияющие на математические способности учащихся	116
Совет Л.Е., Касенов С.Е., Тлеулесова А.М., Иманбаев Б.М., Әбен Г.Б. Фигураның ауданын табуда анықталған интегралды қолданудың тиімді жолдары	123
Шияпов К.М., Алтынбеков Ш.Е., Уалиханова Б.С. Болашақ математика мұғалімінің зерттеу қабілетін дамытуда математикалық олимпиада есептерінің түрлері	132
ИНФОРМАТИКА COMPUTER SCIENCE	
Abeshev K., Kulzhanova A., Bakibayev T., Dolayev M. Analysis of antifraud methods and cybersecurity for online quiz applications	126
Bazarbai A.K., Berdaly A.K., Abdiakhmetova Z.M., Jotsov V. Study of impact signs on the quality of education by machine learning algorithms	146
Гусманова Ф.Р., Абдулкаримова Г.А., Дальбекова К.С., Беркимбаева С.Б., Кенжегулова С.Б. Жасанды интеллекттің және бизнес-аналитиканың өзара әрекетін талдау	155
Кусаинов Ч.К. Дифференциация инвестиционных рисков на основе нечетких финансовых показателей	163
Rakhimova D., Adali Eşref, Shormakova A., Turarbek A., Suleimenov Ye. A task of synthetic corpora generation for the low-resource language	169
Сейлова Н.А., Батыргалиев А.Б., Джангозин Ж.А., Горлов Л.В., Нургабылов Н.Н. Мобильное устройство оценки качества маскирующих шумовых помех	180

Abai Kazakh National
Pedagogical University

BULLETIN
Ser. Physics & Mathematical Sciences

№4 (80), 2022.

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

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

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

Editorial board:

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

© Abai Kazakh National Pedagogical
University, 2022

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

Signed to print 27/12/2022
Format 60x84 1/8. Vol. 40,125 p.
Printing 300 copies. Order 621.

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

ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ.
БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ.
ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

METHODS OF TEACHING COMPUTER SCIENCE.
INFORMATIZATION OF EDUCATION

- Абдыкеримова Э.А., Туркменбаев А.Б., Тілеубай С.Ш.
Программалау бойынша олимпиадаларға дайындауда білім
алушылардың пәнге қызығушылығын арттыру 189
- Ахметова Ж.Б., Сейтова А., Савельева В.
Эвтагогика негізінде қашықтықтан оқыту бойынша
студенттердің өздік жұмысын бақылау мен бағалау 201
- Бегимбетова Г.А., Шекербекова Ш.Т., Оспанкулов Е.
Болашақ мұғалімдерді оқытуда CLIL және цифрлық
технологияларды кіріктіре пайдалану 210
- Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., Курманғалиева Н.А.
Педагогикалық жоғары оқу орнының цифрлық білім беру
ортасын қалыптастыру моделі 219
- Ерсултанова А.С., Карелхан Н.
Инклюзивті білім беруде цифрлық сауаттылықты жобаға
бағыттап оқытудың теориялық негіздері 228
- Курманғалиева Н.А.
Ақпараттандыру технологияларын интеграциялау арқылы
болашақ педагогтарды даярлаудың тиімділігін
эксперименттік негіздеу 236
- Мадьярова Г.А., Саттар П.Р.
Цифрлық технологияларды қолдану негізінде ақпараттық
қауіпсіздікті оқыту ерекшеліктері 244
- Рахимжанова Л.Б., Аджан С.З.
Қашықтықтан оқыту жағдайында мұғалімнің цифрлық
күзйреттілік деңгейін арттыру 251
- Сәлғожа И.Т., Қасекеева А.Б.
Болашақ информатика мұғалімдерінің оқушылардың
функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыруға
дайындығы 259
- Серік М., Жумагулова С.К., Абилдаева Г.Б.
Особенности обучения параллельным вычислениям в базах
данных 269
- Усембаева И.Б., Раманкулов Ш.Ж., Битибаева Ж.М.,
Молдабекова М.С., Полатұлы С.
Физиканы оқытудың қолданбалы бағытын дамыту үшін
steam технологиясын қолдану 277

МАТЕМАТИКА

MATHEMATICS

МРНТИ 27.39.19

УДК 517.98

<https://doi.org/10.51889/5008.2022.53.73.001>

А.Т. Бесжанова^{1*}, А.М. Темирханова¹

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

*e-mail: beszhanova@mail.ru

ВЕСОВАЯ ОЦЕНКА ОПЕРАТОРА ТИПА ГИЛЬБЕРТА СТИЛТЬЕСА ПРИ $1 < q < p < \infty$

Аннотация

В теории матричных операторов большое значение имеют точные оценки их норм в различных пространствах последовательностей. В настоящее время, нахождения точных значений норм дискретного оператора, даже, в классических пространствах последовательностей Лебега, вообще говоря, является открытой проблемой и не всегда можно найти необходимые и достаточные условия выполнения различных весовых оценок для некоторых классов матричных операторов. Поэтому установление весовых оценок для некоторых классов матричных операторов, двухсторонних оценок норм являются актуальными задачами современной теории дискретных операторов. В работе рассматривается задача нахождения необходимых и достаточных условий для выполнения дискретного неравенства типа Гильберта-Стилтьеса при $1 < q < p < \infty$. Кроме того, представлен альтернативный способ доказательства дискретного неравенства типа Харди с переменными пределами суммирования.

Ключевые слова: Неравенство типа Харди, ограниченность оператора, весовые пространства Лебега, оператор типа Гильберта-Стилтьеса.

Аңдатпа

А.Т. Бесжанова¹, А.М. Темирханова¹

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

$1 < q < p < \infty$ ЖАҒДАЙДАҒЫ ГИЛЬБЕРТ-СТИЛТЬЕС ОПЕРАТОРЫНЫҢ САЛМАҚТЫ БАҒАЛАУЫ

Матрицалық операторлар теориясында олардың әртүрлі тізбекті кеңістіктеріндегі нормаларын нақты бағалаудың маңызы зор. Қазіргі уақытта дискретті оператор нормаларының дәл мәндерін табу, тіпті классикалық Лебег тізбектері кеңістігінде де, жалпы алғанда, ашық мәселе болып табылады және кейбір матрицалық операторлар кластары үшін әртүрлі салмақтық бағалауларды орындалуының қажетті және жеткілікті шарттарын табу әрқашан мүмкін емес. Сондықтан матрицалық операторлардың кейбір кластары үшін салмақтық бағалауларды орнату, нормалардың екі жақты бағалауларын алу қазіргі заманғы дискретті операторлар теориясының өзекті мәселелері болып табылады. Бұл жұмыста $1 < q < p < \infty$ жағдайындағы Гильберт-Стилтьес типті дискретті теңсіздіктің орындалуының қажетті және жеткілікті шарттарын табу мәселесін қарастырамыз. Сонымен қатар, қосындылау шектері айнымалы болатын Харди типті теңсіздікті дәлелдеудің балама жолы ұсынылған.

Түйін сөздер: Харди типті теңсіздік, оператордың шенелгендігі, Лебег салмақты кеңістіктері, Гильберт-Стилтьес типті операторы.

Abstract

A WEIGHTED ESTIMATE OF THE HILBERT STIELTJES TYPE OPERATOR FOR $1 < q < p < \infty$

Beszhanova A.T.¹, Temirkhanova A.M.¹

¹ Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

In the theory of matrix operators, the sharp estimates of their norms in various spaces of sequences are of great importance. At present, finding the exact values of the norms of a discrete operator, even in the classical spaces of Lebesgue sequences, is an open problem and it is not always possible to find necessary and sufficient conditions for fulfillment various weighted estimates for some classes of matrix operators. Therefore, the establishment of weighted estimates for certain classes of matrix operators, two-sided estimates of norms are actual problems of the modern theory of discrete operators. In this paper we consider the problem of finding necessary and sufficient conditions for the

fulfillment of a discrete Hilbert-Stieltjes type inequality when $1 < q < p < \infty$. Moreover, an alternative proof of a discrete Hardy-type inequality with variable limits of summation is presented.

Keywords: Hardy-type inequality, boundedness, weighted Lebesgue spaces, Hilbert-Stieltjes type operator.

Введение

Пусть $1 < p, q < \infty$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$, $u = \{u_i\}_{i=1}^{\infty}$ последовательность неотрицательных, $v = \{v_i\}_{i=1}^{\infty}$ - последовательность положительных действительных чисел. Пусть $l_{p,v}$ - пространство последовательностей $f = \{f_i\}_{i=1}^{\infty}$ действительных чисел, для которых конечна норма $\|f\|_{p,v} = \left(\sum_{i=1}^{\infty} |v_i f_i|^p\right)^{\frac{1}{p}}$, $1 \leq p < \infty$.

В начале XX века было доказано известное неравенство двойного ряда Гильберта следующего вида

$$\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_k g_n}{k+n} < \frac{\pi}{\sin(\pi/p)} \left(\sum_{k=1}^{\infty} f_k^p\right)^{\frac{1}{p}} \left(\sum_{n=1}^{\infty} g_n^{p'}\right)^{\frac{1}{p'}}, \quad p > 1, \tag{1}$$

где $f_k, g_n \geq 0$, $\sum_{n=1}^{\infty} f_n^p < \infty$, $\sum_{n=1}^{\infty} g_n^{p'} < \infty$ и $\frac{\pi}{\sin(\pi/p)}$ наилучшая константа в (1) (см. [1]).

Неравенство (1) эквивалентно неравенству Харди-Гильберта следующего вида

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_k}{k+n}\right)^p\right)^{\frac{1}{p}} < \frac{\pi}{\sin(\pi/p)} \left(\sum_{n=1}^{\infty} f_n^p\right)^{\frac{1}{p}}, \quad f_n \geq 0 \tag{2}$$

выполнение которого означает ограниченность оператора Гильберта:

$$(Hf)_n = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_k}{k+n}$$

из l_p в l_p (см. [2]). Отметим, что аналогичная связь сохраняется между интегральными аналогами неравенств (1) и (2) с наилучшей постоянной $\frac{\pi}{\sin(\pi/p)}$ (см. [1], [2]).

Неравенство (1) и его обобщение сыграли фундаментальную роль в развитии многих разделов математики, и значительное внимание многих авторов было уделено неравенствам двойного ряда Гильберта, его интегральному аналогу, обратным неравенствам, и различным обобщениям. В работах [3], [4] были установлены ограниченность интегрального оператора Стильеса следующего вида

$$S_{\gamma} f(x) = \int_0^{\infty} \frac{f(t)}{(x+t)^{\gamma}} dt, \quad x > 0, \quad \gamma > 0,$$

в весовых пространствах Лебега и весовые оценки для его дискретного аналога.

$$(Sf)_n = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_k}{(k+n)^{\gamma}}, \quad \gamma > 0$$

при $1 \leq p \leq q < \infty$ и $1 < q < p < \infty$ соответственно. Более того, в работе [5] были получены эквивалентность четырех альтернативных условий выполнения весового интегрального неравенства для оператора Стильеса при $1 \leq p \leq q < \infty$. Аналогичный результат для весового интегрального неравенства

Стилтьеса при $0 < q < p, 1 < p < \infty$ было получено в [6], где, в частности, дано новое доказательство результата Г. Синнамона [4], который также охватывает случай $0 < q < 1$.

В данной работе мы рассматриваем обобщенное неравенство Гильберта-Стилтьеса следующего вида

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} |u_n (Tf)_n|^q \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left(\sum_{n=1}^{\infty} |v_n f_n|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad \forall f \in l_{p,v}, \quad (3)$$

где

$$(Tf)_n = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_k}{(b(k) + b(n))^\gamma} \quad (4)$$

оператор типа Гильберта-Стилтьеса, $\gamma > 0$ и $\{b(n)\}_{n=1}^{\infty}$ - строго возрастающая последовательность натуральных чисел, таких что $b(1) = 1, \lim_{n \rightarrow \infty} b(n) = \infty$.

Целью работы является установить необходимое и достаточное условие выполнения весовой оценки (3) для оператора типа Гильберта – Стилтьеса при $1 < q < p < \infty$. Отметим, что при $\gamma = 1, b(n) = n$ и $q = p$ неравенство (3) совпадает с неравенством (2). При $b(n) = n$ оператор T совпадает с дискретным аналогом оператора Стилтьеса.

Оператор (4) для неотрицательной последовательности действительных чисел $f = \{f_i\}_{i=1}^{\infty}$ можно представить в виде суммы двух дискретных операторов типа Харди с верхним и нижним переменными пределами суммирования следующим образом

$$(Tf)_n = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f_k}{(b(k) + b(n))^\gamma} \approx \frac{1}{b^\gamma(n)} \sum_{k=1}^{b(n)} f_k + \sum_{k=b(n)}^{\infty} \frac{f_k}{b^\gamma(k)} = (T_1 f)_n + (T_2 f)_n. \quad (5)$$

Тогда выполнение неравенства (3) характеризуется разбиением на два весовых неравенства типа Харди для $f \geq 0$, и, таким образом, мы получаем два различных условия. В работах [7], [8] получены необходимые и достаточные условия выполнения весового неравенства (3) для дискретных операторов типа Харди T_1, T_2 при $\gamma = 0$. Случай когда $1 < p \leq q < \infty$ было доказано в работе [9].

Из вышесказанного следует, что для получения основного результата статьи (см. Теорему 1), прежде всего, необходимо установить критерии выполнения дискретных весовых оценок неравенства типа Харди (см. теоремы 2 и 3) для операторов T_1, T_2 с переменными пределами суммирования следующих видов

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left| u_n \sum_{k=1}^{b(n)} f_k \right|^q \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left(\sum_{k=1}^{\infty} |v_k f_k|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad \forall f \in l_{pv}, \quad (6)$$

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left| u_n \sum_{k=b(n)}^{\infty} f_k \right|^q \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left(\sum_{k=1}^{\infty} |v_k f_k|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad \forall f \in l_{pv}, \quad (7)$$

которые также имеют важные независимые значения. Отметим, что метод доказательства достаточности неравенств (6) и (7) отличается от доказательства работ [7] и [8].

Методы исследования

Здесь мы применяем метод локализации, т.е. метод разбиения на «пачки» последовательности значений матричного оператора в каждой точке, позволяющий удобно оценить суммы по пачкам, благодаря которому достигаются основные результаты. Также в ходе оценки использовались различные классические неравенства.

Приведем необходимые утверждения используемые в доказательстве основных результатов:

Лемма А. [10] Пусть $\gamma > 0$ и $1 \leq n < N \leq \infty$. Тогда для любой последовательности $h_k \geq 0$

$$\left(\sum_{k=n}^N h_k \right)^\gamma \approx \sum_{k=n}^N \left(\sum_{i=n}^k h_i \right)^{\gamma-1} h_k, \quad (8)$$

$$\left(\sum_{k=n}^N h_k \right)^\gamma \approx \sum_{k=n}^N \left(\sum_{i=k}^N h_i \right)^{\gamma-1} h_k. \quad (9)$$

Лемма В. [7] Пусть $1 < q < p < \infty$. Тогда

$$\tilde{B}_1 := \left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{k=n}^{\infty} u_k^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{k=1}^{b(n)} v_k^{1-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} u_k^q \right)^{\frac{p-q}{pq}} = \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^{\infty} u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p-q}{pq}} =: B_1$$

Замечание. В дальнейшем символ $M \ll K$ означает, что $M \leq cK$, где константа $c > 0$ зависит только от несущественных параметров. Если $M \ll K \ll M$, то $M \approx K$. Также предположим, что

$$\sum_{i=k}^m = 0, \text{ если } m < k.$$

Основные результаты. Обозначим через $\sigma(s) := \{n \in N : b(n) \leq s\}$. Отметим, что $\sigma(s) \neq \emptyset$, т.к. по крайней мере $1 \in \sigma(s)$. Пусть $s \in N$. Для $\forall s \in N$ положим $b^{-1}(s) := \max\{\sigma(s)\}$. Тогда $b^{-1}(b(s)) = s$, $b(b^{-1}(s)) \leq s$.

Теорема 1. Пусть $1 < q < p < \infty$. Тогда неравенство (3) выполняется тогда и только тогда, когда $F = F_1 + F_2 < \infty$, где

$$F_1 = \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^{\infty} \frac{u_j^q}{b^\gamma(j)} \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p-q}{pq}} < \infty,$$

$$F_2 = \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=k}^{\infty} \frac{v_j^{-p'}}{b^\gamma(j)} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^{b^{-1}(k)} u_i^q \right)^{\frac{p}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p-q}{pq}}.$$

Кроме того, $F \approx C$, где C – наименьшая константа в (3).

Прежде чем доказать Теорему 1, установим критерии выполнения неравенств (6) и (7).

Теорема 2. Пусть $1 < q < p < \infty$. Тогда неравенство (6) выполняется тогда и только тогда, когда

$$B_1 = \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^{\infty} u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p-q}{pq}} < \infty, \quad (10)$$

Кроме того, $B_1 \approx C$, где C – наименьшая константа в (6).

Доказательство. Необходимость. Пусть неравенство (6) выполняется для $\forall f \in l_{p'}$. Покажем что

$B_1 < \infty$. Пусть $m \geq 1$ и рассмотрим тестовую последовательность следующего вида:

$$\tilde{f}_k = \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^m u_j^q \right)^{\frac{1}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{q-1}{p-q}} v_k^{-p'} \text{ при } 1 \leq k \leq m \text{ и } \tilde{f}_k = 0 \text{ при } k > m.$$

Тогда

$$\|\tilde{f}\|_{pv} = \left(\sum_{k=1}^{\infty} v_k^p \tilde{f}_k^p \right)^{\frac{1}{p}} = \left(\sum_{k=1}^m \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^m u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{1}{p}}. \quad (11)$$

Подставляя \tilde{f}_k в левую часть неравенства (6), применяя (8) и поменяв порядок суммирования получим

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} \left(u_n \sum_{k=1}^{b(n)} \tilde{f}_k \right)^q &>> \sum_{n=1}^m u_n^q \sum_{k=1}^{b(n)} \tilde{f}_k \left(\sum_{i=1}^k \tilde{f}_i \right)^{q-1} \approx \sum_{k=1}^{b(m)} \tilde{f}_k \left(\sum_{i=1}^k \tilde{f}_i \right)^{q-1} \sum_{n=b^{-1}(k)}^m u_n^q = \\ &= \sum_{k=1}^{b(m)} \tilde{f}_k \left(\sum_{n=b^{-1}(k)}^m u_n^q \right) \left(\sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=b^{-1}(i)}^m u_j^q \right)^{\frac{1}{p-q}} \left(\sum_{s=1}^i v_s^{-p'} \right)^{\frac{q-1}{p-q}} v_i^{-p'} \right)^{q-1} >> \\ &>> \sum_{k=1}^{b(m)} \tilde{f}_k \left(\sum_{n=b^{-1}(k)}^m u_n^q \right) \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^m u_j^q \right)^{\frac{q-1}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{p-1}{p-q}}^{q-1} = \sum_{k=1}^{b(m)} \tilde{f}_k \left(\sum_{n=b^{-1}(k)}^m u_n^q \right)^{\frac{p-1}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{(p-1)(q-1)}{p-q}} = \\ &= \sum_{k=1}^{b(m)} \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^m u_j^q \right)^{\frac{1}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{q-1}{p-q}} v_k^{-p'} \left(\sum_{n=b^{-1}(k)}^m u_n^q \right)^{\frac{p-1}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{(p-1)(q-1)}{p-q}} = \\ &= \sum_{k=1}^{b(m)} \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^m u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'}, \quad \forall m \in \mathbb{N}. \end{aligned} \quad (12)$$

Из (6), (11) и (12) следует что

$$B_1 \ll C < \infty. \quad (13)$$

Достаточность. Пусть $f \geq 0$. Для $i \geq 1$ определим следующее множество

$$\Omega_i = \left\{ k \in \mathbb{Z} : 2^k \leq (Pf)_i = \sum_{k=1}^{b(i)} f_k \right\}, \quad k_i = \max \Omega_i. \quad (14)$$

Тогда

$$2^{k_i} \leq (Pf)_i < 2^{k_i+1}, \quad i \geq 1. \quad (15)$$

Пусть $m_1 = 1$ и $M_1 = \{i \in \mathbb{N} : k_i = k_1 = k_{m_1}\}$. Предположим, что m_2 такой, что $\sup M_1 + 1 = m_2$. Очевидно, $m_2 > m_1$ и если множество M_1 ограничено сверху то $m_2 < \infty$ и $m_2 - 1 = \max M_1 = \sup M_1$. Пусть определен $1 = m_1 < m_2 < \dots < m_s < \infty, s \geq 1$.

Для определения m_{s+1} предположим, что $m_{s+1} = \sup M_s + 1$, где $M_s = \{i \in \mathbb{N} : k_i = k_{m_s}\}$. Пусть $N_0 = \{s \in \mathbb{N} : m_s < \infty\}$. Далее мы предполагаем $k_{m_s} = n_s, s \in N_0$. По определению m_s и из (15) следует, что при $s \in N_0$

$$2^{n_s} \leq (Pf)_i < 2^{n_s+1}, \quad m_s \leq i \leq m_{s+1} - 1 \quad (16)$$

и

$$N = \bigcup_{s \in N_0} [m_s, m_{s+1}), \quad N = \bigcup_{s \in N_0} [b(m_s), b(m_{s+1})),$$

где $[m_s, m_{s+1}) \cap [m_l, m_{l+1}) = \emptyset, [b(m_s), b(m_{s+1})) \cap [b(m_l), b(m_{l+1})) = \emptyset, s \neq l$.

Отсюда

$$\|Pf\|_{q,u}^q = \sum_{s \in N_0} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} (Pf)_j^q u_j^q = \sum_{j=m_1}^{m_2-1} (Pf)_j^q u_j^q + \sum_{j=m_2}^{m_3-1} (Pf)_j^q u_j^q + \sum_{s \geq 3} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} (Pf)_j^q u_j^q. \quad (17)$$

По отдельности рассмотрим три случая. $s = 1$. Используя (16), (9) и неравенство Гелдера получаем

$$\begin{aligned} 1) \quad & \sum_{j=m_1}^{m_2-1} (Pf)_j^q u_j^q \leq \sum_{j=m_1}^{m_2-1} (2^{n_1+1})^q u_j^q \ll 2^{2qn_1} \sum_{j=m_1}^{m_2-1} u_j^q \leq (Pf)_{m_1}^q \sum_{j=m_1}^{m_2-1} u_j^q \leq \left(\sum_{k=1}^{b(m_1)} f_k \right)^q \sum_{j=m_1}^{\infty} u_j^q \approx \\ & \approx \left(\sum_{k=1}^{b(m_1)} f_k \right)^q \left(\sum_{j=m_1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \leq \left(\sum_{k=1}^{b(m_1)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \left(\sum_{k=1}^{b(m_1)} f_k^p v_k^p \right)^{\frac{q}{p}} \left(\sum_{j=m_1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} = \\ & \ll \left(\sum_{j=m_1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \left(\sum_{k=1}^{b(m_1)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \|f\|_{p,v}^q \leq \left(\sum_{j=m_1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{k=1}^{b(j)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \|f\|_{pv}^q = \\ & \leq \left(\left(\sum_{j=1}^{\infty} \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{k=1}^{b(j)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{pq}} u_j^q \right)^q \|f\|_{pv}^q = \tilde{B}_1^q \|f\|_{p,v}^q. \end{aligned}$$

Тогда в силу Лемма В получаем

$$\sum_{j=m_1}^{m_2-1} (Pf)_j^q u_j^q \ll B_1^q \|f\|_{pv}^q. \quad (18)$$

2) Для второго случая при $s = 2$ используя (16), (9), неравенство Гелдера и Лемму В получаем

$$\begin{aligned} \sum_{j=m_2}^{m_3-1} (Pf)_j^q u_j^q & \leq 2^{(n_2+1)q} \sum_{j=m_2}^{m_3-1} u_j^q \ll 2^{n_2q} \sum_{j=m_2}^{m_3-1} u_j^q \leq (Pf)_{m_2}^q \sum_{j=m_2}^{m_3-1} u_j^q \leq \left(\sum_{k=1}^{b(m_2)} f_k \right)^q \left(\sum_{j=m_2}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \leq \\ & \leq \left(\sum_{k=1}^{b(m_2)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \left(\sum_{k=1}^{b(m_2)} f_k^p v_k^p \right)^{\frac{q}{p}} \left(\sum_{j=m_2}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \leq \\ & \leq \left(\left(\sum_{j=1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{k=1}^{b(j)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{pq}} \right)^q \|f\|_{pv}^q \approx B_1^q \|f\|_{pv}^q. \end{aligned}$$

3) Для $s \geq 3$ и $s \in N_0$, используя $n_{s-2} + 1 \leq n_{s-1}$ вытекающее из неравенств $n_{s-2} < n_{s-1} < n$, оценим 2^{n_s-1} :

$$2^{n_s-1} = 2^{n_s} - 2^{n_s-1} \leq 2^{n_s} - 2^{n_{s-2}+1} \leq \sum_{k=1}^{b(m_s)} f_k - \sum_{k=1}^{b(m_{s-1}-1)} f_k \leq \sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} f_k. \quad (19)$$

Используя (16), (19) и дважды неравенство Гелдера с показателем p, p' и $\frac{p}{p-q}, \frac{p}{p-q}$ соответственно,

неравенство Йенсена и (9) оценим сумму для $s \geq 3$ следующим образом

$$\begin{aligned} & \sum_{s \geq 3} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} (Pf)_j^q u_j^q \leq \sum_{s \geq 3} (2^{n_s+1})^q \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q \ll \sum_{s \geq 3} (2^{n_s-1})^q \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q \leq \sum_{s \geq 3} \left(\sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} f_k \right)^q \sum_{j=m_s}^{\infty} u_j^q \leq \\ & \leq \sum_{s \geq 3} \left(\sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \left(\sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} f_k^p v_k^p \right)^{\frac{q}{p}} \sum_{j=m_s}^{\infty} u_j^q \leq \left(\sum_{s \geq 3} \left(\sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \sum_{j=m_s}^{\infty} u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{s \geq 3} \left(\sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} f_k^p v_k^p \right)^{\frac{q}{p}} \right)^{\frac{q}{p}} \ll \\ & \left(\sum_{s \geq 3} \left(\sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \left(\sum_{j=m_s}^{\infty} u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \|f\|_{pv}^q \approx \left(\sum_{s \geq 3} \left(\sum_{k=b(m_{s-1})}^{b(m_s)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \sum_{j=m_s}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \|f\|_{pv}^q \leq \\ & \leq \left(\left(\sum_{j=1}^{\infty} \left(\sum_{i=j}^{\infty} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{k=1}^{b(j)} v_k^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} u_j^q \right)^{\frac{p-q}{pq}} \right)^q \|f\|_{pv}^q \approx \tilde{B}_1^q \|f\|_{pv}^q. \end{aligned}$$

Отсюда в силу Леммы В получим

$$\sum_{s \geq 3} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} (Pf)_j^q u_j^q \ll B_1^q \|f\|_{pv}^q. \quad (20)$$

Таким образом, из (17), (18) и (20) следует

$$\|Pf\|_{q,u} \ll B_1 \|f\|_{p,v}, \quad f \geq 0,$$

т.е. справедливо неравенство (6) для $f \in l_{p,v}$ и для наименьшей константы в (6) имеет место оценка

$C \ll B_1$, которая вместе с (13) дает $C \approx B_1$. Теорема 2 доказана.

Для доказательства Теоремы 3 используем следующую Лемму:

Лемма 1. Пусть $1 < q < p < \infty$. Тогда имеет место следующая эквивалентность:

$$\left(\sum_{k=1}^{\infty} u_k^q \left(\sum_{j=1}^k u_j^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{i=b(k)}^{\infty} v_i^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{pq}} \approx \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=k}^{\infty} v_j^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^{b^{-1}(k)} u_i^q \right)^{\frac{p}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p-q}{pq}}.$$

Доказательство.

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=1}^j u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{n=b(j)}^{\infty} v_n^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \approx \sum_{j=1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=1}^j u_{i=1}^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \sum_{n=b(j)}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=n}^{\infty} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} = \\ & = \sum_{\tau=1}^{\infty} u_{b^{-1}(\tau)}^q \left(\sum_{i=1}^{b^{-1}(\tau)} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \sum_{n=\tau}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=n}^{\infty} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} = \sum_{n=1}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=n}^{\infty} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \sum_{\tau=1}^n u_{b^{-1}(\tau)}^q \left(\sum_{i=1}^{b^{-1}(\tau)} u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} = \\ & = \sum_{n=1}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=n}^{\infty} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \sum_{j=1}^{b^{-1}(n)} u_j^q \left(\sum_{i=1}^j u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \approx \sum_{n=1}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=n}^{\infty} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \left(\sum_{j=1}^{b^{-1}(n)} u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}}. \end{aligned}$$

Теорема 3. Пусть $1 < q < p < \infty$. Тогда неравенство (7) выполняется тогда и только тогда, когда

$$B_2 = \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=k}^{\infty} v_j^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^{b^{-1}(k)} u_i^q \right)^{\frac{p}{p-q}} v_k^q \right)^{\frac{p-q}{pq}} < +\infty.$$

Кроме того, $B_2 \approx C$, где C – наименьшая константа в (7).

Доказательство. Необходимость. Пусть неравенство (7) выполняется для $\forall f \in l_{pv}$. Покажем что $B_2 < \infty$. Пусть $m \geq 1$ и рассмотрим тестовую последовательность следующего вида:

$$\tilde{f}_k = \left(\sum_{n=1}^{b^{-1}(k)} u_n^q \right)^{\frac{1}{p-q}} \left(\sum_{i=k}^m v_i^{-p'} \right)^{\frac{q-1}{p-q}} v_k^{-p'} \text{ при } 1 \leq k \leq m \text{ и } \tilde{f}_k = 0 \text{ при } k > m.$$

Тогда

$$\|\tilde{f}\|_{pv} = \left(\sum_{k=1}^{\infty} v_k^p \tilde{f}_k^p \right)^{\frac{1}{p}} = \left(\sum_{k=1}^m \left(\sum_{j=1}^{b^{-1}(k)} u_j^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^m v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{1}{p}} \quad (21)$$

Подставляя \tilde{f}_k в левую часть неравенства (7), применяя (9) и поменяв порядок суммирования получим

$$\begin{aligned} & \sum_{n=1}^{\infty} u_n^q \left(\sum_{k=b(n)}^{\infty} \tilde{f}_k \right)^q \approx \sum_{s=1}^{\infty} u_{b^{-1}(s)}^q \sum_{k=s}^{\infty} \tilde{f}_k \left(\sum_{i=k}^{\infty} \tilde{f}_i \right)^{q-1} = \sum_{k=1}^{\infty} \tilde{f}_k \left(\sum_{i=k}^{\infty} \tilde{f}_i \right)^{q-1} \sum_{s=1}^k u_{b^{-1}(s)}^q \geq \\ & \geq \sum_{k=1}^m \tilde{f}_k \left(\sum_{i=k}^m \tilde{f}_i \right)^{q-1} \sum_{s=1}^k u_{b^{-1}(s)}^q = \sum_{k=1}^m \tilde{f}_k \left(\sum_{i=k}^m \tilde{f}_i \right)^{q-1} \sum_{n=1}^{b^{-1}(k)} u_n^q = \\ & = \sum_{k=1}^m \tilde{f}_k \left(\sum_{i=k}^m \left(\sum_{n=1}^{b^{-1}(i)} u_n^q \right)^{\frac{1}{p-q}} \left(\sum_{j=i}^m v_j^{-p'} \right)^{\frac{q-1}{p-q}} v_i^{-p'} \right)^{q-1} \sum_{n=1}^{b^{-1}(k)} u_n^q \geq \sum_{k=1}^m \tilde{f}_k \left(\sum_{i=k}^m \left(\sum_{j=i}^m v_j^{-p'} \right)^{\frac{q-1}{p-q}} v_i^{-p'} \right)^{q-1} \left(\sum_{n=1}^{b^{-1}(k)} u_n^q \right)^{\frac{p-1}{p-q}} \approx \\ & \approx \sum_{k=1}^m \tilde{f}_k \left(\sum_{i=k}^m v_i^{-p'} \right)^{\frac{(p-1)(q-1)}{p-q}} \left(\sum_{n=1}^{b^{-1}(k)} u_n^q \right)^{\frac{p-1}{p-q}} = \sum_{k=1}^m \left(\sum_{n=1}^{b^{-1}(k)} u_n^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=k}^m v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'}, \quad \forall m \in N. \quad (22) \end{aligned}$$

Из (7), (21) и (22) следует что

$$B_2 \ll C < \infty. \quad (23)$$

Достаточность. Пусть $f \geq 0$. Для $i \geq 1$ положим

$$\Omega_i = \left\{ k \in Z : \sum_{n=b(i)}^{\infty} f_n = (Qf)_i \leq 2^{-k} \right\}, \quad k_i = \max \Omega_i. \quad (24)$$

$$\text{Тогда } 2^{-(k_i+1)} < (Qf)_i \leq 2^{-k_i}, \quad i \geq 1. \quad (25)$$

Пусть $m_1 = 1$ и $M_1 = \{i \in N : k_i = k_1 = k_{m_1}\}$. Предположим, что m_2 такой, что $\sup M_1 + 1 = m_2$. Очевидно, $m_2 > m_1$ и если множество M_1 ограничено сверху то $m_2 < \infty$ и $m_2 - 1 = \max M_1 = \sup M_1$. Индуктивно определим $1 = m_1 < m_2 < \dots < m_s < \infty, s \geq 1$. Для определения m_{s+1} предположим, что

$m_{s+1} = \sup M_s + 1$, где $M_s = \{i \in N : k_i = m_s\}$ Пусть $N_0 = \{s \in N : m_s < \infty\}$. Предположим, что $k_{m_s} = n_s, s \in N_0$. По определению m_s и из (25) следует, что при $s \in N_0$

$$2^{-(n_s+1)} < (Qf)_i \leq 2^{-n_s}, \quad m_s \leq i \leq m_{s+1} - 1 \quad (26)$$

и

$$N = \bigcup_{s \in N_0} [m_s, m_{s+1}), \quad N = \bigcup_{s \in N_0} [b(m_s), b(m_{s+1})),$$

где $[m_s, m_{s+1}) \cap [m_l, m_{l+1}) = \emptyset, [b(m_s), b(m_{s+1})) \cap [b(m_l), b(m_{l+1})) = \emptyset, s \neq l$.

Отсюда

$$\|Qf\|_{q,u}^q = \sum_{s \in N_0} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} (Qf)_j^q u_j^q \leq \sum_{s \in N_0} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} 2^{-n_s q} u_j^q = 2^{2q} \sum_{s \in N_0} 2^{-(n_s+2)q} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q. \quad (27)$$

Оценим величину $2^{-(n_s+2)}$ используя $n_s + 2 \leq n_{s+2}$ который следует из $n_s < n_{s+1} < n_{s+2}$

$$\begin{aligned} 2^{-(n_s+2)} &= 2^{-(n_s+1)} - 2^{-(n_s+2)} \leq 2^{-(n_s+1)} - 2^{-n_{s+2}} \leq (Qf)_{m_{s+1}-1} - (Qf)_{m_{s+2}} = \\ &= \sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{\infty} f_n - \sum_{n=b(m_{s+2})}^{\infty} f_n \leq \sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{b(m_{s+2})} f_n \end{aligned} \quad (28)$$

Используя (28) и неравенство Гелдера из (27) получаем

$$\|Qf\|_{q,u}^q \ll \sum_{s \in N_0} 2^{-(n_s+2)} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q \leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{b(m_{s+2})} f_n \right)^q \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q \leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{b(m_{s+2})} v_n^{-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \left(\sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{b(m_{s+2})} f_n^p v_n^p \right)^{\frac{q}{p}} \left(\sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q \right).$$

Применим неравенство Гелдера с показателями $\frac{p}{q}, \frac{p}{p-q}$

$$\begin{aligned} \|Qf\|_{q,u}^q &\leq \left(\sum_{s \in N_0} \left(\left(\sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{b(m_{s+2})} v_n^{-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \left(\sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q \right) \right)^{\frac{p}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \left(\sum_{s \in N_0} \sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{b(m_{s+2})} f_n^p v_n^p \right)^{\frac{q}{p}} \leq \\ &\leq \left(\sum_{s \in N_0} \left(\sum_{n=b(m_{s+1}-1)}^{b(m_{s+2})} v_n^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} u_j^q \left(\sum_{i=m_s}^j u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \|f\|_p^q \leq \\ &\leq \left(\sum_{s \in N_0} \sum_{j=m_s}^{m_{s+1}-1} \left(\sum_{n=b(j)}^{\infty} v_n^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^j u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} u_j^q \right)^{\frac{p-q}{p}} \|f\|_{pv}^q \leq \\ &= \left(\left(\sum_{j=1}^{\infty} u_j^q \left(\sum_{i=1}^j u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \left(\sum_{n=b(j)}^{\infty} v_n^{-p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{qp}} \right)^q \|f\|_{pv}^q. \end{aligned} \quad (29)$$

В силу Леммы 1

$$C \ll B_2 < +\infty. \quad (30)$$

Из (23) и (30) следует что $C \approx B_2$ Используя Теоремы 2 и 3 получаем наш основной результат.

Доказательство Теоремы 1. Из условия (5) следует, что выполнение неравенства (3) равносильно выполнению весовых неравенств типа Харди следующего вида

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left| \frac{u_n}{b^\gamma(n)} \sum_{k=1}^{b(n)} f_k \right|^q \right)^{\frac{1}{q}} \leq C_1 \left(\sum_{k=1}^{\infty} |v_k f_k|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad \forall f \in l_{pv} \quad (31)$$

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left| u_n \sum_{k=b(n)}^{\infty} \frac{f_k}{b^\gamma(k)} \right|^q \right)^{\frac{1}{q}} \leq C_2 \left(\sum_{k=1}^{\infty} |v_k f_k|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad \forall f \in l_{pv} \quad (32)$$

и $C \approx C_1 + C_2$, где C_1, C_2 - наилучшие константы неравенств (31) и (32).

Тогда по теореме 2 и теореме 3 неравенства (31) и (32) выполняются соответственно тогда и только тогда, когда

$$C_1 \approx F_1 = \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=b^{-1}(k)}^{\infty} \frac{u_j^q}{b^\gamma(j)} \right)^{\frac{p}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k v_i^{-p'} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} v_k^{-p'} \right)^{\frac{p-q}{pq}} < \infty$$

$$C_2 \approx F_2 = \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\sum_{j=b(k)}^{\infty} \left(\frac{v_j}{b^\gamma(j)} \right)^{p'} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \left(\sum_{i=1}^k u_i^q \right)^{\frac{q}{p-q}} u_k^q \right)^{\frac{p-q}{pq}}$$

Статья написана при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, Грант № AP09259084 по направлению «Научные исследования в области естественных наук».

Список использованных источников:

- 1 G. H. Hardy, J. E. Littlewood, and G. Polya *Inequalities*, Chap. 9, Cambridge Univ. Press, London, 1952.
- 2 Q. Chen, B. Yang. A survey on the study of Hilbert-type inequalities., *Journal of Inequalities and Applications* 2015 (2015) no. 302.
- 3 K.F. Andersen *Weighted inequalities for the Stieltjes- transformation and Hubert's double series*, Proc. Roy.Soc Edinburgh, 1980, A86, No. 1-2, 75-84.
- 4 G. Sinnamon *A note on the Stieltjes transformation*, Proc. Roy. Soc Edinburgh, 1988. 110A, 73-78
- 5 A. Gogatishvili, A. Kufner, L.-E.Persson *The weighted Stieltjes inequality and applications*, Math.Nachr. 286, No. 7, 659 - 668 (2013)
- 6 A. Gogatishvili, L.-E.Persson, V.D. Stepanov, P. Wall *Some scales of equivalent conditions to characterize the Stieltjes inequality: the case $q < p$* , Math. Nachr. 287, No. 2-3, 242-253 (2014)
- 7 A. Alkhliel. *Discrete inequalities of Hardy type with variable limits of summation. I*, Bull. PFUR. 2010, no. 4, 56-69 (in Russian).
- 8 A. Alkhliel. *Discrete inequalities of Hardy type with variable limits of summation. II*, Bull. PFUR. 2011, no. 1, 5-13 (in Russian).
- 9 A. Temirkhanova, A.Bezhanova. *On a discrete Hilbert-Stieltjes inequality*, Kazakh Math.Journal. 2021. Vol. 21, no. 1, 15-24.
- 10 R. Oinarov, C. A. Okpoti and L.-E.Persson, *Weighted inequalities of Hardy type for matrix operators: the case $q < p$* , Math. Inequal. Appl., 10, 4 (2007), 843–861.

А.Б. Біргебаев¹, М.Б. Муратбеков², А.М. Сахабаева^{1*}

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Тараз мемлекеттік педагогикалық университеті, Тараз қ., Қазақстан

*e-mail: arai_mishon@mail.ru

СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ШРЕДИНГЕР СТАЦИОНАРЛЫҚ ТЕҢДЕУІНІҢ ШЕШІМДЕРІНІҢ ТЕГІСТІГІ (БӨЛІКТЕНУІ)

Аңдатпа

Микробөлшектердің әртүрлі күш өрістеріндегі қозғалыс теңдеуі Шредингер толқынының теңдеуі болып табылады. Кванттық механиканың көптеген сұрақтары, атап айтқанда электромагниттік толқындардың жылулық сәулеленуі сингулярлы дифференциалдық операторлардың бөліну мәселесіне әкеледі. Осындай операторлардың бірі жоғарыдағы Шредингер операторы болып табылады. Бұл жұмыста аталған оператор функционалдық талдау әдістерімен зерттеледі. Шешімнің болуы және Гильберт кеңістігіндегі оператордың бөліктенуі үшін жеткілікті шарттар табылды. Барлық теоремалар бастапқыда Штурм-Лиувилл теңдеуінің үлгісі үшін дәлелденді және жалпы жағдайға дейін кеңейтілді. Шешімнің бар болуы және шешімнің тегістігі бөлімдерінде сызықты емес Штурм-Лиувилл теңдеуі үшін коэрцитивтік бағасының болуын қамтамасыз ететін жеткілікті шарттар табылды және шешімнің бірінші туындысы үшін салмақ нормаларының бағалаулары алынды. Соңғы бөлімдерде шешімнің бар болуы және шешімнің тегістігі бөлімдерінің нәтижелері $m=3$ жағдайындағы Шредингер теңдеуі үшін жалпыланған.

Түйін сөздер: сызықты емес теңдеулер, үздіксіз оператор, эквиваленттілік, потенциалдық функция.

Аннотация

А.Б. Біргебаев¹, М.Б. Муратбеков², А.М. Сахабаева¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

²Таразский государственный педагогический университет

ГЛАДКОСТЬ РЕШЕНИЙ (РАЗДЕЛИМОСТЬ) НЕЛИНЕЙНОГО СТАЦИОНАРНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА

Уравнением движения микрочастицы в различных силовых полях является волновое уравнение Шредингера. Многие вопросы квантовой механики, в частности, тепловое излучение электромагнитных волн приводят к задаче разделимости сингулярных дифференциальных операторов. Одним из таких операторов является вышеуказанный оператор Шредингера. В данной работе исследуется названный оператор методами функционального анализа. Найдены достаточные условия существования решения и разделимости оператора в Гильбертовом пространстве. Все теоремы первоначально доказаны для модельного уравнения Штурма – Лиувилля и распространены на более общий случай. В разделах существования и гладкости решения были найдены достаточные условия, обеспечивающие наличие оценки коэрцитивности для нелинейного уравнения Штурма-Лиувилля, и получены оценки весовых норм для первой производной решения. Результаты разделов существования решения в последних разделах и гладкость решения обобщены для уравнения Шредингера в случае $m=3$.

Ключевые слова: нелинейные уравнения, непрерывный оператор, эквивалентность, потенциальная функция

Abstract

SMOOTHNESS OF SOLUTIONS (SEPARABILITY) OF THE NONLINEAR STATIONARY SCHRÖDINGER EQUATION

Birgebaev A.B.¹, Muratbekov M.B.², Sakhabaeva A.M.¹

¹Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan

²Taraz state pedagogical university, Taraz, Kazakhstan

Schrödinger wave equation is known as an equation that governs the motion of a microparticle in various force fields. The problem of singular differential operators' separability occurs due to examination of various issues in quantum mechanics, especially, thermal radiation of electromagnetic waves. One such operator is the above Schrödinger operator. In this paper, we study the specified operator using functional-analytic methods. We found sufficient conditions for existence of a solution and separability of an operator in the Hilbert space. All theorems were originally proved for the model Sturm–Liouville equation and extended to a more general case. In the sections of the existence of the solution and

the smoothness of the solution, sufficient conditions were found to ensure the existence of a coercivity estimate for the nonlinear Sturm-Liouville equation, and estimates of weight norms for the first derivative of the solution were obtained. The results of the sections the existence of the solution in the last sections and the smoothness of the solution are generalized for the Schrodinger equation in the case $m=3$.

Keywords: nonlinear equations, continuous operator, equivalence, potential function.

Кіріспе

Көптеген ғылыми мақалалар мен диссертациялық жұмыстар бар болғанына қарамастан, осы уақытқа дейін Шредингер типтегі теңдеулерінің шешімдерін табу есебі аз зерттелген. Негізінен ол жұмыстарда сызықты теңдеулер мен операторлар қарастырылған. Сондықтан кәзіргі таңда сызықты емес операторлардың бөліктенуін зерттеу қызығушылық танытуда. Осы жұмыста сызықты емес дифференциалдық операторлар қарастырылып, осыған дейін бөліктену тақырыбына зерттеліп жарық көрген мақалалар жалпыланып кейбір теоремалардың шарттары жеңілдетілген.

Бұл мақалада

$$Lu = -\Delta u + q(x, u)u = f(x) \in L_2(R^m) \quad (0.1)$$

сызықты емес Шредингер теңдеуінің шешімінің тегістігі қарастырылған.

1-2-бөлімдерде сызықты емес Штурм-Лиувилл операторы үшін коэрцитивті бағалаудың бар болуын қамтамасыз ететін жеткілікті шарттар табылып, ал шешімнің бірінші туындысы үшін салмақты нормадағы бағалау анықталған. 3-4-бөлімдерде 1-2-бөлімдердің нәтижелері Шредингер теңдеулері $m=3$ болған жағдайы үшін жалпыланған.

Зерттеу методологиясы

Сызықты дифференциалдық операторлардың бөліктенуін зерттеу Everitt W.H., Yiertz [1,2] жұмыстарынан бастау алады, Одан кейін бұл тақырыптағы зерттеулерді Қазақстанда Отелбаев М. және оның оқушылары жалғастыруда. [3,4,7-11,13,14] Осы мақаладағы теоремалардың дәлелденуі авторлардың осыған дейін жарық көрген мақалаларын негізге алады.

Айтқанымыздың дәлелі ретінде және зерттеуді жеңілдету мақсатында Штурм-Лиувилл операторы үшін дәлелденген бір теореманы көрсетейік.

Теорема 0.1. Мына шарттар орындалсын: а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$ - қос аргумент бойынша

үзіліссіз функция в) $\sup_{|x-\eta| \leq 1} \sup_{|C_0 - C_1| \leq A} \frac{q(x, C_0)}{q(x, C_1)} < \infty$ мұндағы A – кез келген ақырлы сан.

Онда, кез келген $f(x) \in L_2(R^m)$ үшін $Ly = -y''(x) + q(x, y)y = f$ теңдеуінің екінші ретті туындысы квадраттық қосындыланатын $y(x)$ шешімі бар болады, яғни

$$y''(x) \in L_2(R^m).$$

Бұл теореманың авторы Муратбеков М.Б. [3]. Өкінішке орай [4] жұмыста авторы дұрыс берілмеген. Мақала сол автормен бірігіп қайта жазылған және Шредингер теңдеуі үшін жалпыланған. Алда көретініміздей (2,4-бөлімдерде) осындай нәтижелер кең класты сызықты емес операторлар үшін де орын алады. Сызықты операторлар үшін осындай зерттеулер [7,8,10] жұмыстарда көрсетілген.

1. Шешімнің бар болуы

Бұл бөлімде мына теңдеуді қарастырамыз

$$Ly = -y''(x) + q(x, y)y = f(x) \in L_2(R), \quad (1)$$

мұндағы $R = (-\infty, \infty)$.

$y \in L_2(R)$ функциясы (1) теңдеудің әлсіз шешімі деп аталады егер $\{y_n\} \subset W_2^1(R) \cap W_{2,loc}^2(R)$ тізбегі бар болып

$$\|y_n - y\|_{\alpha_{2,loc}(R)} \rightarrow 0, \quad \|Ly_n - f\|_{L_{2,loc}(R)} \rightarrow 0, n \rightarrow \infty$$
 шарттарын қанағаттандырса.

$C_0^\infty(R^m)$ кеңістігінде анықталған $\{\eta_n\}$ негізгі функциялар тізбегі R^m , кеңістігінде 1 санына жинақталады дейді егер:

а) кез келген компакт $K \subset R^m$ үшін N нөмірі табылып, кез келген $x \in K$ және $n \geq N$ үшін $\eta_n(x) = 1$ теңдігі орындалса

б) R^m кеңістігінде функциялар тізбегі $\{\eta_n\}$ бірқалыпты жинақты болса, яғни $|\eta_n(x)| \leq 1, x \in R^m, n = 1, 2, \dots$ [5]

Лемма 1.1. $q(x, y) \geq \delta > 0$ функциясы теріс емес болсын және R^2 кеңістігінде қос аргумент бойынша үзіліссіз болсын, онда кез келген $f \in L_2(R)$ үшін (I) бірінші теңдеудің $W_2^1(R)$ кеңістігінде жататын шешімі бар болады.

Дәлелдеуі. Шарт бойынша $q(x, y)$ функциясы төменнен шенелгендіктен оны жалпыға бірдей тәртіпке келтіру үшін, $q(x, y) \geq 1$ деп алуға болатыны белгілі.

Ең алдымен төмендегі бірінші түрдегі шеттік есептің шешімінің бар болуының дәлелдеуін қарастырайық

$$L_{n_\varepsilon} y_{n_\varepsilon} = -y_{n_\varepsilon}'' + y_{n_\varepsilon} + \frac{(q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1)y_{n_\varepsilon}}{1 + \varepsilon(q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1) + \varepsilon \|b(x, y_{n_\varepsilon})\|_{2, (-a_n, a_n)}} = f\eta_n, \quad (2)$$

$$y_{n_\varepsilon}(+a) = y_{n_\varepsilon}(a) = 0, \quad (3)$$

Мұндағы $[-a_n, a_n]$ – $\text{supp} \eta_n$, ал $b(x, y_{n_\varepsilon}) = (q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1)y_{n_\varepsilon}$ болсын, $W_{2,0}^2[-a_n, a_n]$ – кеңістігінде.

$W_{2,0}^2[-a_n, a_n]$ – бұл, $z \in W_2^2$ және $z(-a_n) = z(a_n) = 0$. функциялар кеңістігі.

(2)-(3) есебін оған пара-пар интегралдық теңдеуге келтіріп алып оған Шаудер принципін [6] қолданамыз.

L_0 деп $W_{2,0}^2[-a_n, a_n]$ кеңістігінде $L_0 y = -y''(x) + y(x)$ теңдігімен анықталған операторды белгілейміз. Штурм-Лиувилл операторы үшін белгілі теоремадан $L_2[-a_n, a_n]$ кеңістігінде толығымен анықталған L_0^{-1} жете үзіліссіз операторы бар болады.

Лемма 1.2. (2)-(3) есебі

$$z_{n_\varepsilon} = \frac{(q(x, L_0^{-1} z_{n_\varepsilon}) - 1)L_0^{-1} z_{n_\varepsilon}}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1} z_{n_\varepsilon}) - 1) + \varepsilon \|b(x, L_0^{-1} z_{n_\varepsilon})\|_{2, [-a_n, a_n]}^2} + f\eta_n, \quad (4)$$

$$z_{n_\varepsilon}, f\eta_n \in L_2[-a_n, a_n]$$

интегралдық теңдеуімен пара-пар. Дәлелдеуі қарапайым.

A деп төмендегі формуламен әсер ететін операторды белгілейік:

$$A(z) = \frac{(q(x, L_0^{-1} z) - 1)L_0^{-1} z}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1} z) - 1) + \varepsilon \|b(x, L_0^{-1} z)\|_{2, [-a_n, a_n]}^2} + f\eta_n.$$

Мынандай белгілеулер енгізейік

$$\bar{S}(0; N) = \left\{ \mathcal{G} \in L_2(-a_n, a_n) : \|\mathcal{G}\|_2 \leq N = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \right\},$$

мұндағы $\mathcal{G} = z - f\eta_n$. Осы шардағы операторды қарастырайық. Ол былай анықталсын

$$\begin{aligned} A(\mathcal{G}) &= A(z) - f\eta_n = A(\mathcal{G} + f\eta_n) - f\eta_n = \\ &= \frac{(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1) + \varepsilon \|b(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n))\|_{2, (-a_n, a_n)}^2}. \end{aligned}$$

Егер \mathcal{G}_0 – нүктесі A_0 операторының қозғалмайтын нүктесі болса онда $\mathcal{G}_0 + f\eta_n$ – нүктесі A операторының қозғалмайтын түктесі болатыны түсінікті. Сондықтан бұдан әрі A операторының орынына A_0 операторын қарастыру жеткілікті. A_0 операторының $\bar{S}(0; N) \in L_2[-a_n, a_n]$ шарын өзіне бейнелейтінін көрсетейік. Тұйық шарда жататын бір элемент алайық $\mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)$.

Екі жағдайды қарастырамыз:

$$1. \quad \left\| (q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n) \right\|_{2,(-a_n, a_n)}^2 \leq N = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}.$$

Онда

$$\begin{aligned} \|A_0(\mathcal{G})\|_2 &= \left\| \frac{(q(x, L_0^{-1}z) - 1)L_0^{-1}z}{1 + \varepsilon(q(x, L_0^{-1}z) - 1) + \varepsilon\|b(x, L_0^{-1}z)\|_2^2} \right\|_{2,(-a_n, a_n)} \leq \\ &\leq \left\| (q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n) \right\| \leq N = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \end{aligned}$$

$$2. \quad \left\| (q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n) \right\| \geq N.$$

Онда

$$\begin{aligned} A_0(\mathcal{G})_2 &\leq \frac{\left\| (q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n) \right\|_{2,(-a_n, a_n)}}{\varepsilon \left\| (q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n) \right\|_{2,(-a_n, a_n)}^2} = \\ &= \frac{1}{\varepsilon \left\| (q(x, L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n)) - 1)L_0^{-1}(\mathcal{G} + f\eta_n) \right\|_{2,(-a_n, a_n)}} \leq \frac{1}{\varepsilon N} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}. \end{aligned}$$

Яғни,

$$\|A(\mathcal{G})\|_{2,(-a_n, a_n)} \leq N, \quad \forall \mathcal{G} \in \bar{S}(0; N). \quad (5)$$

Енді $\bar{S}(0; N)$ - шарында A_0 – операторының жете үзіліссіз оператор екенін көрсетейік. Үзіліссіз екені түсінікті. Одан кейін Рисс теоремасын қолдану үшін $\{A_0\mathcal{G} : \mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)\}$ - функциялар жиынының бірқалыпты шенелген екенін және мына қатынастың орындалуын дәлелдеу жеткілікті:

$$\lim_{h \rightarrow 0} \left\| (A_0(\mathcal{G}))(x+h) + (A_0(\mathcal{G}))(x) \right\|_{2,(-a_n, a_n)} = 0, \quad \mathcal{G} - \text{бойынша бірқалыпты } \mathcal{G} \in \bar{S}.$$

(5) теңсіздіктен $\{A_0(\mathcal{G}) : \mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)\}$ функциялар жиынының бірқалыпты шенелген екені шығады.

$q(x, y)$ - қос аргумент бойынша үзіліссіздігінен және L_0^{-1} операторының қасиетінен өрнек $h \rightarrow 0$ ұмтылғанда $\left\| (A_0(\mathcal{G}))(x+h) - A_0(\mathcal{G}))(x) \right\|_{2,(-a_n, a_n)}^2 \rightarrow 0$, бірқалыпты 0-ге ұмтылады $\mathcal{G} \in \bar{S}(0; N)$.

Демек, A_0 операторы жете үзіліссіз оператор және $\bar{S}(0; N)$ шарды өзіне өзін бейнелейді. Яғни, Шаудер принципі бойынша (4) интегралдық теңдеудің $\bar{S}(0; N)$ шарында ең болмағанда бір шешімі бар болады. Осы айтылғандардан және 1.2 леммадан (2)-(3) есебінің шешімі бар болатыны және оның W_2^2 кеңістігінде жататыны шығады.

Одан әрі $\|y_{n_\varepsilon}\|_{W_2^2[-a_n, a_n]}$ нормасы (n, ε - дардан тәуелсіз) жоғарыдан шенелген екені дәлелденеді.

Оны дәлелдеу үшін $W_{2,0}^2(-a_n, a_n)$ кеңістігінде анықталған

$$\ell_{n_\varepsilon} y = y''(x) + \left(1 + \frac{\tilde{q}(x) - 1}{1 + \varepsilon(\tilde{q}(x) - 1) + \varepsilon\|(q(x, y_{n_\varepsilon}) - 1)y_{n_\varepsilon}\|_2^2}\right) y(x),$$

сызықты операторды қарастырайық, мұндағы $\tilde{q}(x) = q(x, y_{n_\varepsilon})$ ал $y_{n_\varepsilon} - (2)-(3)$ есебінің оң жағы $f\eta_n$ тең болғандағы шешімі болсын. Мынандай $\langle \ell_{n_\varepsilon}, y_{n_\varepsilon}, y_{n_\varepsilon} \rangle$ скаляр көбейтінді құрайық. Бөліктеп интегралдау арқылы және (3) теңдік бойынша интегралдың сыртындағы мүшелері нөлге тең болатынын ескеріп мынаны табамыз:

$$\|y_{n_\varepsilon}\|_{W_2^1[-a_n, a_n]} \leq 2^{1/2} \left(\int_{-\infty}^{\infty} |f|^2 dx \right)^{1/2}$$

$$C = 2^{1/2} \left(\int_{-\infty}^{\infty} |f|^2 dx \right)^{1/2} \text{ белгілейік}$$

онда

$$\|y_{n_\varepsilon}\|_{W_2^1[-a_n, a_n]} \leq C. \quad (6)$$

$\{y_{n_\varepsilon}\}$ шенелген жиынында жататын $\{y_{n_{\varepsilon_k}}\}$ шешімдердің кез келген тізбегін қарастырайық, ол үшін

$$\|y_{n_{\varepsilon_k}}\|_{W_2^1[-a_n, a_n]} \leq C, \quad (7)$$

орынды мұндағы $k \rightarrow \infty$ ұмтылғнда $\varepsilon_k \rightarrow 0$.

(7) бойынша $\{y_{n_{\varepsilon_k}}\}$ тізбегінен тізбекше бөліп алуға болады, оны тағыда $\{y_{n_{\varepsilon_k}}\}$ деп белгілейік, олар берілген кеңістіктерде әлсіз жинақталады

$$\begin{aligned} y_{n_{\varepsilon_k}} &\rightarrow y_n \quad \text{әлсіз} \quad W_2^1(-a_n, a_n), \\ y_{n_{\varepsilon_k}} &\rightarrow y_n \quad \text{әлсіз} \quad L_2(-a_n, a_n). \end{aligned}$$

(7) бойынша

$$\|y_n\|_{W_2^1(-a_n, a_n)} \leq C \quad (8)$$

және $y_n \quad L_n y_n = -y_n''(x) + q(x, y_n) y_n = f\eta_n$ теңдеуі мен шекаралық шартты қанағаттандыратыны түсінікті $y_n(-a_n) = y_n(a_n) = 0$.

Әрбір y_n -ді $[-a_n, a_n]$, сыртында нөлмен жалғастырып оны \tilde{y}_n деп белгілейік

Осындай жалғаулардың нәтижесінде нормалары тұрақты саннан кіші болатын $W_2^1(R)$ кеңістігінің элементтерін аламыз:

$$\|\tilde{y}_{n_\varepsilon}\|_{W_2^1(R)} \leq C.$$

Сондықтан \tilde{y}_n тізбегінен әлсіз жинақталатын \tilde{y}_{n_k} тізбекше бөліп алуға болады

$$\begin{aligned} \tilde{y}_{n_k} &\rightarrow y \quad \text{әлсіз} \quad W_2^1(R) \\ \tilde{y}_{n_k} &\rightarrow y \quad \text{әлсіз} \quad L_{2,loc}(R), \end{aligned} \quad (9)$$

сонымен қатар

$$\|y\|_{W_2^2(R)} \leq C. \quad (10)$$

$[\alpha, \beta]$ - R -де жатқан кез келген бекітілген сегмент болсын. Онда кез келген $\varepsilon > 0$ оң саны үшін N нөмірі табылып $k=N$ болғанда $(\alpha, \beta) \in \text{supp } \tilde{y}_{n_k}$ және (8) -ден $\|L\tilde{y}_{n_k} - f\|_{2,(\alpha, \beta)} < \varepsilon$ болатыны шығады.

Осыдан және (9) ескеріп $y(x)$ -тің (I) теңдеудің әлсіз шешімі екенін аламыз. Лемма дәлелденді.

2. Шешімнің тегістігі

Бұл бөлімде $W_2^1(R)$ кеңістігінде жатқан барлық шешімдердің потенциалдық функциялардың белгілі бір шарттарды қанағаттандырғанда $W_2^2(R)$ кеңістігінің элементтері болатынын көрсетеміз.

Теорема 2.1. Мына төмендегі шарттар орындалсын;

а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$ - қос аргумент бойынша үзіліссіз функция;

$$в) \sup_{|x-\eta| \leq 1} \sup_{\substack{|C_1-C_2| \leq A \\ |C_1| \leq A}} \frac{q(x, C_1)}{q(x, C_2)} < \infty,$$

мұндағы A – кез келген ақырлы шама. Онда кез келген $f \in L_2(R)$ үшін (1) теңдеудің $y(x) \in L_2(R)$ шешімі бар болады және оның екінші туындысы $y''(x) \in L_2(R)$.

Теорема 2.2. Мына шарттар орындалсын:

а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$ - қос аргумент бойынша үзіліссіз функция R^2 - де.

$$в) \sup_{x \in R} \sup_{\substack{|C_1-C_2| \leq A \\ |C_2| \leq A}} \frac{q(x, c_1)}{\theta^2(x, c_2)} < \infty,$$

$$мұндағы \quad \theta(x, C_1) = \inf_{\substack{d)0 \\ |x-t| \leq 10}} (d^{-1} + \int_{|t-h| \leq d} q(\eta, C_2) d\eta),$$

A – кез келген ақырлы шама. Онда кез келген $f \in L_2(R)$ үшін (I) теңдеудің $y(x) \in L_2(R)$ шешімі бар болады және оның екінші туындысы $y''(x) \in L_2(R)$.

2.1-2.2 теоремалардың дәлелдеулері. Кез келген $f \in L_2(R)$ функциясы үшін Лемма 1.1. бойынша берілген теңдеудің $y(x)$ шешімі бар болады және ол $y(x) \in W_2^1(R)$. Демек, Соболевтың [4] теоремасы бойынша $y(x) \in C(R)$. Онда б) шарты бойынша

$$q(x, y(x)) \in C_{loc}(R). \quad (11)$$

$y_0(x)$ - (I) теңдеудің оң жағы $f_0 \in L_2(R)$ тең болғандағы әлсіз шешімі болсын. Онда $y_0(x) \in W_2^1(R)$,

$$сондықтан \quad y_0(t) - y_0(\eta) = \int_{\eta}^t \frac{dy_0}{dx} dx.$$

Буняковский теңсіздігін пайдаланып және (10) бойынша мынаны табамыз;

$$|y_0(t) - y_0(\eta)| \leq (|t - \eta|)^{1/2} \|f\|_{2,R}. \quad (12)$$

$\tilde{q}(x) = q(x, y_0(x))$ - деп алайық

\tilde{L} деп L_2 -нормасы бойынша $C_0^\infty(R)$ кеңістігінде $L_0 y = -y''(x) + \tilde{q}(x)y$ теңдігімен берілген оператордың тұйықталуын белгілейік. ($C_0^\infty(R)$ кеңістігі L_2 - кеңістігінде тығыз болғандықтан бұл әрқашан орынды)

Лемма 2.1. \tilde{L} өзіне өзі түйіндес және оң болып анықталған.

Дәлелдеуі. \tilde{L} операторының оң болып анықталуы теорема 2.1 -дің а) шартынан шығып тұр. Өзіне өзі түйіндес екені [9] жұмыстың нәтижелерінен және (11) ден шығады. Лемма дәлелденді.

Енді $y_0(t) = C_2, y_0(\eta) = C_1, A = 2\|f\|_2 \geq \sqrt{A\eta}\|f\|_2$ деп алып (12) ден $|C_2 - C_1| \leq A$ болатынын көреміз. Бұдан және теорема 2.1-дің а)-в) шарттарынан \tilde{L} операторы үшін [7] жұмыстағы 3 теореманың барлық шарттары түгел орындалады. Демек, L операторы бөліктенеді, яғни.

$$\|y''\|_2 + \|\tilde{q}(x)y\|_2 \leq C(\|\tilde{L}y\| + \|y\|_2),$$

мұндағы C – y -тен тәуелсіз, $y \in D(\tilde{L}), D(\cdot)$ - анықталу облысы, ал $\|\cdot\|$ - $L_2(D)$ -дегі норма. Енді бізге $y_0(x) \in D(\tilde{L})$ көрсету жеткілікті. Кері жорық $y_0(x) \in D(\tilde{L})$. Лемма 2.1. бойынша $y_1(x) \in W_2^1(R)$ бар болады және ол $y_1(x) = \tilde{L}^{-1} f_0$ түрінде анықталуы тиіс. Жоғарыда айтқанымыз бойынша $y_0(x) \in W_2^1(R)$ ю

(I) теңдеудің оң жағы $f_0(x)$ – ке тең болғандағы шешімі болады, онда

$$\tilde{L}y_2 = 0, y_2 = y_1 - y_0 \in L_2(R).$$

Дәлелдеуді аяқтау үшін бір лемманы қарастырайық.

Лемма 2.2. 2.1 теоремасының а) және б) шарттары орындалсын. Онда $\tilde{L}y = 0$ теңдеуінің $y(x) \in L_2(R)$ шешімі болмайды.

Дәлелдеуі. $\tilde{q}(x) \geq \delta > 0$ болғанда $y''(x) = q(x)y$ теңдеуінің шешімі $x \rightarrow -\infty$ немесе $x \rightarrow +\infty$ ұмтылғанда экспоненциалды түрде өсетіні белгілі. Сондықтан ол шешім $L_2(R)$ кеңістігінде жата алмайды. Лемма дәлелденді.

Осы леммадан $\tilde{L}y = 0$ теңдеуінің нөлдік шешімі ғана бар, яғни $y_0(x) = y_1(x)$ тең екенін аламыз. Демек $y_0(x) \in D(\tilde{L})$ орындалмауы 2.2 лемманың шартына қайшы. Теорема 2.1. толығымен дәлелденді.

Тура осындай жолмен 2.2-теорема дәлелденеді.

Зерттеудің нәтижелері

Штурм-Лиувилл модельдік операторы үшін дәлелденген нәтижелер Шредингер операторы үшін де орынды болатыны зерттелген. Зерттеу барысында [12] жұмыстың кейбір нәтижелері пайдаланылған. Бірақ, бұл мақалада авторлар ұтымды дәлелдеулер мен жалпылаулар келтірген.

3. $L_2(R^3)$ кеңістігіндегі сызықты емес Шредингер типтегі оператор

$L_2(R^3)$ кеңістігінде

$$-\Delta u + q(x, u)u = f(x) \quad (13)$$

теңдеуін қарастырайық.

Лемма 3.1. $q(x, u) \geq \delta > 0$ болсын және R^2 -де қос айнымалы бойынша үзіліссіз функция болсын онда кез келген $f \in L_3(R^3)$ үшін (13) теңдеудің $W_2^1(R^3)$ кеңістігінде әлсіз шешімі бар болады

Бұл лемма лемма 1.1. сияқты дәлелденеді.

Лемма 3.2. $q(x, u) \geq \delta > 0$ және R^2 -де қос айнымалы бойынша үзіліссіз функция болсын, онда кез келген $f \in L_2(R^3)$ үшін (13) теңдеудің әлсіз шешімі бар болады және ол үшін мына теңсіздік орынды:

$$\|u\|_{L_\infty(R^3)} + \|u\|_{W_2^1(R^3)} \leq C \|f\|_{L_2(R^3)} \quad (14)$$

C - тұрақты саны u және f -тен тәуелді емес.

Дәлелдеуі. Белгілеу енгізейік

$$q_N(x, u) = \begin{cases} q(x, u), & \text{егер } q(x, u) \leq N, \\ N, & \text{егер } q(x, u) \geq N \end{cases}$$

Онда мына теңдеудің шешімінің бар болуы

$$-\Delta u + q_N(x, u)u = f_N \quad (15)$$

лемма 3.1 ден шығады.

$u_N \in W_2^1(R^3)$ - (15) теңдеудің шешімі болсын дейік. Келесі теңдеуді қарастырайық

$$L u = f_N, \quad (16)$$

мұндағы $L = -\Delta + \tilde{q}_N(x)$, $\tilde{q}_N(x) = q_N(x, u_N)$

$q_N(x, u_N)$ шенелген онда $\tilde{q}_N(x)$, шенелген және [11] жұмыстағы 3 теорема бойынша L операторы өзіне өзі түйіндес болғандықтан (16) теңдеудің u_N - беттесетін жалғыз шешімі бар болады,

Егер $q_1(x) \leq q_2(x)$, онда $Q_1(x, y) \geq 0$ және $Q_2(x, y) \geq 0$, және $Q_1(x, y) \geq Q_2(x, y)$, мұндағы $Q_1(x, y)$ және $Q_2(x, y)$ сәйкес $-\Delta + q_1(x)$, $-\Delta + q_2(x)$ операторларының Грин функциялары. Ти (Мақалада Штурм-Лиувилл және Шредингер операторының Грин функцияларының қасиеттерін пайдаландық. Бұл операторлар үшін Грин функциялары толығымен зерттелген. Оны кез келген математика – физика теңдеулері кітабынан көруге болады.)

$Q_N(x, y)$ - L операторының Грин функциясы болсын, онда жоғарыда айтылғандардан

$$Q_N(x, y) \leq Q_0(x, y), \quad (17)$$

болатыны шығады, мұндағы $Q_0(x, y) - \Delta + 1$ операторының Грин функциясы. Осыдан және (17) пайдаланып табатынымыз

$$|u_x(x)| = \left| \int_{R^3} Q_N(x, y) f(y) dy \right| \leq \int_{R^3} Q_N(x, y) f(y) dy \leq \int_{R^3} Q_0(x, y) |f(y)| dy. \quad (18)$$

$$(Qf)(x) = u_0(x) = \int_{R^3} Q_0(x, y) |f(y)| dy \text{ операторы}$$

$L_2(R^3)$ - ден $W_2^2(R^3)$ - ге әсер ететіні белгілі. Сондықтан Соболевтың [6] енгізулер теоремасы бойынша

$$\|u_N(x)\|_{L_\infty(R^3)} \leq C_0 \|f\|_{L_2(R^3)}, \quad (19)$$

теңсіздігі орынды, мұндағы C_0 тұрақтысы N мен f - тен тәуелсіз .

Екінші жағынан, мына бағалау орынды

$$\|u_N(x)\|_{W_2^1(R^3)} \leq C_1 \|f\|_{L_2(R^3)}, \quad (20)$$

мұнда да C_1 тұрақтысы N мен f - тен тәуелсіз .

Шынында да, скаляр көбейтінді құрайық $\langle Lu_N, u_N \rangle$. Бөліктеп интегралдау арқылы (20) аламыз.

(19) және (20) пайдаланып табатынымыз

$$\|u_N(x)\|_{L_\infty(R^3)} + \|u_N\|_{W_2^1(R^3)} \leq C_2 \|f\|, \quad (21)$$

мұндағы $C_2 = \max(C_1, C_2)$.

Шекке көшу арқылы $N \rightarrow \infty$ мына теңсіздікке келеміз

$$\|u(x)\|_{L_\infty(R^3)} + \|u(x)\|_{W_2^1(R^3)} \leq C_2 \|f\|_{L_2(R^3)}.$$

$u(x)$ -тің (13) теңдеудің әлсіз шешімі екенін дәлелдеу қиындық туғызбайды (1.1. лемманы қараңыз) Лемма дәлелденді.

4. Шешімнің тегістігі

Теорема 4.1. Келесі шарттар орындалсын: а) $q(x, y) \geq \delta > 0$; б) $q(x, y)$ - R^2 -де қос аргумент бойынша үзіліссіз функция болсын және

$$\sup_{|x-y| \leq 1} \sup_{\substack{|C_1 - C_2| \leq A \\ C_1 \leq A}} \frac{q(x, C_1)}{q(y, C_2)} < \infty,$$

мұндағы A —кез келген ақырлы шама. Онда кез келген $f \in L_2(R^3)$ оң жағы үшін (13) теңдеудің $\Delta u \in L_2(R^3)$ жататын $u(x)$ шешімі бар болады. Теорема 4.1 дәлелдеуі 2.1 сияқты [7,12] жұмыстың негізінде жүргізіледі..

Қорытынды

Дифференциалдық теңдеулер үшін негзгі сұрақтардың бірі оның шешімдерін белгілі бір функционалдық кеңістіктерде табу. Бұл жұмыста осыған дейін берілген тақырыпқа жүргізілген зерттеулерді қорытындылап Штурм-Лиувилл және Шредингер типіндегі сызықты емес дифференциалдық теңдеулердің шешімдерін табудың жеткілікті шарттары дифференциалдық операторлар әдісімен табылған. Зерттеу барысында осыған дейін жарық көрген авторлардың және басқа да осы тақырыппен айналысып жүрген авторлардың мақалаларының нәтижелері сонымен қатар Соболевтың енгізулер теоремасы пайдаланылған. Оның барлығы сілтемеде көрсетілген. Зерттеудің нәтижелері басқа да сызықты емес теңдеулерді зерттеуге пайдаланылуы мүмкін деп ойлаймыз.

Дифференциалдық операторлардың бөліктенуі, коэрцитивті бағалаулар сонымен қатар сызықты емес дифференциалдық теңдеулердің шешімдерін табу мәселелері бір- бірімен байланыста шешілген. Жұмыстың нәтижелері жаңа және сілтемедегі авторлардың жұмыстарын толықтырып жалпыланған.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Everitt W.H., Yiertz M. Some properties of certain operators. Proc. London Math. Soc., 23(3), 1971, pp.301-304.
- 2 Everitt W.N., Yiertz M. Some inequalities associated with certain differential equations, Math. Z., 126, 1972, pp.308-326.
- 3 Муратбеков М.Б.. Теоремы разделимости и спектральные свойства одного класса дифференциальных операторов с нерегулярными коэффициентами: автореферат дис. доктора физико-математических наук: 01.01.02.- Алматы, 1994.- 30 с.
- 4 Биргебаев А. Гладкость решений нелинейного уравнения Штурма-Лиувилля. Австрийский журнал наука и техника, № 1-2. 2015. с.29-30
- 5 Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1973. С..16-21
- 6 Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. - Л.: ЛГУ, 1952. -256 с.
- 7 Муратбеков М.Б., Отелбаев Н. Гладкость и аппроксимативные свойства решений одного класса нелинейных уравнений типа Шредингера. // Известия вузов, сер.матем. 1999,№3.с.44-47.
- 8 Отелбаев М. О разделимости эллиптических операторов.-Докл.: АН СССР, 1977, № 3(234), с. 540-543.
- 9 Отелбаев М. Коэрцитивные оценки и теоремы разделимости для эллиптических уравнений в R^m . Труды МИАН, 1983 с.195-217
- 10 Биргебаев А.Гладкость решений нелинейных дифференциальных уравнений и теоремы разделимости: диссертация . кандидата физико-математических наук : 01.01.02. - Алма-Ата, 1984. - 100 с.
- 11 Отелбаев М. Об условиях самосопряженности оператора Шредингера с операторным потенциалом. - Укр. мат. ж., 1976, №280(6).
- 12.Биргебаев Гладкость решений нелинейного стационарного уравнения Шредингера. «Наука и Современность» 2010, с.34-47
- 13 Zayede M.E., Omran S.A. Separation of the Tricomi Differential Operator in Hilbert Space with Application to the Existence and Uniqueness Theorem. International journal of Contemp Mathematical Sciences. Vol.6, 2011, №8. pp.353-364.
- 14 Berdyshev A.S., Birgebaev A.B., Cabada A. On the smoothness of solutions of the third order nonlinear differential equation //Boundary value problems. May 2017. pp. 1-11. DOI 10.1186/s13661-017-0799-4

References:

- 1 Everitt W.H., Yiertz M. (1971) Some properties of certain operators. Proc. London Math. Soc., №23(3), 301-304.
- 2 Everitt W.N., Yiertz M. (1972) Some inequalities associated with certain differential equations. Math. Z., №126, 308-326.
- 3 Muratbekov M.B. (1994) Teoremy razdelimosti i spektral'nye svojstva odnogo klassa differencial'nyh operatorov s neregulyarnymi koefficientami: avtoreferat dis. doktora fiziko-matematicheskikh nauk: 01.01.02 [Separability Theorems and Spectral Properties of a Class of Differential Operators with Irregular Coefficients: Doctor of Physics and Mathematics: 01.01.02]. Almaty. 30. (In Russian)
- 4 Birgebaev A. (2015) Gladkost' reshenij nelinejnogo uravneniya Shturma-Liuvillya [Smoothness of solutions to the nonlinear Sturm-Liouville equation]. Avstrijskij zhurnal nauka i tekhnika, №1-2, 29-30. (In Russian)
- 5 Vladimirov B.C. (1973) Uravneniya matematicheskoy fiziki [The equations of mathematical physics]. M.: Nauka. 16-21. (In Russian)
- 6 Sobolev S.L. (1952) Nekotorye primeneniya funkcional'nogo analiza v matematicheskoy fizike [Some Applications of Functional Analysis in Mathematical Physics]. L.: LGU. 256. (In Russian)
- 7 Muratbekov M.B., Otelbaev N. (1999) Gladkost' i approksimativnye svojstva reshenij odnogo klassa nelinejnyh uravnenij tipa Shredingera [Smoothness and approximative properties of solutions to a class of nonlinear Schrödinger type equations]. Izvestiya vuzov, ser.matem., №3, 44-47. (In Russian)
- 8 Otelbaev M. (1977) O razdelimosti ellipticheskikh operatorov [On separability of elliptic operators]. Dokl. AN SSSR., №234(3), 540-543. (In Russian)
- 9 Otelbaev M. (1983) Koercitivnye ocenki i teoremy razdelimosti dlya ellipticheskikh uravnenij v R^m [Coercive estimates and separability theorems for elliptic equations in R^m]. Trudy MIAN, 195-217. (In Russian)
- 10 Birgebaev A. (1984) Gladkost' reshenij nelinejnyh differencial'nyh uravnenij i teoremy razdelimosti: dissertaciya kandidata fiziko-matematicheskikh nauk: 01.01.02 [Smoothness of solutions of nonlinear differential equations and separability theorems: Ph.D. thesis: 01.01.02]. Alma-Ata. 100. (In Russian)
- 11 Otelbaev M. (1976) Ob usloviyah samosopryazhennosti operatora Shredingera s operatornym potencialom [On the Self-Conjugacy Conditions of Schrödinger Operator with Operator Potential]. Ukr. mat. zh., №280(6). (In Russian)
- 12 Birgebaev (2010) Gladkost' reshenij nelinejnogo stacionarnogo uravnkeniya Shredingera [Smoothness of solutions to the nonlinear stationary Schrödinger equation]. «Nauka i Sovremennost'», 34-47. (In Russian)
- 13 Zayede M.E., Omran S.A. (2011) Separation of the Tricomi Differential Operator in Hilbert Space with Application to the Existence and Uniqueness Theorem. International journal of Contemp Mathematical Sciences, №6(8), 353-364.
- 14 Berdyshev A.S., Birgebaev A.B., Cabada A. (2017) On the smoothness of solutions of the third order nonlinear differential equation // Boundary value problems, 1-11. DOI 10.1186/s13661-017-0799-4.

Ш.Д. Махмудова¹, А.Д. Махмудов², А. Н. Уразгалиева^{1*}

¹ Западнo-Казакштанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, Казакштан

² Западнo-Казакштанский инновационно-технологический университет, г. Уральск, Казакштан
*e-mail: urazgalieva.akmaral@mail.ru

ПРИНЦИП КРОТОВА И РАВНОВЕСНЫЕ СИТУАЦИИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ИГРАХ

Аннотация

Основными прикладными задачами, которые привели к появлению теории дифференциальных игр, можно отнести следующие: конфликтные проблемы управления объектами; проблемы регулирования с неопределенной помехой и проблемы управления с неполной информацией. Существует связь между условиями существования равновесных ситуаций в теории игр и принципами аналитической механики. Теория игр находит свое применение в экономических науках. Так с помощью теории игр экономисты моделируют все ситуации, в которых возникает стратегическое взаимодействие. В теории отраслевых рынков игры возникают везде, где на рынке присутствует более одной фирмы. В статье приведены исследования достаточных условий существования ситуации равновесия и их связь с принципом оптимальности В.Ф. Кротова. Она состоит в том, что вместо отыскания допустимой пары функций, на которой критерий оптимальности достигает минимума, находится тройка функций, одной из которых является функция Кротова. В данной статье показано, что используемые для доказательства функции можно рассматривать как аналог функции Кротова при определенных условиях.

Ключевые слова: Дифференциальная игра; динамические системы; равновесная ситуация; принцип Кротова; функция Кротова.

Аңдатпа

Ш.Д. Махмудова¹, А.Д. Махмудов², А.Н. Уразгалиева¹

¹Жаңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

²Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал қ., Қазақстан

КРОТОВ ПРИНЦИПИ ЖӘНЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОЙЫНДАРДАҒЫ ТЕПЕ-ТЕНДІК ЖАҒДАЙЛАР

Дифференциалдық ойындар теориясының пайда болуына әкелген негізгі қолданбалы есептерге мыналар жатады: объектіні басқарудың конфликттік мәселелері; белгісіз кедергілермен басқару мәселелері және толық емес ақпаратпен басқару мәселелері. Ойын теориясындағы тепе-тендік жағдайларының бар болу шарттары мен аналитикалық механика принциптері арасында байланыс бар. Ойын теориясы экономикалық ғылымдарда өз қолданылуын табады. Осылайша, ойын теориясының көмегімен экономистер стратегиялық өзара әрекеттесу орын алатын барлық жағдайларды модельдейді. Өнеркәсіптік нарық теориясында нарықта біреуден артық фирмалар бар жерлердің барлығында ойындар пайда болады. Бұл мақалада тепе-тендік жағдайының бар болуының жеткілікті шарттары және олардың В.Ф.Кротовтың оңтайлылық принципімен байланысы туралы зерттеулер келтірілген. Бұл оңтайлылық критерийі минимумға жететін функциялардың рұқсат етілген жұбын табудың орнына функциялардың бірін Кротов функциясының аналогы ретінде қарастыруға болатын функциялардың үштігін табудан тұрады. Бұл мақалада дәлелдеу үшін қолданылатын функцияларды белгілі бір жағдайларда Кротов функциясының аналогы ретінде қарастыруға болатынын көрсетілген.

Түйін сөздер: Дифференциалды ойын; динамикалық жүйелер; тепе-тендік жағдайы; Кротов принципі; Кротов функциясы.

Abstract

THE KROTOV PRINCIPLE AND EQUILIBRIUM SITUATIONS IN DIFFERENTIAL GAMES

Makhmudova Sh.D. ¹, Makhmudov A.D. ², Urazgalieva A.N. ¹

¹Zhangir khan west kazakhstan agrarian-technical university, Uralsk, Kazakhstan

²West Kazakhstan innovation and technological university, Uralsk, Kazakhstan

The main applied problems that led to the emergence of the theory of differential games include the following: conflict problems of object control; control problems with uncertain interference and control problems with incomplete information. There is a connection between the conditions for the existence of equilibrium situations in game theory and the principles of analytical mechanics. Game theory finds its application in economic sciences. Thus, with the help of

game theory, economists model all situations in which strategic interaction occurs. In industry market theory, games occur wherever there is more than one firm in the market. This article presents studies of sufficient conditions for the existence of an equilibrium situation and their connection with the principle of optimality of V.F. Krotov. It consists in the fact that instead of finding an admissible pair of functions on which the optimality criterion reaches a minimum, a triple of functions is found, one of which is the Krotov function. This article shows that the functions used for the proof can be considered as an analogue of the Krotov function under certain conditions.

Keywords: Differential game; dynamic systems; equilibrium situation; Krotov's principle; Krotov function.

Введение

К математическим моделям, позволяющим исследовать различные динамические системы, управляемые в условиях неопределенности или конфликта относятся дифференциальные игры нескольких лиц.

Существуют следующие основные направления развития теории дифференциальных игр, предложенные Петросяном Л.А. [1, 2, 3]:

- антагонистические дифференциальные игры с полной информацией,
- общие динамические игры,
- антагонистические игры с неполной информацией типа поиска,
- неантагонистические дифференциальные игры.

В статье рассматриваются неантагонистические дифференциальные игры, также условия существования равновесных ситуаций (равновесия по Нэшу) [4, 5, 6] в бескоалиционных дифференциальных играх нескольких лиц. Неантагонистические дифференциальные игры характеризуются множественностью принципов оптимальности, в отличие от антагонистических дифференциальных игр, где понятие оптимальности определено строго и однозначно.

Выбор ситуации равновесия в качестве объекта исследования оправдывается следующими соображениями:

- 1) этот принцип оптимальности сравнительно прост, но в то же время обладает рядом существенных черт, присущих другим принципам оптимальности. Поэтому, можно надеяться, что идеи, развитые при исследовании ситуации равновесия, окажутся плодотворными и в других случаях;
- 2) ситуация равновесия относится к числу динамически устойчивых принципов (устойчивых по времени) и дает игрокам выигрыш не меньший, чем гарантированный;
- 3) данный принцип оптимальности является, по-видимому, наиболее естественным, с содержательной точки зрения, «симметричным» принципом и наиболее часто используется в прикладных исследованиях.

Равновесные решения дифференциальных бескоалиционных игр обладают рядом особенностей: могут существовать несколько равновесных наборов управляющих воздействий. Следует заметить, что несколько ситуаций равновесия (седловых точек) может быть и в антагонистических играх. При этом они являются эквивалентными и взаимозаменяемыми. Однако эти свойства не сохраняются для равновесных наборов в играх с нулевой суммой.

Исследования проблем равновесия в дифференциальных играх достаточно активно ведутся в самых разных аспектах [7, 8, 9, 10]. Теория дифференциальных игр и ситуация равновесия (равновесия по Нэшу), как математический аппарат исследования, хорошо используется для описания функционирования различных экономик. Необходимость использования конкурентного равновесия, рыночных отношений практически общепризнана. Рынок можно рассматривать как некооперативную игру, решением которой считается точка Нэша (равновесная ситуация).

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

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

Или в координатной форме:

Тогда ситуация равновесия определяется следующим образом.

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

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

Условие (6) означает, что ни один из игроков не заинтересован в отклонении от ситуации равновесия $u^p(\cdot)$, если остальные игроки ее придерживаются.

Материалы и методы исследования

Ситуацию равновесия (6) можно сформулировать в эквивалентном виде. Выигрыш i -го участника можно определить на множестве пар $(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{D}$, где

$$\tilde{D} = \{x(\cdot), u_1(\cdot), \dots, u_N(\cdot) | u_i(t) \in U_i(t), i = \overline{1, N}, u(\cdot) \mapsto x(\cdot)\} \quad (7)$$

Как функционал

$$\tilde{J}_i(x(\cdot), u(\cdot)) = g_i(x(t_f)) + \int_{t_0}^{t_f} h_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t)) dt, i = \overline{1, N} \quad (8)$$

Ситуацией равновесия в игре (1)-(3), (7), (8) на множестве \tilde{D} будем называть пару $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}$, такую, что

$$\tilde{J}_i(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot)/u_i(\cdot))} \tilde{J}_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)), i = \overline{1, N}. \quad (9)$$

где

$$\tilde{D}_i(u^p(\cdot) | u_i(\cdot)) = \{x(\cdot), u_i(\cdot) | u_i(t) \in U_i(t), (u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)) \mapsto x(\cdot)\}, i = \overline{1, N} \quad (10)$$

Задачи (1)-(6) и (1)-(3), (7)-(9) как не трудно показать эквивалентны. Действительно, если $(u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)) \in D$, то $(u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot), x(\cdot)) \in \tilde{D}$, и наоборот, если $(u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot), x(\cdot)) \in \tilde{D}$, то $(u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)) \in D$.

Кроме того,

$$\tilde{J}_i(x^p(\cdot), u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)) = J_i(u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)), i = \overline{1, N}$$

Это непосредственно следует из определений множеств D и \tilde{D} в (4) и (7) соответственно.

Пусть существует некоторая допустимая стратегия $\bar{u}_i(\cdot)$ i -го игрока, такая что $\bar{u}_i(\cdot) \in D_i(u^p(\cdot) | u_i(\cdot))$, $i = \overline{1, N}$, для которой выполнено условие (6):

$$J_i(u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)) = \max_{u_i(\cdot) \in D_i(u^p(\cdot)/u_i(\cdot))} J_i(u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)), i = \overline{1, N}. \quad (11)$$

Покажем, что пара $(\bar{x}(\cdot), \bar{u}(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot) | u_i(\cdot))$, где $(u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)) \mapsto \bar{x}(\cdot)$ доставляет максимум функционалу $\tilde{J}_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot))$ (9) на множестве $\tilde{D}_i(u^p(\cdot) | u_i(\cdot))$.

Для этого предположим противное, т.е. пусть существует некоторая пара $(\tilde{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)) \in \tilde{D}$, где $(\tilde{x}(\cdot), \tilde{u}_i(\cdot)) \neq (\bar{x}(\cdot), \bar{u}_i(\cdot))$ и такая, что

$$\tilde{J}_i(\tilde{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)) = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot)/u_i(\cdot))} \tilde{J}_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)) > \tilde{J}_i(\bar{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)) \quad (12)$$

Из определений (5), (9) соответственно функционалов $J_i(u_i(\cdot))$, $\tilde{J}_i(x(\cdot), u_i(\cdot))$ имеем:

$$\begin{aligned} \tilde{J}_i(\bar{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)) &= J_i(u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)), \\ \tilde{J}_i(\tilde{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)) &= J_i(u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)), i = \overline{1, N} \end{aligned}$$

В силу условия (12) и последних двух равенств получим следующее неравенство:

$$J_i(u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)) > J_i(u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)), i = \overline{1, N},$$

Которое противоречит условию (11), а значит наше предположение (12) неверно. Следовательно, можно утверждать, что пара $(\bar{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)) \in \tilde{D}$ удовлетворяет условию:

$$\tilde{J}_i(\bar{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot)) = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot)/u_i(\cdot))} \tilde{J}_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)),$$

т.е. стратегия $\bar{u}_i(\cdot) \in D_i(u^p(\cdot) \parallel \bar{u}_i(\cdot))$, $i = \overline{1, N}$ удовлетворяет определению (9).

Аналогично можно показать, что если пара $(\tilde{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)) \in \tilde{D}$, удовлетворяет определению (9):

$$\tilde{J}_i(\tilde{x}(\cdot), u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)) = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot)/u_i(\cdot))} \tilde{J}_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \parallel u_i(\cdot)), i = \overline{1, N},$$

то ситуация $(u^p(\cdot) \parallel \tilde{u}_i(\cdot)) \in D$ удовлетворяет определению (6):

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

Таким образом, мы показали, что решение задачи (1)-(6) является решением задачи (1)-(3), (7)-(10) и наоборот, следовательно, эти задачи эквивалентны.

Введем следующие обозначения

$$F_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t)) = \frac{\partial K_i(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial K_i(t, x)}{\partial t} f(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t)) + h_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t)), i = \overline{1, N}, \quad (13)$$

где скалярные функции $K_i(t, x)$, $i = \overline{1, N}$ определены и непрерывны на $T \times R^n$ и имеют непрерывные частные производные при всех t, x .

Составим вспомогательный функционал i -го участника вида:

$$I_i(x(\cdot), u(\cdot)) = \int_{t_0}^{t_f} F_i(t, x(t), u_1(t), \dots, u_i(t), \dots, u_N(t)) dt + \Phi_i(x(t_0), x(t_f), t_0, t_f), i = \overline{1, N} \quad (14)$$

где

$$\Phi_i(x(t_0), x(t_f), t_0, t_f) = g_i(x(t_f)) - K_i(t_f, x(t_f)) + K_i(t_0, x(t_0)), i = \overline{1, N} \quad (15)$$

Так как рассматривается случай, когда время t_0, t_f фиксированы, и задано начальное условие (2), то функция $\Phi_i(*)$ зависит только от $x(t_f)$, поэтому ниже будем писать $\Phi_i(x(t_f))$.

Функционал $I_i(*)$ из (15) определен на расширенном множестве

$$\tilde{E} = \{x(\cdot), u_1(\cdot), \dots, u_N(\cdot) \mid u_i(t) \in U_i(t), i = \overline{1, N}, x(t) \in R^n, t \in T\},$$

где $x(t), t \in T$ - множество всех кусочно-гладких (непрерывных, кусочно-дифференцируемых) функций со значениями в R^n . Множество \tilde{E} отличается от множества \tilde{D} из (7) тем, что на \tilde{E} переменные $x(\cdot), u(\cdot)$ уже не связаны дифференциальным уравнением (1). Очевидно, что $\tilde{D} \subseteq \tilde{E}$.

Результаты исследования

Сформулируем достаточное условие существования ситуации равновесия в игре (1)-(3), (7)-(8).

Теорема 1. Для того, чтобы пара $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}$ реализовала ситуацию равновесия в дифференциальной игре (1)-(3), (7)-(8) достаточно, существования гладких функций $K_i(t, x)$, $i = \overline{1, N}$, таких, что

$$F_i(t, x^p(t), u^p(t)) = \max_{x(t) \in R^n} \max_{u_i(t) \in U_i(t)} F_i(t, x(t), u^p(t) \parallel u_i(t)), i = \overline{1, N} \quad (16)$$

$$\Phi_i(x^p(t_f)) = \max_{x(t) \in R^n} \Phi_i(x(t_f)), i = \overline{1, N} \quad (17)$$

($F_i(*)$ определены в (13), а - в (15)).

Доказательство. Покажем, что если пара $(x(\cdot), u(\cdot)) \in \tilde{D}$, то

$$I_i(x(\cdot), u(\cdot)) = \tilde{J}_i(x(\cdot), u(\cdot)), i = \overline{1, N} \quad (18)$$

где $\tilde{D}, \tilde{J}_i(*)$, $I_i(*)$ определены в (7), (8), (14) соответственно.

Если $(x(\cdot), u(\cdot)) \in \tilde{D}$, то функцию $F_i(*)$ из (13) можно переписать в виде

$$F_i(t, x(t), u(t)) = \frac{\partial K_i(t, x)}{\partial t} + \frac{\partial K_i(t, x)}{\partial t} \dot{x}(t) + h_i(t, x(t), u(t)), \quad i = \overline{1, N}$$

Тогда функционал $I_i(\cdot)$ из (14) с учетом определения $\Phi_i(\cdot)$ в (15) принимает вид

$$I_i(x(\cdot), u(\cdot)) = K_i(t_f, x(t_f)) - K_i(t_0, x(t_0)) + g_i(x(t_f)) - K_i(t_f, x(t_f)) + K_i(t_0, x(t_0)) + \int_{t_0}^{t_f} h_i(t, x(t), u(t)) dt = g_i(x(t_f)) + \int_{t_0}^{t_f} h_i(t, x(t), u(t)) dt = \tilde{J}_i(x(\cdot), u(\cdot)), \quad i = \overline{1, N}.$$

Пусть существует пара $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}$, такая, что выполняются условия (16), (17). Покажем, что она реализует ситуацию равновесия на множестве \tilde{E} в игре с функциями выигрышей $I_i(x(\cdot), u(\cdot))$, $i = \overline{1, N}$ из (14).

Из условия (16), определения (14), с учетом (15) имеем:

$$I_i(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) = \int_{t_0}^{t_f} F_i(t, x^p(t), u^p(t)) dt + \Phi_i(x^p(t_f)) = \int_{t_0}^{t_f} \max_{x(t) \in \mathbb{R}^n} \max_{u_i(t) \in U_i(t)} F_i(t, x(t), u^p(t) \| u_i(t))_i dt + \max_{x(t) \in \mathbb{R}^n} \Phi_i(x(t_f)).$$

Используя

$$\Pi_i(t, x^p(t), u^p(t), \psi_i(t)) = \max_{u_i(t) \in U_i(t)} \Pi_i(t, x^p(t), u^p(t) \| u_i(t), \psi_i(t)), \quad [11, 12]$$

получаем

$$I_i(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{E}_i} \int_{t_0}^{t_f} F_i(t, x(t), u^p(t) \| u_i(t)) dt + \max_{x(t) \in \mathbb{R}^n} \Phi_i(x(t_f)) \geq \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{E}_i} \left[\int_{t_0}^{t_f} F_i(t, x(t), u^p(t) \| u_i(t)) dt + \Phi_i(x(t_f)) \right] = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{E}_i} I_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \| u_i(\cdot)), \quad i = \overline{1, N},$$

здесь

$$\tilde{E} = \{x(\cdot), u_i(\cdot) | u_i(t) \in U_i(t), x(t) \in \mathbb{R}^n, t \in T\}, \quad i = \overline{1, N}.$$

Покажем теперь, что ситуация $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}$ реализует ситуацию равновесия в игре (1)-(3), (7)-(8). Так как по условию $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}$, то из определения (7) следует, что $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot) | u_i(\cdot))$, где $\tilde{D}_i(\cdot)$ из (10).

Таким образом из системы дифференциальных уравнений в частных производных относительно функции $S_i(t, x)$, $i = \overline{1, N}$ и равновесных стратегии [13, 14], следует, что

$$\tilde{J}_i(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) = I_i(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot) / u_i(\cdot))} I_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \| u_i(\cdot)) = \max_{(x(\cdot), u_i(\cdot)) \in \tilde{D}_i(u^p(\cdot) / u_i(\cdot))} \tilde{J}_i(x(\cdot), u^p(\cdot) \| u_i(\cdot)), \quad i = \overline{1, N},$$

т.е. справедливо (9). Следовательно, пара $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}$ реализует ситуацию равновесия в дифференциальной игре (1)-(3), (7)-(8).

Замечание.

Теорему, доказанную в [11]:

1⁰. В дифференциальной игре (1) - (5) при всех $t \in T$ равновесная траектория $u^p(\cdot) = (u_1^p(\cdot), \dots, u_N^p(\cdot))$ и соответствующая равновесная траектория $x^p(\cdot)$ удовлетворяют условию принципа максимума Понтрягина для i -го участника относительно $\psi_i(\cdot)$:

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

где

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

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

Причем

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

2⁰. Функция $S_i(t, x)$ из (18) удовлетворяет дифференциальному уравнению Гамильтона-Якоби в частных производных

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

с граничным условием $S_i(t_f, x(t_f)) = g_i(x(t_f)), i = \overline{1, N}$.

Можно переформулировать в следующей форме, содержащей принцип сведения динамического равновесия к статистическому.

Теорема 2. Для того, чтобы пара $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in \tilde{D}$ реализовала ситуацию равновесия в дифференциальной игре (1)-(3), (7)-(8) достаточно существование гладких функций $K_i(t, x), i = \overline{1, N}$, таких, что в каждый момент времени $t \in T$ пара $(x^p(\cdot), u^p(\cdot)) \in E(t)$, где $E(t) = \{x(t), u_1(t), \dots, u_N(t) | u_i(t) \in U_i(t), i = \overline{1, N}, x(t) \in R^n\}$, реализовывала ситуацию равновесия в статистической игре с функциями выигрыша $F_i(t, x(t), u(t)), i = \overline{1, N}$ из (13) на множестве $E(t)$, т.е., чтобы выполнялись условия (16) и условие (17).

Заключение

Достаточные условия существования ситуации равновесия в бескоалиционной дифференциальной игре (1)-(3), (7)-(8), сформулированные в данной статье, аналогичны принципу оптимальности В.Ф. Кротова, который представляет аппарат достаточных условий в задачах оптимального управления. Отметим, что функции [11]

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

Могут быть рассмотрены как аналог функций Кротова $K_i(t, x)$ (в предположении гладкости $S_i(t, x)$), тогда утверждения (16), (17) теоремы 2 переходят соответственно в утверждения

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

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

из теоремы 2 в [13, 15].

Список использованных источников:

- 1 Петросян А.А. Дифференциальные игры. Современное состояние и проблемы // Многошаговые, дифференциальные, бескоалиционные и кооперативные игры. – Калинин: 1983. С. 26-31.
- 2 Воробьев Н.Н. Теория игр. – М.: Наука, 1985. - 408 с.
- 3 Разумихин Б.С. Физические модели и методы теории равновесия в программировании и экономике. – М.: Наука, 1975. – 304 с.
- 4 Никольский С.М. Курс математического анализа. Т.1. – М.: Наука, 2001. – 464 с.
- 5 Мкртычев, О.В. Теоретическая механика: Уч. / О.В. Мкртычев. - М.: Вузовский учебник, 2019. - 320 с.
- 6 Гордин В. А. Дифференциальные и разностные уравнения. Какие явления они описывают и как их решить / В. А.Гордин – М.: Учебники Высшей школы экономики, 2016. – 235 с.
- 7 Сорокин В. А., Сизов Н. А., Дурандин Д. П., Боган М. В. Сравнение принципов оптимальности для кооперативных игр на графах // Молодой ученый. 2019. №26(264). С. 14-16.
- 8 Павловская Е.Я., Поспелов И.Г., Скрипкин К.Г. Точка Нэша и общественно необходимые затраты труда в хозяйстве // Сообщения по прикладной математике. – М.: ВЦ АН СССР, 1988. – 63 с.

9 Чистяков Ю.Е. Задача о ситуациях равновесия по Нэшу в игре многих лиц с памятью // Прикладная математика и механика. 1987. №2. С.201 - 214.

10 Петров А.А., Поспелов И.Г. Математические модели экономики России // Вестник РАН, т.79, №6, 2009. С. 492-506.

11 Махмудова Ш.Д. Главная функция Гамильтона и необходимые условия существования ситуации равновесия в форме уравнений Гамильтона-Якоби/ Ш.Д.Махмудова, А.Н.Уразгалиева// Вестник КазНПУ им.Абая - 2021. - №1. - С. 31.

12 Зеликин, М.И. Оптимальное управление и вариационное исчисление / М.И. Зеликин. - М.: Ленанд, 2017. - 160 с.

13 Махмудова Ш.Д. Достаточные условия существования ситуации равновесия в форме уравнений Гамильтона-Якоби/ Ш.Д. Махмудова, А.Д. Махмудов, А.Н. Уразгалиева// Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан -2022. - № 2(84). - С. 183-194.

14 Ландау, Л.Д. Теоретическая физика в 10 томах. т.1. Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. - М.: Физматлит, 2018. - 224 с.

15 Бертяев, В.Д. Теоретическая и аналитическая механика. Учебно-исследовательская работа студентов: Учебное пособие / В.Д. Бертяев, В.С. Ручинский. - СПб.: Лань, 2019. - 424 с.

References:

1 Petrosyan A.A. (1983) *Differentsial'nyye igrы. Sovremennoye sostoyaniye i problem [differential games. Current state and problems] mnogoshagovyye, differentsial'nyye, beskoalitsionnyye i kooperativnyye igrы [Multi-step, differential, non-cooperative and cooperative games].* - Kalinin[in Russian]

2 Vorob'ev N.N. (1985) *Teoriya igrы. [Game theory].* М.: Nauka [in Russian].

3 Razumihin B.S. (1975) *Fizicheskie modeli i metody teorii ravnovesiya v programmirovani i jekonomike [Physical models and methods of equilibrium theory in programming and economics].* М.: Nauka [in Russian].

4 Nikolsky S.M.(2001) *Kurs matematicheskogo analiza[Course of mathematical analysis].* Т.1. М.: Nauka [in Russian].

5 Mkrtychev O.V. (2019). *Teoreticheskaja mehanika [Theoretical mechanics].* М.: Vuzovskij uchebnik. [in Russian].

6 Gordin V. A. (2016). *Differentsial'nyye i raznostnyye uravneniya. Kakie javleniya oni opisыvayut i kak ih reshit [Differential and difference equations. What phenomena do they describe and how to solve them].* М.: Uchebniki Vysshej shkoly jekonomiki. [in Russian].

7 Sorokin V. A., Sizov N. A., Durandin D. P., Bogan M. V. (2019) *Sravneniye printsipov optimal'nosti dlya kooperativnykh igr na grafakh [Comparison of the principles of optimality for cooperative games on graphs] Young scientist[in Russian].*

8 Pavlovskaya E.Ya., Pospelov I.G., Skripkin K.G. (1988) *Tochka Nешa i obshchestvenno neobkhodimyye zatraty truda v khozyaystve [The Nash point and socially necessary labor costs in the economy] Reports on applied mathematics. Young scientist [in Russian].*

9 Chistyakov Yu.E. (1987) *Zadacha o situatsiyakh ravnovesiya po Nешu v igre mnogikh lits s pamyat'yu [The problem of Nash equilibrium situations in a game of many persons with memory] Applied Mathematics and Mechanics. Young scientist [in Russian].*

10 Petrov A.A., Pospelov I.G. (2009) *Matematicheskiye modeli ekonomiki Rossii [Mathematical models of the Russian economy] Bulletin of the Russian Academy of Sciences, vol. 79[in Russian].*

11 Makhmudova, Sh.D. (2021). *Osnovnaya funktsiya Gamil'tona i neobkhodimyye usloviya sushchestvovaniya situatsii ravnovesiya v vide uravneniy Gamil'tona-Yakobi [Hamilton's principal function. Necessary conditions for the existence of equilibrium in the form of hamilton-jacobi equations] Vestnik KazNPU imeni Abaya [in Russian].*

12 Zelikin M.I. (2017). *Optimal'noe upravlenie i variacionnoe ischislenie [Optimal control and calculus of variations].* М.: Lenand. [in Russian].

13 Makhmudova Sh.D. (2022) *Dostatochnyye usloviya sushchestvovaniya situatsii ravnovesiya v forme uravneniy Gamil'tona-Yakobi [Sufficient conditions for the existence of an equilibrium situation in the form of the Hamilton-Jacobi equations] Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan [in Russian].*

14 Landau L.D. & Livshic E.M. (2018). *Teoreticheskaja fizika v 10 tomah. t.1. Mehanika[Theoretical physics in 10 volumes] VI. М.: Fizmatlit. [in Russian].*

15 Bertjaev V.D. & Ruchinskij V.S. (2019). *Teoreticheskaja i analiticheskaja mehanika. Uchebno-issledovatel'skaja rabota studentov: Uchebnoe posobie [Theoretical and analytical mechanics. Educational and research work of students: Textbook].* SPb.: Lan. [in Russian].

А.А. Муханбет^{1*}, М.Т. Накибаева¹, Б.С. Дарибаев¹

¹ Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
*e-mail: mukhanbetaksultan0414@gmail.com

КВАНТТЫҚ АРИФМЕТИКАЛЫҚ АМАЛДАРДЫ КВАНТТЫҚ ФУРЬЕ ТҮРЛЕНДІРУ КӨМЕГІМЕН БҮТІН ТАҢБАЛАРМЕН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Аңдатпа

Кванттық компьютер кейбір NP мәселелерін шешуде электронды компьютерден жоғары екендігі дәлелденді. Кванттық операциялар негізінде бұл мақалада жаңа кванттық қосынды және кванттық көбейту ұсынылады, содан кейін өзгермелі нүктелік кванттық көбейткіш және кванттық қосынды бекітілген нүктелік сандар операциялары негізінде жасалады. Бұл зерттеулер сандық сүзгілерді кванттық іске асырудың негізін қалайды. Бұл мақалада кванттық компьютерде сумматорды есептеудің жаңа әдісі келтірілген. Бұл әдіс кванттық Фурье түрлендіруін(QFT) қолданады және биттерді уақытша беру қажеттілігін жою арқылы қосу үшін қажет кубиттердің санын азайтады. Бұл тәсіл сонымен қатар кванттық регистрде классикалық санды кодтамай, кванттық суперпозицияға классикалық санды қосуға мүмкіндік береді. Бұл әдіс сонымен қатар оны орындау кезінде жаппай параллелизацияға мүмкіндік береді. QFT негізінде қосу және көбейту мүмкіндіктері кейбір өзгерістермен жақсарады. Ұсынылған операциялар жақын кванттық арифметика операцияларымен салыстырылады.

Түйін сөздер: кванттық компьютер, кванттық операциялар, кванттық Фурье түрлендіруі, арифметика операциялар, сумматор.

Аннотация

А.А. Муханбет¹, М.Т. Накибаева¹, Б.С. Дарибаев¹

¹ Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

РЕАЛИЗАЦИЯ КВАНТОВЫХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ С ЦЕЛОЧИСЛЕННЫМИ СИМВОЛАМИ С ПОМОЩЬЮ КВАНТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Доказано, что квантовый компьютер превосходит электронный компьютер в решении некоторых задач NP. На основе квантовых операций в этой статье предлагается новая квантовая сумма и квантовое умножение, а затем квантовый множитель с плавающей точкой и квантовый делитель с фиксированной точкой создаются на основе операций фиксированных чисел с фиксированной точкой. Эти исследования лежат в основе квантовой реализации цифровых фильтров. В этой статье представлен новый метод вычисления сумматора на квантовом компьютере. Этот метод использует квантовое преобразование Фурье(QFT) и уменьшает количество кубитов, необходимых для соединения, устраняя необходимость временной передачи битов. Этот подход также позволяет добавлять классическое число в квантовую суперпозицию, не кодируя классическое число в квантовом регистре. Этот метод также позволяет проводить массивную параллелизацию при ее выполнении. Возможности сложения и умножения на основе QFT улучшаются с некоторыми изменениями. Предлагаемые операции сравниваются с операциями приближенной квантовой арифметики.

Ключевые слова: квантовый компьютер, квантовые операции, квантовое преобразование Фурье, арифметические операции, сумматор.

Abstract

IMPLEMENTATION OF QUANTUM ARITHMETIC OPERATIONS WITH INTEGER CHARACTERS USING THE QUANTUM FOURIER TRANSFORM

Mukhanbet A.A.¹, Nakibayeva M.T.¹, Daribayev B.S.¹

¹Al-Farabi kazakh national university, Almaty, Kazakhstan

It has been proven that a quantum computer is superior to an electronic computer in solving some NP problems. Based on quantum operations, this article proposes a new quantum sum and quantum multiplication, and then a floating-point quantum multiplier and a fixed-point quantum divisor are created based on fixed-point number operations. These studies lay the foundation for the quantum implementation of digital filters. This article presents a new method for calculating the sumator on a quantum computer. This method uses the quantum Fourier Transform (QFT) and reduces the number of qubits needed for the connection, eliminating the need for temporary bit transfer. This approach also allows adding a classical number to a quantum superposition without encoding the classical number in a quantum register. This method

also allows for massive parallelization during its execution. The QFT-based addition and multiplication capabilities are improved with some changes. The proposed operations are compared with the operations of approximate quantum arithmetic.

Keywords: quantum computer, quantum operations, quantum Fourier transform, arithmetic operations, sumator.

1. Кіріспе

Соңғы жылдары кванттық есептеу классикалық есептеулердің күрделі мәселелерін шешудің қарапайымдылығымен назар аударыла бастады. Шор кванттық факторинг алгоритмін ұсынғаннан кейін зерттеушілердің кванттық арифметика операцияларына деген қызығушылығы артты. Кванттық арифметикалық амалдар кванттық сигналдарды өңдеу, кванттық Машиналық оқыту сияқты көптеген зерттеулерде қажет. Атап айтқанда, кванттық кескіндерді өңдеуде арифметикалық амалдар стеганография, шекараны анықтау және үлгіні тану сияқты көптеген процестерде қолданылады.

Фейнманның заманынан бері көптеген ғалымдар кванттық компьютердің есептеу қуаты электронды компьютерде теңдесі жоқ деп санайды [1]. 1992 жылы Дойч кванттық компьютер моделін ұсынды, ол Дойч мәселесін электронды компьютерге қарағанда кванттық компьютерде тезірек шешуге болатындығын растады [2]. Шордың кванттық факторизация алгоритмі де, гровердің іздеу алгоритмі де кванттық компьютерлердің кейбір аспектілерде дәстүрлі электронды компьютерлерге қарағанда үлкен есептеу артықшылықтарына ие екенін көрсетті [3]. Кванттық есептеу және кванттық компьютерлер ғалымдардың кең назарын аударды [4,5]. Кванттық есептеудің екі маңызды қосымшасы-кванттық криптография [6,7] және кванттық кескінді өңдеу [8]. Кванттық ақпарат клондауға жатпайтындықтан, кванттық интеграл қауіпсіз байланыстың маңызды физикалық кепілі болып табылады [9]. Кванттық желдету тізбектері арқылы жүзеге асырылатын кейбір хаотикалық жүйелер кванттық кескіндерді шифрлау мен шифрын шешуді жүзеге асыру үшін кескін криптожүйелерінде жалған кездейсоқ тізбектің генераторлары ретінде қолданыла алады. кванттық клапан тізбектерін қолдана отырып, негізгі арифметикалық құрылғыларды, әсіресе кванттық клапан тізбектерін қолдана отырып, тұрақты үтірлі санның көбейтіндісі мен бөлгішін қолдану әдісі. Зерттеу жұмысы кванттық компьютерді қолдана отырып, тіркелген нүктенің сандық операцияларын жүзеге асыруға жол ашады.

Шордың кванттық факторинг алгоритмінің уақыты мен жадының күрделілігін жақсарту үшін кванттық арифметиканың алғашқы элементар операциялары ұсынылған модульдік қосынды, модульдік мультипликатор және модульдік құрылыс операциялары. Госсетт классикалық компьютерде тасымалдау-сақтау әдісін қолдана отырып, кванттық клапандардан модульдік арифметикалық элементтерді қалай жобалау керектігін көрсетті. Драпер кванттық компьютерде сомаларды есептеудің жаңа әдісін ұсынды. Бұл әдіс кванттық Фурье түрлендіруін (QFT) қолданады және тасымалдау текшелерінің санын азайтады. Сызықтық тереңдіктің импульстарын беру арқылы кванттық қосудың жаңа схемасын ұсынды. Бұл жаңа қосылым схемасы алдыңғы қосылым тізбектерінде қолданылатын көптеген қосалқы кубиттердің орнына тек бір көмекші кубитті пайдаланады. Такахашин мен Кунихиро көмекші кубиттер қолданылмайтын екі N биттік екілік сандарды қосу үшін пульсацияны беру тәсіліне негізделген кванттық тізбекті ұсынды. Олар тереңдікті азайтуға назар аударды және классикалық трансферді болжау техникасын қолдана отырып, қосу үшін жылдам кванттық тізбек құрды. Такахашин мен Кунихиро кванттық қосқыштың модификацияланған нұсқасын кванттық қосқышты параллель қолдана отырып, біркелкі емес Такахашин тасымалымен біріктірді. Бұл модификацияланған қосқыш бірнеше кубиттерді қолданды және көмекші кубиттерді сақтап қалды.

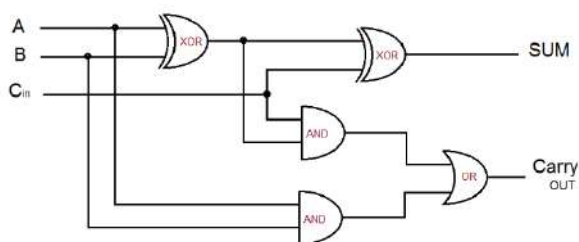
Дәстүрлі түрде, кванттық компьютерге арналған қосымша алгоритмдер өздерінің классикалық аналогтарын қайтымды есептеу үшін қажетті кеңейтімдермен көшірді. Кванттық қосудың жылдам алгоритмдері тасымалдау-сақтау әдістерін қолданады, бірақ классикалық модельге сәйкес келеді. Алайда, кванттық компьютер үшін керемет қосымша алгоритм оның классикалық әріптесіне ұқсамауы мүмкін. Бұл мақалада кванттық компьютерде қосудың жаңа парадигмасы келтірілген. Қолданылатын қосу әдісі a және b екі мәнін алады, $F(A)$ Фурье кванттық түрлендіруді (QFT) есептейді, содан кейін $F(A)$ - ны $F(A + B)$ - ге түрлендіру үшін b қолданады. Содан кейін кері кванттық Фурье түрлендіруді қолдануға және қосындыны қалпына келтіруге болады. Жинақтауға дейінгі және кейінгі түрлендіруді есептеу белгілі бір шығындармен байланысты болғандықтан, есептеулердің максималды саны одан шығар алдында түрлендіру ауқымында орындалуы керек. Классикалық қосымша кванттық компьютерде қосымшаны жүзеге асыруға арналған бірқатар мақалалар жарияланды [2].

Барлық енгізулер екі N биттік сандарды қосу үшін кем дегенде $3N$ кубитті қолданады. Мұнда ұсынылған әдіс [7] - де көрсетілген схемаға сәйкес келеді. Қосынды екі негізгі унитарлық есептеуіш

блоктардан тұрады. Сонымен қатар, QFT негізінде азайту, бөлу және дәрежеге көтерудің жаңа амалдары ұсынылған. Ұсынылған арифметикалық амалдар аз ресурстарды қолдана отырып, барлық сандармен модульдік емес операцияларды шектеусіз орындай алады. Сонымен қатар, екі, абсолютті және салыстыру үшін қосымша операциялардың жаңа кванттық схемалары QFT негізінде ұсынылған қосу және азайту операцияларын қолдана отырып ұсынылған.

2. Әдістеме

Классикалық және кванттық қосу. Толық сумматор - бұл классикалық компьютерлер 3 битке дейін қосуды жүзеге асыру үшін қолданатын логикалық схема. Толық сумматордың схемасында 3 кіріс бар: A, B және Cin (ағылшын тіліндегі "Carry in" сөзі қысқартылған, өйткені ол алдыңғы толық қосқыштан алынған, өйткені оларды бір-бірімен байланыстыруға болады). Сондай-ақ, Sum және Cout деп аталатын 2 шығысы бар (ағылшынша "Carry out" сөзінің аббревиатурасы, өйткені ол келесі сумматордың Cin-ге бит береді). Сумматордың классикалық схемасы 1 суретте көрсетілген.



Сурет 1. Классикалық сумматор схемасы

Сәйкесінше, 2 биттік мәндері бойынша шындық кестесін құруға болады. Нәтижесін 1 кестеден көруге болады.

Кесте 1. Классикалық сумматордың шындық кестесі

A	B	Cin	Cout	Sum
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Толық сумматорды кванттық компьютерде іске асыру үшін бізге 4 кубит қажет (яғни, толық сумматордың әр кірісі мен шығысы үшін 1).

- Нөлдік Q0 qubit: A енгізу үшін қажет;
- Бірінші Q1 qubit: B енгізу үшін қажет;
- Екінші Q2 qubit: Cin енгізу үшін қажет;
- Бірінші Q1 кубиті: Sum үшін қажет, бірінші кубит қолданылады;
- Төртінші Q4 qubit: Cout үшін қажет.

Қосымша операторды құру үшін бізге бірнеше негізгі кванттық логикалық клапандар қажет, оларды қосу процесінің қадамдық бөлігін орындау үшін қолданамыз:

- Кванттық клапан X классикалық емес әрекет етеді, кубитті күйден $|0\rangle$ күйге $|1\rangle$ және керісінше аударады;

- CX клапаны (бақыланатын – X) бірден екі кубитке әсер етеді, олардың біреуі басқарушы кубит деп аталады, ал екіншісі мақсатты кубит деп аталады. Бұл клапан X клапанын мақсатты кубитке қолданады, егер басқару кубиті $|1\rangle$ күйінде болса;

- CCX (Controlled – Controlled – X) клапаны бір уақытта үш кубитке, екі басқару кубитіне және бір мақсатты кубитке әсер етеді. Ол x клапанын мақсатты кубитке қолданады, егер екі басқару кубиті $|1\rangle$ күйінде болса.

Тасымалдау битін есептеу үшін бізге үш кіріс кубитін алатын клапан қажет: алдыңғы бағаннан тасымалдау кубиті және әр терминнен бір кубит. Егер кем дегенде екі кіріс кубиті $|1\rangle$ күйінде болса, клапан кубитті $|1\rangle$ күйіне ауыстыру операциясын орындайды. Тасымалдау клапаны үшін шындық кестесін 2 кестеден көруге болады.

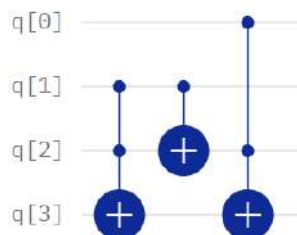
Кесте 2. Тасымалдау клапаны үшін шындық кестесі:

A	B	Cin	$Cout$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Бұл әрекетті бірнеше қадамға бөлуге болады:

- Алдымен Cin және A кубиттері салыстырылады, егер екеуі де $|1\rangle$ күйінде болса, $Cout$ битін керісінше өзгертіледі.
- Егер A -дан кубит $|1\rangle$ күйінде болса, B регистрінің кубитін өзгертіледі.
- Cin және B кубиттері салыстырады, егер екеуі де $|1\rangle$ күйінде болса, $Cout$ шығыс битін төңкеріледі.

Мұны тек X , CX немесе CCX клапандарының біреуін қолдану арқылы жасау мүмкін емес, сондықтан біз бірнеше клапандарды қолдана отырып, 2 суреттегідей схемаға қол жеткізе аламыз:



Сурет 2. CX және CCX клапандарын қолдана отырып, $Cout$ тасымалдау клапанын визуализациялау.

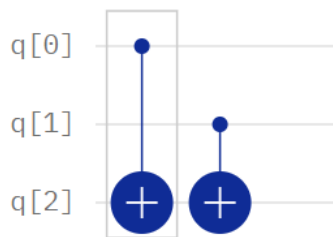
Кресттер мақсатты кубитті білдіреді, ал боялған шеңберлер бақылау кубиттерін білдіреді. Екі боялған шеңбермен және бір крест шеңберімен сызықтар CCX клапанын білдіреді, ал бір боялған шеңбермен бір крест шеңберімен сызық CX клапанын білдіреді. Соманың клапаны үшін бізге үш кіріс кубитін алатын клапан қажет: шығыс тасымалдау кубиті және әр терминнен бір кубит. Клапан 3 кестедегі шындық кестесімен бірдей нәтиже беретін операцияны орындайды:

Кесте 3. Sum клапаны үшін шындық кестесі:

A	B	Cin	Sum
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Шығу-бұл регистрден шыққан кубит, сондықтан басқа регистрде сақтаудың орнына регистр мен соманы қайта жазу арқылы орын мен операцияларды үнемдей алуға болады. Шындық кестесіне қарап, операцияны кішігірім қадамдарға бөлуге болады:

- Егер кіріс тасымалдау кубиті $|1\rangle$ күйінде болса, кубиті Б регистріне түрлендіріледі.
 - Егер А кубиті $|1\rangle$ күйінде болса, оны қайтадан бұрылады.
- Осыдан соң осылай 3 суреттегідей СХ шлюздері арқылы қол жеткізе аламыз:



Сурет 3. СХ клапанын қолдана отырып, қосынды клапанды визуализациялау.

Кресттер мақсатты битті білдіреді, ал боялған шеңберлер бақылау биттерін білдіреді.

Мұнда сипатталған әдіс қарапайым және ыңғайлы болғанымен, ең тиімді емес, өйткені ол кванттық компьютерде классикалық компьютерлер қолданатын процестерді көбейтеді. Тағы бір жылдам әдіс-кванттық компьютерде кванттық Фурье түрлендіруі (QFT) арқылы қосу.

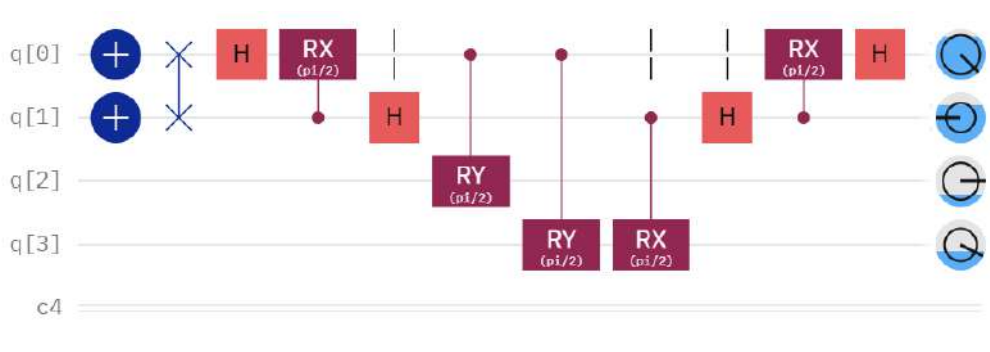
N-биттік қайтымды сумматор дизайны 3 биттік қосқыштың тікелей кеңеюі болып табылады. Қосымша N кубит уақытша тасымалдау биттері ретінде қолданылады. Бұл кубиттер оларды қолданғаннан кейін нөлге оралады, сондықтан оларды кейінгі есептеулер үшін пайдалануға болады. Сондықтан кіріс және шығыс деректерін тек 2n кубит көмегімен сақтауға болатын болса да, есептеу үшін 3N кубит пайдалану керек.

3. Нәтижелер

Жетілдірілген кванттық сумматор.

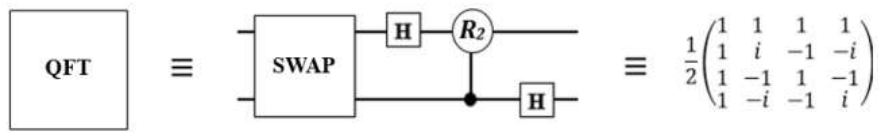
Ведралдың жұмысына сүйене отырып, кванттық толық сумматорды жасау үшін үш Тоффоли қақпасы және екі басқарылмайтын қақпа қолданылады. Кванттық тізбектердің көмегімен салынған қосқыш пен азайту. 4 суретте көрсетілген. 5 және сур. 6 сәйкес компьютерде азайту схемасы жоқ. Электронды компьютер қосу және азайтуды қосу формасы арқылы қосу амалына біріктіреді. Кванттық компьютерде қосу мен алуды электронды компьютердегі сияқты толықтауыш формасы арқылы қосу операциясына біріктіруге болады. Натурал бүтін санның толықтаушысы бастапқы бүтін санмен бірдей, ал теріс бүтіннің толықтаушысы 1-ден кейінгі таңба битінен басқа әрбір биттің кері мәні болып табылады. Таңбалы бүтін санды толықтауыш түріне түрлендіруге арналған кванттық схема көрсетілген. 7-суретте. 7-суретте кіріс бастапқы код а болса, шығыс а-ның толықтауышы болады; егер кірісте а толықтаушысы болса, шығыс а-ның бастапқы коды болады. 8-суретте қосу және азайту амалдары толықтауыш өңдеу блогы бар қосу амалдарына біріктірілген.

Жоғарыда айтылғандай, бірінші кванттық қосу алгоритмдері қайтымды есептеулер үшін қажетті кеңейтімдері бар классикалық аналогтарын көрсетті. Кванттық қосудың келесі алгоритмдері кубиттерді қосымша тасымалдауды пайдалануға негізделген, бірақ бәрібір классикалық модельді ұстанды. Кванттық компьютер үшін идеалды қосу алгоритмі оның классикалық аналогына ұқсамауы мүмкін, сондықтан кванттық Фурье түрлендіруіне (QFT) негізделген кванттық сумматор ойлап табылды (4-сурет).



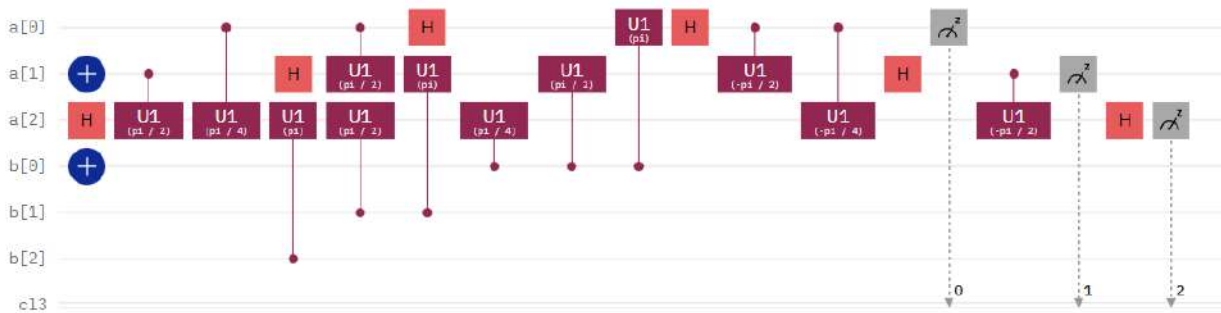
Сурет 4. Фурье кванттық түрлендіруге негізделген кванттық қосу схемасы

4 суреттегі бастапқы блок QFT-ді білдіреді. Оның математикалық формуласы 5 суретте көрсетілген.



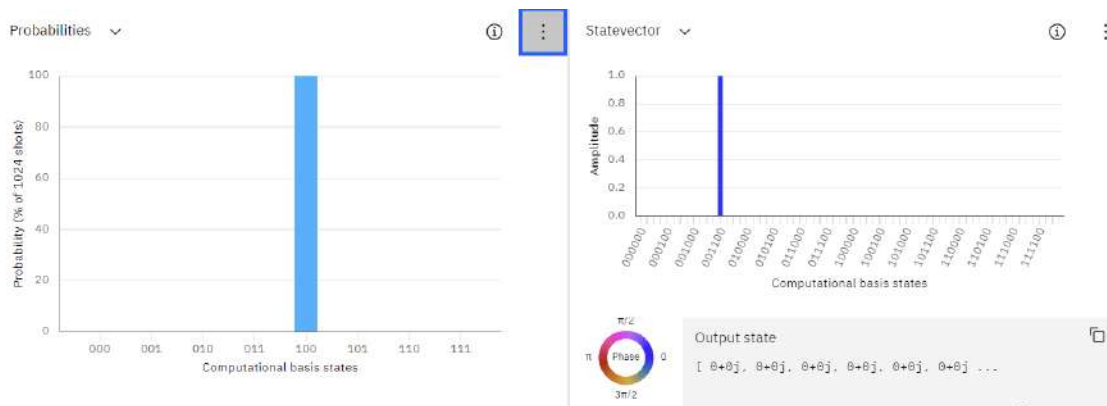
Сурет 5. Фурье кванттық түрлендіру схемасы және оның математикалық формасы.

QT көмегімен екі санды қорытындылау мысалы қарастырылады. 6-суретте IBM Composer негізіндегі QFT көмегімен екі санды қосудың кванттық схемасы көрсетілген. IBM Quantum Composer-бұл кванттық тізбектерді құру үшін операцияларды сүйреп апаруға және оларды нақты кванттық жабдықта немесе тренажерлерде іске қосуға мүмкіндік беретін кванттық бағдарламалаудың графикалық құралы.



Сурет 6. IBM Composer негізіндегі QFT көмегімен екі санды қосудың кванттық схемасы

Нақты уақыттағы визуализациялар бір күй векторының тренажерынан келеді, ол бірнеше рет атылуы мүмкін іске қосу параметрлерінде көрсетілген жүйеден өзгеше. Тренажер бастапқы санға негізделген нәтижелер жасау арқылы кездейсоқтық жасайды. Бастапқы мән-алгоритмге енгізілген бастапқы мән, ол жалған кездейсоқ сандарды шығарады және кванттық кездейсоқтықты имитациялайды.



Сурет 7. Нәтижені және statevector-ды визуализациялау және 5 кубиттік шектеу

Артқы опция ретінде берілетін statevector әдісі-бұл Aer схеманы модельдеу үшін қолданатын модельдеу әдісі, бірақ ол әлі де qasm симуляторы болып табылады, ол мемлекеттік вектордан гөрі өлшеу есептегіштерін қайтарады деп күтілуде.

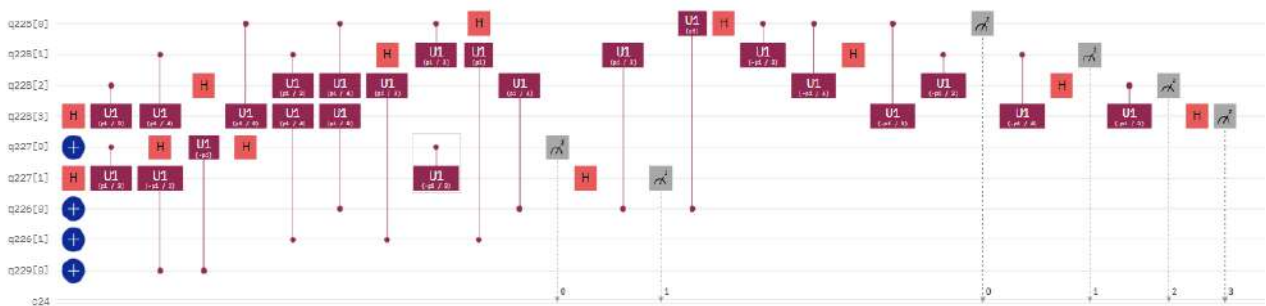
Әр түрлі кванттық тренажерлерде екі санды қосу және көбейту жүзеге асырылды және есептеу уақыты есептелді.

Кесте 4. Екі санды қосу

Кванттық симуляторлар	Кубиттер	Косу уақыты
<i>ibmq_gasm_simulator</i>	32	3.6816170215
<i>simulator_statevector</i>	32	4.4676377218
<i>simulator_extended_stabilizer</i>	63	4.1823140211

Өзгермелі нүктелі санның кванттық көбейту

Кванттық компьютерде ондық бөлшектерді тұрақты үтірмен көбейту әдісі ондық бөлшектерді бекітілген нүктелермен өңдеу үшін калибрлеу әдісін қолдану болып табылады. Калибрлеу әдісі Qm арқылы белгіленеді, мұндағы $m + n + 1$ -компьютердің сыйымдылығы. Мысалы, -0.52 калибрлеу үшін қолданады, $1,851E$ тіркелген нүкте санын алады (он алтылық форматта), ал $0.680, Ae14$ (он алтылық форматта) тіркелген нүкте санын алу үшін калибрлеу үшін $Q0,15$ қолданады. Бұл екі $Q0$ ұсынылған бастапқы кодтың екі ондық таңбасының көбейтіндісі. $(n-1)$, $Q0$ көмегімен масштабталған ондық сан. $(2n-1)$ болып табылады.



Сурет 8. IBM Composer негізіндегі QFT көмегімен екі санды көбейтудің кванттық схемасы

8 суретте бір уақытта бір текшеде Фурье кванттық түрлендіруі есептеледі. Кванттық регистрдің n -ші кубитіне бір Хадамард клапанын қолдана отырып, содан кейін P_i -ге тең параметрлері бар қайталанатын фазалық бұрылыстар қолданылады, олар өсіп келе жатқан деңгейге бөлінеді.

Күй $|F(\psi(\text{reg}_a))\rangle |F(\psi(\text{reg}_a + \text{reg}_b))\rangle$ кубитті reg_b -ге тәуелді кванттық Фурье түрлендіруді қолдана отырып түрлендіреді. Кванттық схеманы құрғаннан кейін бүкіл алгоритм Python тілінде IBM Quantum Lab-да жүзеге асырылды. Кванттық кодты жазу үшін Qiskit кітапханалары қолданылды. Qiskit-бұл кванттық компьютерлермен импульстар, схемалар және қолданбалы Модульдер деңгейінде жұмыс істеуге арналған ашық SDK болып табылады. Qiskit құрамына кванттық клапандардың толық жиынтығы және көптеген дайын схемалар кіреді, сондықтан оны Qiskit-ті зерттеу және қосымшаларды әзірлеу үшін пайдалануға болады. Оны нақты кванттық процессорларда жұмыс істеуге және жоспарлауға болады және бұлтты процессорларда, CPU және GPU-де кванттық бағдарламаларды басқару үшін Qiskit Runtime қолданылады.

```

Enter the multiplicand. 100
Enter the multiplier. 101

/tmp/ipykernel_59/2096073847.py:17:
er than 3 months after the release
  qc.cu1(pie / float(2**(i + 1))), 1
/tmp/ipykernel_59/2096073847.py:32:
er than 3 months after the release
  qc.cu1(factor*pie / float(2**(i)))
/tmp/ipykernel_59/2096073847.py:43:
er than 3 months after the release
  qc.cu1(-1 * pie / float(2**(n - i

{'010100': 2}
Время: 4.1626787185668945
    
```

Сурет 9. IBM Quantum Leap негізіндегі QT көмегімен екі санды көбейту нәтижесі

9 суретте көрсетілгендей, екі санды көбейту үшін екілік жүйеде 4 және 5 сандары алынды. Уақыт бойынша 4 секунд ішінде нәтижесінде 010100 санын шығарды. Оны 16лық жүйеге ауыстыратын болсақ, 20 санын береді.

4. Қорытынды

Бұл мақалада кванттық компьютерде енгізілген арифметикалық амалдар қарастырылады және де сәйкесінше, арифметикалық операциялар кванттық компьютерде орындалды. Алдымен кванттық қосынды және қосымша кванттық қосынды жасалды. Содан кейін тұрақты нүктелі сандарды ұсыну және есептеу әдістері талқыланды. Осыдан кейін жалпы кванттық көбейткіш және тұрақты нүктелі сандық бөлгіш жасалды. Кванттық арифметиканың дамыған блоктарына сүйене отырып, жоғары дәлдіктегі ондық көбейту мен бөлуді орындауға болады. Жұмыс нәтижесінде кванттық компьютерде сумматорды есептеудің жаңа әдісі келтірілді. Бұл әдіс кванттық Фурье түрлендіруін(QFT) қолданды және биттерді уақытша беру қажеттілігін жою арқылы қосу үшін қажет кубиттердің санын азайтады. Бұл тәсіл кванттық регистрде классикалық санды кодтамай, кванттық суперпозицияға классикалық санды қосуға мүмкіндік береді. Жұмыс нәтижесінде екі санды қосу және көбейту операциялары IBM Quantum Lab-та кванттық симуляторларда жүзеге асырылды. Кванттық схемалар IBM Composer-де салынды. Осы жұмыстың негізінде біз болашақта өзгермелі нүктелік сандық операциялардың кванттық нұсқаларын әзірлеуді және қарапайым электронды компьютерлерде қолданылатын сандық жүйелердің кванттық нұсқаларын жүзеге асыруды жоспарлап отырмыз.

Алғыс

Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің № AP09260564 жобасы бойынша гранты есебінен қаржыландырылды.

Список использованных источников:

- 1 P.W. Shor, *Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logarithms on a quantum computer*, *SIAM J.Sci.Statist.Comput.* 26(5) (1997) 1484–1509.
- 2 V. Vedral et al., *Quantum networks for elementary arithmetic operations*, *Phys. Rev. A* 54(1) (1996) 147–153.
- 3 P. Gossett, *Quantum carry-save arithmetic*, arXiv: quant-ph/9808061v2 (1998) 1–12.
- 4 T.G. Draper, *Addition on a quantum computer*, arXiv: quant-ph/0008033v1 (2000) 1–8.
- 5 S.A. Cuccaro et al., *A new quantum ripple-carry addition circuit*, arXiv: quant-ph/0410184v1 (2004) 1–9.
- 6 Y. Takahashi and N. Kunihiro, *A linear-size quantum circuit for addition with no ancillary qubits*, *Quantum Info. Comput.* 5(6) (2005) 440–448.
- 7 T.G. Draper et al., *A logarithmic-depth quantum carry-lookahead adder*, *Quantum Info. Comput.* 6(4) (2006) 351–369.
- 8 Y. Takahashi and N. Kunihiro, *A fast quantum circuit for addition with few qubits*, *Quantum Info. Comput.* 8(6) (2008) 636–649.
- 9 J.J. Alvarez-Sanchez et al., *A quantum architecture for multiplying signed integers*, *J. Phys.: Conf. Ser.* 128(1) (2008) 012013.

References:

- 1 P.W. Shor, *Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logarithms on a quantum computer*, *SIAM J.Sci.Statist.Comput.* 26(5) (1997) 1484–1509.
- 2 V. Vedral et al., *Quantum networks for elementary arithmetic operations*, *Phys. Rev. A* 54(1) (1996) 147–153.
- 3 P. Gossett, *Quantum carry-save arithmetic*, arXiv: quant-ph/9808061v2 (1998) 1–12.
- 4 T.G. Draper, *Addition on a quantum computer*, arXiv: quant-ph/0008033v1 (2000) 1–8.
- 5 S.A. Cuccaro et al., *A new quantum ripple-carry addition circuit*, arXiv: quant-ph/0410184v1 (2004) 1–9.
- 6 Y. Takahashi and N. Kunihiro, *A linear-size quantum circuit for addition with no ancillary qubits*, *Quantum Info. Comput.* 5(6) (2005) 440–448.
- 7 T.G. Draper et al., *A logarithmic-depth quantum carry-lookahead adder*, *Quantum Info. Comput.* 6(4) (2006) 351–369.
- 8 Y. Takahashi and N. Kunihiro, *A fast quantum circuit for addition with few qubits*, *Quantum Info. Comput.* 8(6) (2008) 636–649.
- 9 J.J. Alvarez-Sanchez et al., *A quantum architecture for multiplying signed integers*, *J. Phys.: Conf. Ser.* 128(1) (2008) 012013.

WEIGHTED ESTIMATES FOR DISCRETE ITERATED HARDY OPERATOR

Temirkhanova A.M.¹, Sarsenaly D.S.^{1}, Sarybai M.²*

¹*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

²*Secondary school № 271, Kyzylorda, Kazakhstan*

* *e-mail: dinara.sarsenali@mail.ru*

Abstract

One of the most intensively studied topics in the theory of Hardy inequalities in recent years has been the estimation of iterated operators. Since these inequalities have found their application in the study of boundedness from a weighted Lebesgue space to a local Morrie-type space, as well as in the study of weighted bilinear Hardy type inequalities. The discrete case of iterated inequalities is an open problem. An inequality involving an iteration of a discrete Hardy operator is traditionally considered difficult to evaluate because it contains three independent weight sequences and three parameters in their different ratios. The aim of this paper is to obtain the necessary and sufficient conditions for the implementation of a discrete iterative Hardy inequality.

Keywords: Inequalities, iterated operator, weight, discrete Lebesgue space.

Аңдатпа

А.М. Темірханова¹, Д.С. Сарсеналы¹, М. Сарыбай²

¹*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана қ., Қазақстан*

²*№ 271 орта мекте., Қызылорда қ., Қазақстан*

ДИСКРЕТТІ ХАРДИ ОПЕРАТОР ИТЕРАЦИЯСЫНЫҢ САЛМАҚТЫ БАҒАЛАУЫ

Соңғы жылдары Харди теңсіздіктері теориясында ең қарқынды зерттелген тақырыптардың бірі итерациялық операторларды бағалау болды. Себебі бұл теңсіздіктердің Лебег салмақты кеңістігінен Морри типті локальді кеңістігіне шенелімділікті зерттеуде, сондай-ақ Харди типті салмақты бисызықты теңсіздіктерді зерттеуде қолданысы табылды. Итерациялық теңсіздіктердің дискретті жағдайы ашық есеп болып табылады. Әдетте, дискретті Харди операторының итерациясымен болатын теңсіздіктерді бағалау қиын деп саналады, Өйткені оның құрамында үш тәуелсіз салмақты тізбек және әр түрлі қатынастағы үш параметр бар. Бұл жұмыстың мақсаты дискретті итерациялық Харди теңсіздіктерінің орындалуының қажетті және жеткілікті шарттарын алу болып табылады.

Түйін сөздер: Теңсіздіктер, итерациялық оператор, салмақ, дискретті Лебег кеңістігі.

Аннотация

А.М. Темірханова¹, Д.С. Сарсеналы¹, М. Сарыбай²

¹*Евразийский Национальный Университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан*

²*Средняя школа № 271, г. Кызылорда, Казахстан*

ВЕСОВАЯ ОЦЕНКА ДИСКРЕТНОЙ ИТЕРАЦИИ ОПЕРАТОРА ХАРДИ

Одной из наиболее интенсивно изучаемых тем в теории неравенств Харди в последние годы была оценка итерационных операторов. Поскольку эти неравенства нашли свое применение при изучении ограниченности от весового пространства Лебега в локальное пространство типа Морри, а также при изучении весовых билинейных неравенств типа Харди. Дискретный случай итерационных неравенств является открытой задачей. Неравенство, включающее итерацию дискретного оператора Харди, традиционно считается трудным для оценки, поскольку оно содержит три независимые весовые последовательности и три параметра в их разных соотношениях. Целью данной работы является получение необходимых и достаточных условий для выполнения дискретного итерационного неравенства Харди.

Ключевые слова: Неравенства, итерационный оператор, вес, дискретное пространство Лебега.

1. Introduction

Let $0 < r < \infty$ and $0 < p \leq q < \infty$. Let $\{u_i\}_{i=1}^\infty, \{v_i\}_{i=1}^\infty, \{w_i\}_{i=1}^\infty$ be weights, i.e. non-negative sequences of real numbers. Denote by $l_{p,v}$ the space of all sequences $f = \{f_i\}_{i=1}^\infty$ of real numbers such that

$$\|f\|_{l_{p,v}} := \left(\sum_{i=1}^\infty v_i |f_i|^p \right)^{\frac{1}{p}} < \infty.$$

We consider the following inequalities

$$\left(\sum_{i=1}^\infty u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}} \leq C_1 \left(\sum_{i=1}^\infty v_i |f_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \tag{1}$$

$$\left(\sum_{i=1}^\infty u_i \left(\sum_{k=i}^\infty \left| \sum_{j=i}^k f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}} \leq C_2 \left(\sum_{i=1}^\infty v_i |f_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \tag{2}$$

for all sequences $f \in l_{p,v}$.

The aim of the this work is to obtain necessary and sufficient conditions for the fulfillment of the discrete iterated Hardy inequalities (1) and (2) for cases: $0 < p \leq 1, 0 < p \leq \min\{q, r\} < \infty; 0 < r < 1 < p \leq q < \infty; 1 \leq p \leq \min\{q, r\} < \infty; 0 < r < p, 1 < p \leq q < \infty; 0 < r < p = 1 \leq q < \infty$.

2. Literature review

In recent years, one of the most intensively studied topics in the theory of Hardy inequalities has been the evaluation of iterated operators. The reason for this was the publication of the work of V.I. Burenkov and R. Oinarov [1] in which the use of iterated inequalities was necessary to prove the boundedness of Hardy type operators from a weighted Lebesgue space to a local Morrey type space. In addition, iterated Hardy inequalities have a wide application in evaluation of weighted bilinear Hardy type inequalities, which was obtained in the work of A.L. Bernardis and P.O. Salvador [2].

An inequality involving an iteration of discrete, continuous Hardy operator is considered difficult to estimate since it has three independent weights and three parameters with different ratios. Nevertheless, many papers are devoted to this type of inequality. Characterization of continuous iterated Hardy inequalities were obtained in works [3-9]. Compared to the continuous case the discrete analogue of the Hardy iterated inequality is studied very little (see [10, 11]).

3. Auxiliary statements

The notations $A \ll B$ and $B \ll A$ mean that there exists a constant $c > 0$ depending only on parameters p, r, q , such that the inequalities $A \leq cB$ and $B \leq cA$ are fulfilled, respectively. We write $A \approx B$ if a two-way estimation $A \ll B \ll A$ holds.

To prove the main results, we will need the following well-known equivalences.

Lemma 1. Let $\alpha > 0$ and $1 \leq n < N \leq \infty$. Then for all sequences $a \geq 0$ the following equivalences are satisfied

$$\left(\sum_{k=n}^N a_k \right)^\alpha \approx \sum_{k=n}^N \left(\sum_{i=n}^k a_i \right)^{\alpha-1} a_k, \tag{3}$$

$$\left(\sum_{k=n}^N a_k\right)^\alpha \approx \sum_{k=n}^N \left(\sum_{i=k}^N a_i\right)^{\alpha-1} a_k, \quad (4)$$

Let

$$A_{z,\infty}^+ = \sup_{z \leq k \leq \infty} \left(\sum_{j=k}^{\infty} w_j\right)^{\frac{1}{r}} v_k^{-\frac{1}{p}}, \quad A_{1,z}^- = \sup_{1 \leq k \leq z} \left(\sum_{j=1}^k w_j\right)^{\frac{1}{r}} v_k^{-\frac{1}{p}},$$

$$B_{z,\infty}^+ = \left(\sum_{k=z}^{\infty} \left(\sum_{j=k}^{\infty} w_j\right)^{\frac{p}{p-r}} \left(\sum_{j=z}^k v_j^{1-p'}\right)^{\frac{p(r-1)}{p-r}} v_k^{1-p'}\right)^{\frac{p-r}{pr}},$$

$$B_{1,z}^- = \left(\sum_{k=1}^z \left(\sum_{j=1}^k w_j\right)^{\frac{p}{p-r}} \left(\sum_{j=k}^z v_j^{1-p'}\right)^{\frac{p(r-1)}{p-r}} v_k^{1-p'}\right)^{\frac{p-r}{pr}},$$

$$D_{z,\infty}^+ = \sup_{k \in N, k \geq z} \left(\sum_{j=k}^{\infty} w_j\right)^{\frac{1}{r}} \left(\sum_{j=1}^k v_j^{1-p'}\right)^{\frac{1}{p'}}, \quad D_{1,z}^- = \sup_{k \in N, k \leq z} \left(\sum_{j=1}^k w_j\right)^{\frac{1}{r}} \left(\sum_{j=k}^{\infty} v_j^{1-p'}\right)^{\frac{1}{p'}},$$

$$E_{z,\infty}^+ = \left(\sum_{k=z}^{\infty} w_k \left(\sum_{j=k}^{\infty} w_j\right)^{\frac{r}{p-r}} \left(\sum_{j=z}^k v_j^{1-p'}\right)^{\frac{r(p-1)}{p-r}}\right)^{\frac{p-r}{pr}},$$

$$E_{1,z}^- = \left(\sum_{k=1}^z w_k \left(\sum_{j=1}^k w_j\right)^{\frac{r}{p-r}} \left(\sum_{j=k}^z v_j^{1-p'}\right)^{\frac{r(p-1)}{p-r}}\right)^{\frac{p-r}{pr}},$$

$$F_{z,\infty}^+ = \left(\sum_{k=z}^{\infty} w_k \left(\sum_{j=k}^{\infty} w_j\right)^{\frac{r}{1-r}} \max_{z \leq j \leq k} v_j^{\frac{r}{1-r}}\right)^{\frac{p-r}{pr}}, \quad F_{1,z}^- = \left(\sum_{k=z}^{\infty} w_k \left(\sum_{j=1}^k w_j\right)^{\frac{r}{1-r}} \max_{k \leq j \leq z} v_j^{\frac{r}{1-r}}\right)^{\frac{p-r}{pr}},$$

$$J_{z,\infty}^+ = \sup_{f \geq 0} \frac{\left(\sum_{k=z}^{\infty} w_k \left(\sum_{j=z}^k f_j\right)^r\right)^{\frac{1}{r}}}{\left(\sum_{i=z}^{\infty} v_i f_i^p\right)^{\frac{1}{p}}}, \quad J_{1,z}^- = \sup_{f \geq 0} \frac{\left(\sum_{k=1}^z w_k \left(\sum_{j=k}^z f_j\right)^r\right)^{\frac{1}{r}}}{\left(\sum_{i=1}^z v_i f_i^p\right)^{\frac{1}{p}}},$$

$$U_z^+ = \left(\sum_{i=1}^z u_i\right)^{\frac{1}{q}}, \quad U_z^- = \left(\sum_{i=z}^{\infty} u_i\right)^{\frac{1}{q}},$$

where $z \in N$.

According to the well-known weighted Hardy inequalities, we can formulate the estimation of quantities $J_{1,\infty}^+$ and $J_{1,\infty}^-$ for different ratios of parameters r , p as following lemma [12, 13].

Lemma 2. (i) If $0 < p \leq 1$, $p \leq r < \infty$, then $J_{1,\infty}^\mp \approx A_{1,\infty}^\mp$;

(ii) If $0 < r < 1 < p < \infty$, then $J_{1,\infty}^\mp \approx B_{1,\infty}^\mp$;

(iii) If $1 \leq p \leq r < \infty$, then $J_{1,\infty}^\mp \approx D_{1,\infty}^\mp$;

(iv) If $0 < r < p$, $1 < p < \infty$, then $J_{1,\infty}^\mp \approx E_{1,\infty}^\mp$;

(v) If $0 < r < p = 1$, then $J_{1,\infty}^\mp \approx F_{1,\infty}^\mp$.

In the proof of necessity, a test sequence is used, and in the proof of sufficiency, the method of splitting into "packages" the sequence of values of the iterated Hardy operator at each point is used, which makes it convenient to estimate the sums by packages, thanks to which the main results are achieved. Various classical inequalities as well as Hardy's weighted inequalities are used in the evaluation.

4. Main results

Our main results read as follows:

Theorem 1. The inequality (1) holds if and only if

(i) $G_1 = \sup_{z \in N} U_z^- A_{1,z}^- < \infty$ for $0 < p \leq 1$, $0 < p \leq \min\{q, r\} < \infty$;

(ii) $G_2 = \sup_{z \in N} U_z^- B_{1,z}^- < \infty$ for $0 < r < 1 < p \leq q < \infty$;

(iii) $G_3 = \sup_{z \in N} U_z^- D_{1,z}^- < \infty$ for $1 \leq p \leq \min\{q, r\} < \infty$;

(iv) $G_4 = \sup_{z \in N} U_z^- E_{1,z}^- < \infty$ for $0 < r < p$, $1 < p \leq q < \infty$;

(v) $G_5 = \sup_{z \in N} U_z^- F_{1,z}^- < \infty$ for $0 < r < p = 1 \leq q < \infty$.

Moreover, $G_i \approx C_1$ ($i = \overline{1,5}$). Here, C_1 is the smallest constant that satisfies the inequality (1).

Theorem 2. The inequality (2) holds if and only if

(i) $H_1 = \sup_{z \in N} U_z^+ A_{z,\infty}^+ < \infty$ for $0 < p \leq 1$, $0 < p \leq \min\{q, r\} < \infty$;

(ii) $H_2 = \sup_{z \in N} U_z^+ B_{z,\infty}^+ < \infty$ for $0 < r < 1 < p \leq q < \infty$;

(iii) $H_3 = \sup_{z \in N} U_z^+ D_{z,\infty}^+ < \infty$ for $1 \leq p \leq \min\{q, r\} < \infty$;

(iv) $H_4 = \sup_{z \in N} U_z^+ E_{z,\infty}^+ < \infty$ for $0 < r < p$, $1 < p \leq q < \infty$;

(v) $H_5 = \sup_{z \in N} U_z^+ F_{z,\infty}^+ < \infty$ for $0 < r < p = 1 \leq q < \infty$.

Moreover, $H_i \approx C_2$ ($i = \overline{1,5}$), where C_2 is the smallest constant that satisfies the inequality (2).

The proof of the Theorem 2 is analogous to the proof of Theorem 1, and requires some obvious changes, so we will only prove Theorem 1.

Proof of Theorem 1. *Necessity.* Assume that the inequality (1) holds for all $f \in l_{p,v}$. We have to show that $G_i < \infty$ ($i = \overline{1,5}$) for all given cases.

Let $z \in N$ and $0 \leq f \in l_{p,v}$, i.e. f is the sequence of non-negative numbers that satisfies $\sum_{i=1}^{\infty} v_i f_i^p < \infty$.

We choose a test sequence $f_z = \{f_{z,j}\}_{j=1}^{\infty}$ defined as follows:

$$f_{z,j} = \begin{cases} f_j, & 1 \leq j \leq z; \\ 0, & j > z. \end{cases}$$

By substituting the test sequence in the left-hand side of the inequality (1), we obtain its estimation from below

$$\begin{aligned} \left(\sum_{i=1}^{\infty} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_{z,j} \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}} &= \left(\sum_{i=1}^{z-1} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_{z,j} \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} + \sum_{i=z}^{\infty} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_{z,j} \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}} \\ &\geq \left(\sum_{i=z}^{\infty} u_i \left(\sum_{k=1}^z \left| \sum_{j=k}^z f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}} = \left(\sum_{i=z}^{\infty} u_i \right)^{\frac{1}{q}} \left(\sum_{k=1}^z \left| \sum_{j=k}^z f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}}. \end{aligned}$$

If we use this estimate and substitute the test sequence, then the inequality (1) will be as follows:

$$\left(\sum_{i=z}^{\infty} u_i \right)^{\frac{1}{q}} \left(\sum_{k=1}^z \left| \sum_{j=k}^z f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} \leq \left(\sum_{i=1}^{\infty} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_{z,j} \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}} \leq C_1 \left(\sum_{i=1}^z v_i f_i^p \right)^{\frac{1}{p}}.$$

By dividing both parts of the last inequality by $\left(\sum_{i=1}^z v_i f_i^p \right)^{\frac{1}{p}} > 0$ and taking supremum over all $f \geq 0$, we

obtain that $C_1 \geq U_z^- J_{1,z}^-$. If we use Lemma 2 for this inequality, we get

(i) for $0 < p \leq 1, 0 < p \leq \min\{q, r\} < \infty : U_z^- J_{1,z}^- \approx U_z^- A_{1,z}^- \leq C_1$;

(ii) for $0 < r < 1 < p \leq q < \infty : U_z^- J_{1,z}^- \approx U_z^- B_{1,z}^- \leq C_1$;

(iii) for $1 \leq p \leq \min\{q, r\} < \infty : U_z^- J_{1,z}^- \approx U_z^- D_{1,z}^- \leq C_1$;

(iv) for $0 < r < p, 1 < p \leq q < \infty : U_z^- J_{1,z}^- \approx U_z^- E_{1,z}^- \leq C_1$;

(v) for $0 < r < p = 1 \leq q < \infty : U_z^- J_{1,z}^- \approx U_z^- F_{1,z}^- \leq C_1$.

Taking supremum over $z \in N$, we obtain that the value $G_i < \infty$ ($i = \overline{1,5}$) is finite for all cases and

$$G_i \ll C_1 \quad (i = \overline{1,5}). \tag{5}$$

Sufficiency. Let $G_i < \infty$ ($i = \overline{1,5}$) for all five cases. We have to show the fulfillment of the inequality (1) for all $f \in l_{p,y}$. Since the inequality

$$\left(\sum_{i=1}^{\infty} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}} \leq \left(\sum_{i=1}^{\infty} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left(\sum_{j=k}^i |f_j| \right)^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \right)^{\frac{1}{q}}$$

holds, it is sufficient to prove the validity of (1) for a non-negative sequence $f \in l_{p,v}$.

For all $i \geq 1$ we consider the following set:

$$T_i = \left\{ l \in Z : \sum_{k=1}^i \left(\sum_{j=k}^i f_j \right)^r w_k \geq 2^{rl} \right\},$$

where Z is the set of integers. Assume that $\theta_i = \max T_i$. Then for any $i \geq 1$:

$$2^{r\theta_i} \leq \sum_{k=1}^i \left(\sum_{j=k}^i f_j \right)^r w_k \leq 2^{r(\theta_i+1)}. \quad (6)$$

Let $m_1 = 1$ and $M_1 = \{i \in N : \theta_i = \theta_{m_1} = \theta_1\}$. We will define the value m_2 as $m_2 = \sup M_1 + 1$. Obviously $m_2 > m_1$. If the set M_1 is bounded from above, then $m_2 < \infty$ and $m_2 = \max M_1 + 1$. Let $1 = m_1 < m_2 < \dots < m_s < \infty$ be inductively determined for $s \geq 1$. Then assume that $m_{s+1} = \sup M_s + 1$ to determine the value m_{s+1} , where $M_s = \{i \in N : \theta_i = \theta_{m_s}\}$.

Let $N_0 = \{s \in N : m_s < \infty\}$. For convenience, we introduce the notation $\theta_{m_s} = n_s$. Then from the definition of m_s and by (6) for $s \in N_0$, we have

$$2^{m_s} \leq \sum_{k=1}^i \left(\sum_{j=k}^i f_j \right)^r w_k \leq 2^{r(n_s+1)}, \quad m_s \leq i \leq m_{s+1} - 1, \quad (7)$$

and

$$N = \bigcup_{s \in N_0} [m_s, m_{s+1}), \quad [m_s, m_{s+1}) \cap [m_l, m_{l+1}) = \emptyset.$$

Therefore, we can write left-hand side of inequality (1) as follows:

$$S := \sum_{i=1}^{\infty} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} = \sum_{s \in N_0} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}}. \quad (8)$$

If $m_s = \infty$, then we assume that $\sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} = 0$. Taking into account (7) and (8), we estimate the value S :

$$S := \sum_{s \in N_0} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \left(\sum_{k=1}^i \left| \sum_{j=k}^i f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \leq \sum_{s \in N_0} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i 2^{q(n_s+1)} = 2^{2q} \sum_{s \in N_0} 2^{q(n_s-1)} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i. \quad (9)$$

Next, we estimate the value S for cases 1) $r \geq 1$, 2) $0 < r < 1$ of parameter r separately:

1) Case $r \geq 1$. We estimate the value 2^{n_s-1} from above using inequality $n_{s-2} + 1 \leq n_s - 1$, which is derived from $n_{s-2} < n_{s-1} < n_s$, and estimation (7):

$$2^{n_s-1} = 2^{n_s} - 2^{n_s-1} \leq 2^{n_s} - 2^{n_s-2+1} \leq \left(\sum_{k=1}^{m_s} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} - \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}}.$$

Using Jensen's and Minkowski's inequalities for $r \geq 1$:

$$\begin{aligned} 2^{n_s-1} &\leq \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k + \sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} - \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} \leq \\ &\leq \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j + \sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} + \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} - \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} \leq \\ &\leq \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} + \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} + \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} - \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left| \sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} = \\ &= \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{1}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right) + \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}}. \end{aligned} \tag{10}$$

According to (9) and (10), we obtain the following inequality:

$$\begin{aligned} S &\leq 2^{2q} \sum_{s \in N_0} 2^{q(n_s-1)} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq 2^{2q} \sum_{s \in N_0} \left[\left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{1}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right) + \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{1}{r}} \right]^q \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \approx \\ &\approx \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^q \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i + \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left| \sum_{j=k}^{m_s} f_j \right|^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i =: S_1 + S_2. \end{aligned} \tag{11}$$

2) Case $0 < r < 1$. At first, we will estimate the value $2^{(n_s-1)r}$ from above using inequality $n_{s-2} + 1 \leq n_s - 1$ and estimation (7):

$$2^{(n_s-1)r} = \frac{2^{n_s r} - 2^{(n_s-1)r}}{2^r - 1} \leq \frac{2^{n_s r} - 2^{(n_s-2+1)r}}{2^r - 1} \leq \frac{1}{2^r - 1} \left[\sum_{k=1}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k - \sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left(\sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right)^r w_k \right].$$

Using Jensen's inequality for $0 < r < 1$ we obtain

$$2^{(n_s-1)r} \leq \frac{1}{2^r - 1} \left[\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left(\sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j + \sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^r w_k + \sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k - \sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left(\sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right)^r w_k \right] \leq$$

$$\begin{aligned} &\leq \frac{1}{2^r - 1} \left[\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left(\sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right)^r w_k + \sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^r w_k + \sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k - \sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left(\sum_{j=k}^{m_{s-1}-1} f_j \right)^r w_k \right] \ll \\ &\ll \sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^r w_k + \sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k = \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^r \sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k + \sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k. \end{aligned} \quad (12)$$

According to (9) and (12):

$$\begin{aligned} S &\ll \sum_{s \in N_0} 2^{q(n_s-1)} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} \left(\left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^r \sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k + \sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \approx \\ &\approx \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i + \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i := S_1 + S_2. \end{aligned} \quad (13)$$

If we look at the estimates (11) and (13), in both cases of the parameter r , S is estimated with the same value from above, i.e.

$$S \ll S_1 + S_2. \quad (14)$$

We estimate the values S_1, S_2 for cases (i)-(v) separately.

(i) Let $0 < p \leq 1, 0 < p \leq \min\{q, r\} < \infty$. We estimate the value S_1 from above:

$$\begin{aligned} S_1 &:= \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j^{\frac{1}{p}} v_j^{-\frac{1}{p}} \right)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{\infty} u_i \leq \\ &\leq \sum_{s \in N_0} \left(\sup_{j \in [m_{s-1}, m_s]} v_j^{-\frac{1}{p}} \right)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j^{\frac{1}{p}} \right)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{\infty} u_i \leq \\ &\leq \sum_{s \in N_0} (U_{m_s}^-)^q \left(\sup_{j \in [m_{s-1}, m_s]} \left(\sum_{k=1}^j w_k \right)^{\frac{1}{r}} v_j^{-\frac{1}{p}} \right)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j^{\frac{1}{p}} \right)^q \leq \\ &\leq \sum_{s \in N_0} (U_{m_s}^-)^q \left(\sup_{j \leq m_s} \left(\sum_{k=1}^j w_k \right)^{\frac{1}{r}} v_j^{-\frac{1}{p}} \right)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j^{\frac{1}{p}} \right)^q \leq \sum_{s \in N_0} (A_{1, m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j^{\frac{1}{p}} \right)^q \leq \\ &\leq \sum_{s \in N_0} \sup_s (A_{1, m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_1^q \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_1^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}. \end{aligned} \quad (15)$$

We get an upper estimate of the value S_2 using Hardy's inequality for $0 < p \leq 1, 0 < p \leq r < \infty$:

$$\begin{aligned}
 S_2 &:= \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} \left(A_{m_{s-1}, m_s}^- U_{m_s}^- \right)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} \sup_s \left(A_{1, m_s}^- U_{m_s}^- \right)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_1^q \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_1^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}. \tag{16}
 \end{aligned}$$

From inequalities (14), (15) and (16) we get the following estimate for case (i): $C_1 \ll G_1$.

(ii) Let $0 < r < 1 < p \leq q < \infty$. We estimate the value S_1 from above using Holder's inequality and equivalence (4):

$$\begin{aligned}
 S_1 &:= \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}-1} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^q \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j^{\frac{1}{p}} v_j^{-\frac{1}{p}} \right)^q \sum_{i=m_s}^{\infty} u_i \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \left(U_{m_s}^- \right)^q = \\
 &= \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q}{p'} \cdot \frac{p-r}{pr} \cdot \frac{pr}{p-r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \left(U_{m_s}^- \right)^q \approx \\
 &\approx \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{i=j}^{m_s} v_i^{1-p'} \right)^{\frac{rp}{p'(p-r)-1}} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q(p-r)}{rp}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \left(U_{m_s}^- \right)^q \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{k=1}^j w_k \right)^{\frac{p}{p-r}} \left(\sum_{i=j}^{m_s} v_i^{1-p'} \right)^{\frac{p(r-1)}{p-r}} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q(p-r)}{rp}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \left(U_{m_s}^- \right)^q \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} \left(U_{m_s}^- \right)^q \left(\sum_{j=1}^{m_s} \left(\sum_{k=1}^j w_k \right)^{\frac{p}{p-r}} \left(\sum_{i=j}^{m_s} v_i^{1-p'} \right)^{\frac{p(r-1)}{p-r}} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q(p-r)}{rp}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} \sup_s \left(B_{1, m_s}^- U_{m_s}^- \right)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_2^q \left(\sum_{s \in N_0} \sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_2^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}. \tag{17}
 \end{aligned}$$

By using Hardy's inequality for $0 < r < 1 < p < \infty$ we obtain the following estimation of the value S_2 :

$$S_2 := \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=m_{s-1}}^{m_s} \left(\sum_{j=k}^{m_s} f_j \right)^r w_k \right)^{\frac{q}{r}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} \left(B_{m_{s-1}, m_s}^- U_{m_s}^- \right)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq$$

$$\leq \sum_{s \in N_0} \sup_s (B_{1,m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_2^q \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_2^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}. \quad (18)$$

From inequalities (14), (17) and (18) in case (ii) we get the estimation $C_1 \ll G_2$.

(iii) Let $1 \leq p \leq \min\{q, r\} < \infty$. We will use Holder's inequality to estimate the value S_1 :

$$\begin{aligned} S_1 &\leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \sum_{i=m_s}^{\infty} u_i \leq \\ &\leq \sum_{s \in N_0} (D_{1,m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \ll G_3^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}. \end{aligned} \quad (19)$$

We will estimate the value S_2 from above using Lemma 2.

$$\begin{aligned} S_2 &:= \sum_{s \in N_0} (D_{m_{s-1}, m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} (D_{1,m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \ll \\ &\ll G_3^q \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_3^q \left(\sum_{s \in N_0} \sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \leq G_3^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}. \end{aligned} \quad (20)$$

From the estimates (14), (19) and (20), we get the estimate $C_1 \ll G_3$ for the inequality (1) in the case of (iii).

(iv) Let $0 < r < p$, $1 < p \leq q < \infty$. To estimate the value of S_1 , at first, we will use the Holder's inequality:

$$\begin{aligned} S_1 &\leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \sum_{i=m_s}^{\infty} u_i \ll \\ &\ll \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \left(\sum_{j=1}^k w_j \right)^{\frac{r}{p-r}} \right)^{\frac{q(p-r)}{pr}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{q}{p'}} \sum_{i=m_s}^{\infty} u_i \leq \\ &\leq \sum_{s \in N_0} \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \left(\sum_{j=1}^k w_j \right)^{\frac{r}{p-r}} \left(\sum_{j=k}^{m_s} v_j^{1-p'} \right)^{\frac{r(p-1)}{p-r}} \right)^{\frac{q(p-r)}{pr}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \sum_{i=m_s}^{\infty} u_i \leq \\ &\leq \sum_{s \in N_0} (E_{1,m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \ll G_4^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}. \end{aligned} \quad (21)$$

Now, we estimate the value S_2 from above:

$$\begin{aligned}
 S_2 &:= \sum_{s \in N_0} (E_{m_{s-1}, m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} (E_{1, m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \ll \\
 &\ll G_4^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}.
 \end{aligned} \tag{22}$$

From the estimates (14), (21) and (22), we get the estimate $C_1 \ll G_4$.

(v) Let $0 < r < p = 1 \leq q < \infty$. Let us estimate the value S_1 from above.

$$\begin{aligned}
 S_1 &\leq \sum_{s \in N_0} (U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \right)^{\frac{q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^q \ll \\
 &\ll \sum_{s \in N_0} (U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \left(\sum_{j=1}^k w_j \right)^{\frac{r}{1-r}} \right)^{\frac{(1-r)q}{r}} \frac{\left(\min_{m_{s-1} \leq i \leq m_s} v_i \right)^q}{\left(\min_{m_{s-1} \leq i \leq m_s} v_i \right)^q} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j \right)^q \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} (U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \left(\sum_{j=1}^k w_j \right)^{\frac{r}{1-r}} \min_{k \leq i \leq m_s} v_i^{\frac{r}{r-1}} \right)^{\frac{(1-r)q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j \right)^q \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} (U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{k=1}^{m_{s-1}} w_k \left(\sum_{j=1}^k w_j \right)^{\frac{r}{1-r}} \max_{k \leq i \leq m_s} v_i^{\frac{r}{1-r}} \right)^{\frac{(1-r)q}{r}} \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j v_j \right)^q \leq \\
 &\leq \sum_{s \in N_0} (F_{1, m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \ll G_5^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}
 \end{aligned} \tag{23}$$

Now we estimate the value S_2 :

$$\begin{aligned}
 S_2 &:= \sum_{s \in N_0} (F_{m_{s-1}, m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \sum_{i=m_s}^{m_{s+1}-1} u_i \leq \sum_{s \in N_0} (F_{1, m_s}^- U_{m_s}^-)^q \left(\sum_{j=m_{s-1}}^{m_s} f_j^p v_j \right)^{\frac{q}{p}} \ll \\
 &\ll G_5^q \left(\sum_{i=1}^{\infty} f_i^p v_i \right)^{\frac{q}{p}}.
 \end{aligned} \tag{24}$$

From the estimates (14), (23), and (24), we get the estimate $C_1 \ll G_5$.

Hence in all five cases the inequality (1) and an estimation $C_1 \ll G_i$ ($i = \overline{1, 5}$) holds. From estimations (5) and $C_1 \ll G_i$ ($i = \overline{1, 5}$) we obtain that $C_1 \approx G_i$ ($i = \overline{1, 5}$).

«The paper was written with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant No. AR09259084 in the direction of "Scientific research in the field of natural sciences"»

References:

- 1 Burenkov V.I., Oinarov R. Necessary and Sufficient conditions for boundedness of the Hardy-type operator from a weighted Lebesgue space to a Morrey-type space // *Math. Inequal. Appl.* – 2013. – № 1(16). – P. 1-19.
- 2 Bernardis A.L., Salvador P.O. Some new iterated Hardy-type inequalities and applications // *J. Math. Ineq.* – 2017. – № 2(11). – P. 577-594.
- 3 Gogatishvili A., Mustafayev R., Persson L.-E. Some new iterated Hardy-type inequalities // *J. Func. Spaces Appl.* – 2012. – P. 30.
- 4 Gogatishvili A., Mustafayev R., Persson L.-E. Some new iterated Hardy-type inequalities: the case $\theta=1$ // *J. Inequal. Appl.* – 2013. – № 515(2013). – P. 29.
- 5 Gogatishvili A., Mustafayev R. Weighted iterated Hardy-type inequalities // *Math. Inequal. Appl.* – 2017. – № 3(20). – P. 683-728.
- 6 Krepela M., Pick L. Weighted inequalities for iterated Copson Integral operators [electronic resource] // URL: <https://www.researchgate.net/publication/332962081> (date of the application: 21.10.2019).
- 7 Oinarov R., Kalybay A. On boundedness of the conjugate multidimensional Hardy operator from a Lebesgue space to a local Morrey-type space // *Int. J. Math. Anal.* – 2014. – № 11(8). – P. 539-553.
- 8 Oinarov R., Kalybay A.A. Three-parameter weighted Hardy type inequalities // *Banach Journal Math.* – 2008. – № 2(2). – P. 85-93.
- 9 Stepanov V.D., Shambilova G.E. On weighted iterated Hardy-type operators // *Analysis Math.* – 2018. – № 2(44). – P. 273-283.
- 10 Gogatishvili A., Krepela M., Ol'hava R., Pick L. Weighted inequalities for discrete iterated Hardy operators [electronic resource] // URL: <https://arxiv.org/abs/1903.04313> (Submitted on 11 March 2019).
- 11 Oinarov R., Omarbayeva B.K., Temirkhanova A.M. Discrete iterated Hardy-type inequalities with three weights // *Journal of Mathematics, Mechanics, Computer Science.* – 2020. – № 1(105). – P. 19-29.
- 12 Bennett G. Some elementary inequalities // *Quart. J. Math. Oxford Ser.* – 1987. – № 38(2). – P. 401-425.
- 13 Bennett G. Some elementary inequalities. II // *Quart. J. Math. Oxford Ser.* – 1988. – № 39(2). – P. 385-400.
- 14 Bennett G. Some elementary inequalities. III // *Quart. J. Math. Oxford Ser.* – 1991. – № 42(2). – P. 149-171.
- 15 Braverman M. Sh., Stepanov V. D. On the discrete Hardy inequality // *Bull. London Math. Soc.* – 1994. – №26(3). – P. 283–287.

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

МРНТИ 27.25.33

УДК 537.567; 537.84; 519.63; 532.5

<https://doi.org/10.51889/8297.2022.40.80.006>

Н.С. Заурбеков^{1*}, А.А. Айдосов¹, Н.Д. Заурбекова², Г.Н. Зәуірбекова³, Н.Ә. Регинбаева⁴

¹ Абай атындағы қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

² Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³ ал-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

⁴ Азаматтық авиация академиясы, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: agu_nurgali@mail.ru

АТМОСФЕРАДА ЗИЯНДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ТАСЫМАЛДАНУ МОДЕЛЬДЕРІН
ЕСЕПТЕУ ЭКСПЕРИМЕНТІ

Аңдатпа

Атмосфераның беткі қабатында зиянды қоспаларды тасымалдаудың математикалық моделі көмегімен ауаның ластану жағдайын есептеулер жүргізілді. Бароклиндік атмосферада зиянды қоспаларды тасымалдау моделінің сандық схемалары жасалды. Осы зерттеулер көмегімен жер асты бетінің әсерін ескере отырып, атмосфераның жер үсті қабатында зиянды заттардың тасымалдануының сандық есептеулері жүргізілді. Инверсиялық жағдайларда зиянды қоспаларды тасымалдаудың геоэкологиялық карталары құрастырылды. Тұрақты атмосфералық жағдайда қоспалардың таралуы екі нұсқа үшін жүргізілді: бірінші жағдайда жер бетіндегі желдің жылдамдығы 2 м/с-қа, ал екіншісінде-4 м/с-қа тең деп таңдалды. Есептеу уақыты ұзындығы шамамен 40 км болатын кен орнының ауданын толық желдету кезеңіне сәйкес келді. Инверсиялар мен олардың тыныштықпен үйлесуі кезінде пайда болатын белгілі қауіпті метеожағдайлармен қатар, белгіленген метеожағдай да ең қауіпті екені анықталды.

Түйін сөздер: атмосфера ластануының математикалық моделі, қоспаның тасымалдануы, метеожағдайды модельдеу, атмосфераның беткі қабаты, зиянды заттардың тасымалдануының сандық әдістері, инверсия

Аннотация

Н.С. Заурбеков¹, А.А. Айдосов¹, Н.Д. Заурбекова², Г.Н. Зәуірбекова³, Н.Ә. Регинбаева⁴

¹ Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

² Казахский Национальный Женский Педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

³ Казахский Национальный университет имени аль Фараби, г. Алматы, Казахстан

⁴ Академия Гражданской Авиации, г. Алматы, Казахстан

ЭКСПЕРИМЕНТ ПО РАСЧЕТУ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕНОСА ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ

Вычисление состояния загрязнения атмосферы изготовлялся вместе с применением точной модели переноса вредоносных примесей в верхних сферах атмосферы. Имеются схемы модели переноса вредоносных примесей в бароклинной атмосфере. Вместе с помощью данных исследований были проведены численные расчеты переноса вредоносных элементов в верхнем оболочке атмосферы вместе с учетом влияния в плоскость Земли. Составлены геоэкологические карты распространения вредных примесей в инверсионных условиях. Распределение примесей в стабильных атмосферных условиях проводилось для двух вариантов: в первом случае скорость ветра на поверхности Земли выбиралась равной 2 м/с, а во втором-4 м/с. Время расчета соответствовало периоду полной вентиляции площади месторождения протяженностью около 40 км. Наряду с известными опасными метеоусловиями, возникающими при инверсиях и их тихом сочетании, установлено, что наиболее опасными являются и установленные метеоусловия.

Ключевые слова: математическая модель загрязнения атмосферы, перенос примеси, моделирование метеоусловий, поверхностный слой атмосферы, численные методы переноса вредных веществ, инверсия.

Abstract

**EXPERIMENT ON CALCULATION OF MODELS OF TRANSPORT
OF HARMFUL IMPURITIES IN THE ATMOSPHERE**

Zaurbekov N.S.¹, Aidosov A.A.¹, Zaurbekova N.D.², Zaurbekova G.N.³, Reginbayeva N.A.⁴

¹ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

² Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

³ Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

⁴ Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan

The calculation of the state of atmospheric pollution was carried out using a mathematical model of the transfer of harmful impurities in the upper atmosphere. The schemes of the model of the transfer of harmful impurities in the baroclinic atmosphere have been developed. Together with the help of these studies, numerical calculations of the transfer of harmful elements in the upper shell of the atmosphere were carried out, taking into account the influence in the plane of the Earth. Geoecological maps of the spread of harmful impurities in inversion conditions have been compiled. The distribution of impurities in stable atmospheric conditions was carried out for two variants: in the first case, the wind speed on the Earth's surface was chosen equal to 2 m/s, and in the second-4 m/s. The calculation time corresponded to the period of full ventilation of the field area with a length of about 40 km. Along with the known dangerous weather conditions that occur during inversions and their quiet combination, it has been established that the most dangerous are the established weather conditions.

Keywords: mathematical model of atmospheric pollution, impurity transfer, modeling of weather conditions, upper atmosphere layer, numerical methods of harmful substances transfer, inversion.

Кіріспе

Атмосфералық физиканың негізгі міндеттерінің бірі - атмосфералық ластанудың табиғи ортаның жағдайына әсерін, атмосфера құрамының өзгергіштігін зерттеу. Атмосфераның беткі қабатындағы шығарындылардың таралу үрдістері мен заңдылықтарын, олардың кеңістіктік-уақыттық таралуын зерттеу және математикалық модельдеу атмосфералық ауаның ластану күйін және оның өзгеруін объективті бағалауға, болжауға негіз болып табылады. Өнеркәсіптік аудандар мен қалалардағы экологиялық жағдайдың күрт нашарлауына байланысты атмосфераның беткі қабаттарында шығарындылардың таралу үрдістерін модельдеуге арналған зерттеулер өз өзектілігін жоғалтпады.

Табиғи және техногендік апаттардың табиғи ортаға әсерін зерттеу мәселесі атмосфераның беткі қабатында лездік шығарындылардың таралу процестерін модельдеуде маңызды рөл атқарады. Өнеркәсіптік кәсіпорындар мен автомобильдердің жұмысы нәтижесінде көміртегі, азот және күкірт оксидтері, альдегидтер, бензапирен, қорғасын және т.б. газ тәрізді және конденсацияланған өнімдер қоршаған ортаға шығарылады. Сонымен қатар, фотохимиялық реакциялар кезінде беткі қабатта адам денсаулығына және өсімдіктер мен жануарлардың жағдайына қауіпті озон және басқа да токсиканттар түзіледі. Тіпті белгілі бір метеорологиялық жағдайларда ластаушы заттардың аз ғана шығарындылары елді мекендерде қолайсыз экологиялық жағдай туғызуы мүмкін. Табиғи ортаның жаппай ластануына әкелетін табиғи және техногендік апаттар одан да үлкен қауіп тудырады. Мысал ретінде Чернобыль атом электр станциясында болған апаттан, Оралдағы өндірістік әсерлерден, Хиросимада ядролық қару қолдану барысында пайда болған ірі өрттерден (отты дауыл), Таяу Шығыста мұнай ұңғымаларының жануынан, Америка Құрама Штаттарында (Лос-Аламоса төңірегі) пен Ресейдегі ірі орман өрттері әсерінен табиғи ортаның радиоактивті ластануын атап өтуге болады. Аталған мәселенің ауа ластануына әсерінің аумақты екенін үлкен жану ошақтарының атмосфераның жербеті қабатында жойқын ластануына соқтыратындығынан байқауға болады, ал ол, өз кезегінде, климаттық (қоршаған ортаның ластануы, аймақтардың түтінденуі ауа температурасының төмендеуіне әкеліп соқтырады, соның себебінен ауыл шаруашылығы дақылдарыны жойылады немесе кеш піседі) және экологиялық мәселелерді тудырады. Осыған байланысты жоғарыда аталған құбылыстарды эксперименттік зерттеу өте қымбатқа түсетіндіктен және белгілі бір жағдайларда абстрактілі әдістерді абсолютті зерттеуді жүзеге асыру мүмкін болмағандықтан, зерттеудің теориялық әдістері – математикалық модельдеу әдістері мәселені шешуге көмектеседі. Бұл жағдайда зерттеу объектісі құбылыстың өзі емес, оның математикалық моделі, мысалы, тиісті бастапқы және шекаралық жағдайлары бар дербес туындылы дифференциалдық тендеулер жүйесі бола алады.

Математикалық модельді 2 топқа бөлуге болады: детерминистік және стохастикалық (ықтималдық). Бұл жұмыста бірінші түрі ғана қарастырылады.

Математикалық модельге қойылатын негізгі талап-сандық талдау нәтижелерін эксперименттік зерттеу деректерімен біріктіру. Ол үшін келесі жеткілікті жағдайлар қажет:

- математикалық модельде массаның, энергияның және импульстің сақталуының негізгі заңдары орындалады;

- математикалық модель зерттелетін құбылыстың мәнін барабар сипаттайды.

Әрине, ешқандай құбылысты математикалық модель арқылы дәл сипаттау мүмкін емес, сондықтан модельдің қолдану шектерін атап өту өте маңызды, бұл жағдайда негізгі теңдеулер тұжырымдамасын тиісті бастапқы және шеткі критерийлермен бірге қолдануға болатын жағдайларды белгілеу өте маңызды, сондықтан модельдің қолданылу шегін көрсету, яғни тиісті бастапқы және шекаралық шарттары бар негізгі теңдеулер жүйесін алу кезінде қолданылатын болжамдарды анықтау өте маңызды.

Зерттеу әдіснамасы

Атмосфераның төменгі қабатындағы қоспалардың тасымалдануы мен диффузия процестерін модельдеу жайлы Ebrahimzadeh E. [1], Goulart A.G.O. [2], Марчук Г.И. [3], Беляев Н.Н. [4], Late, M. [5], Айдосов А. [6-8] және т.б. көптеген жетекші ғалымдардың жұмыстары арналған.

Аймақтық атмосфералық процестерді модельдеу шектелген аумақтағы метеорологиялық шамалардың өрістері макромасштабтық атмосфералық циркуляциялардың әсерінен түзілетінін ескере отырып жүзеге асырылады. Осы себепті шешімнің шектеулі саласы қандай да бір бүтіннің бөлігі ретінде қарастырылады, ал оның бүйірлік шектеріндегі стационарлық емес шекаралық шарттар шекаралас аймақ үшін алынған ақпарат негізінде тұжырымдалады. Сонымен қатар, шектеулі аумақ үшін атмосфераның жай-күйін болжау мәселелерін сандық шешу үрдісінде тәуелді функциялардың градиенттері қай жерде үлкен болса, мәселені шешудің қажетті дәлдігіне қол жеткізу үшін тордың жиілігін арттыру және тор ұяшықтарын кішірейту қажет болады.

Айнымалы ажыратымдылық торы бар модельді екі жолмен іске асыруға болады [9]. Біріншіден, тордың үздіксіз немесе сатылы өзгеретін тығыздығы бар деп есептей отырып, бір математикалық модельді және сандық әдісті («екі жақты әрекеттесу» алгоритмі) қолдануға болады. Бұл жағдайда айнымалы ажыратымдылықтағы тордың шекарасында әртүрлі толқындардың шағылысуының, өтуінің және түрленуінің жергілікті және ғаламдық әсерлеріне жататын тор қадамының өлшемін өзгертуге байланысты бірқатар мәселелер туындайды. Сонымен қатар, тордың тұрақты қадамы болған кезде айырмашылық тізбектерінің көпшілігі үлкен дәлдікке ие болады. Тор аралығының бірте-бірте өзгеруі кезінде де өту аймағындағы қателер тордың қалған бөліктеріндегі қателерден асып түседі.

Егер кеңістіктік тор қадамының өзгеруі біркелкі жүрсе, онда максималды уақыт қадамы тордың максималды қадамының сипаттамалық жылдамдықтың жергілікті максимумына қатынасына пропорционалды болады. Алайда, кірістірілген торлармен өткізілген тәжірибелер көрсеткендей, тұрақтылық шарттары орындалған кезде де тұрақты тізбекті тұрақсыз тізбекке айналдырудың әлі зерттелмеген жағдайлары жиі кездеседі.

Екінші әдісті қарастыра отырып, шектеулі аумақтағы метеорологиялық шамалардың өрістері атмосфераның жалпы айналымы шеңберінде қалыптасады деп есептей отырып, шектеулі аймақ үшін ауа райын болжау мәселесін әртүрлі толықтықтағы екі модельді біріктіру арқылы тұжырымдауға болады: 1) өрескел торда сандық түрде шешілетін, жеңілдетілген теңдеулерді қамтитын атмосфераның жалпы айналымының жаһандық моделі; 2) гидродинамика мен жылу тасымалдаудың, масса тасымалдаудың толық теңдеулерін қамтитын аймақтық модель, ұсақ торда сандық түрде шешіледі. Аймақтық модельге қажетті шекаралық шарттар теңдеулері аймақтық модель теңдеулерімен бір уақытта немесе алдын-ала біріктірілуі мүмкін жаһандық модель шешімімен анықталады. Кірістірілген торлардағы бұл болжау әдісі "бір жақты әсер ету" әдісі деп аталады, өйткені ішкі модельдің сандық нәтижелері сыртқы модель теңдеулерінің интеграциясына әсер етпейді.

Атмосфераға зиянды заттардың шығарындылар көлемін есептеу үшін ластау көзінен шығарылатын әрбір зат үшін келесі шарт тексеріледі:

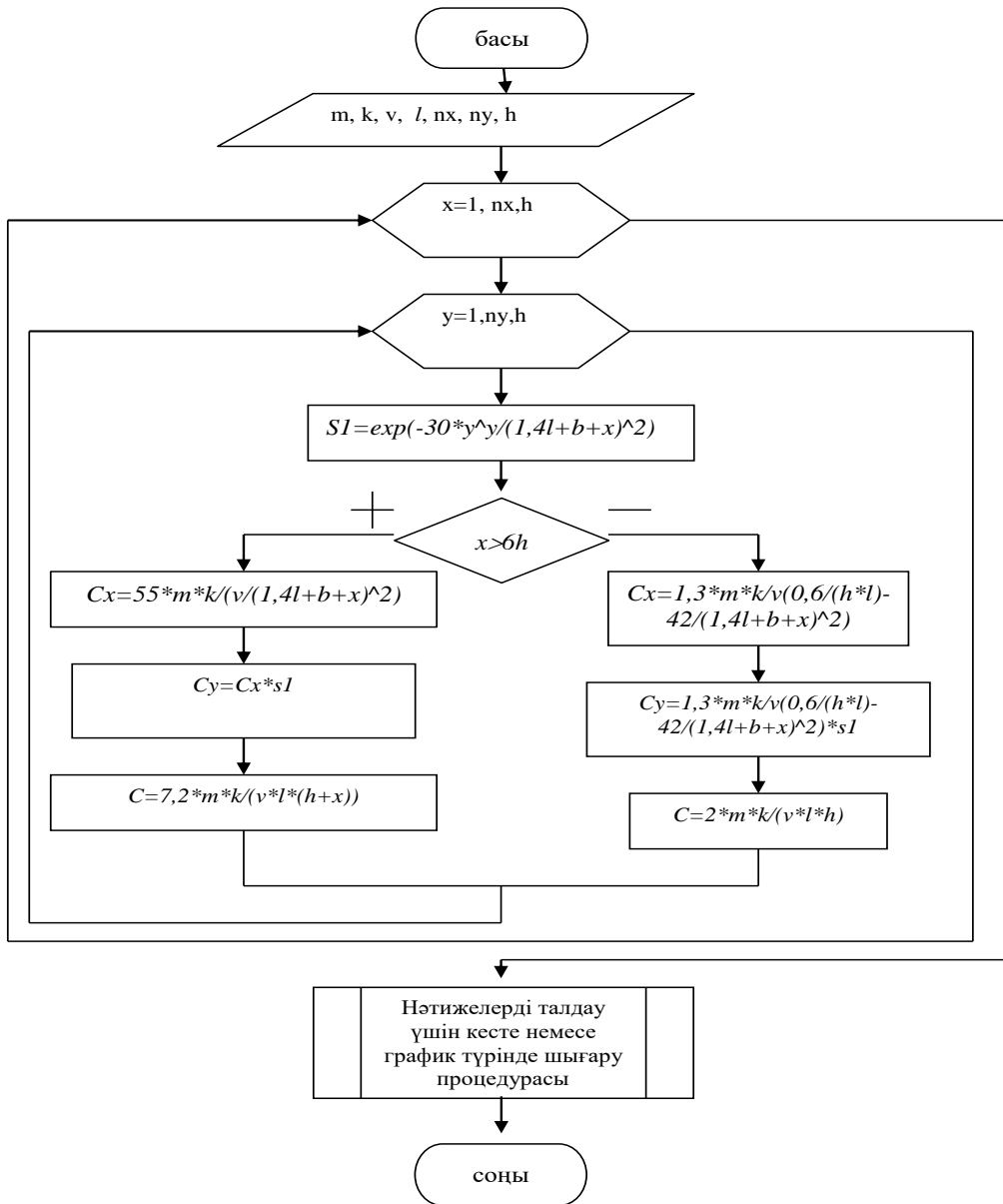
$$q_{\text{сумм}} = \frac{1}{K_{\text{сд}}} \sum_{j=1}^n (q_{\text{нр.}j} - q_{\text{ф.}j}) = \frac{1}{K_{\text{сд}}} \sum_{j=1}^p \frac{C_{\text{нр.}j} + C_{\text{ф.}j}}{\text{ПДК}_j} < 1 \quad , \quad (1)$$

Мұнда $C_{\text{нр.}j}$ - j-ші заттың жер бетіндегі концентрациясы;

$C_{\text{ф.}j}$ - j-ші заттың фондық концентрациясы;

$K_{\text{сд}}$ - заттар тобының бірлескен гигиеналық әсерінің үйлесімділік коэффициенті.

Атмосфералық айналымның блоктық математикалық моделінің сандық сызбалары және атмосфераның беткі қабатында зиянды қоспалардың таралуы және блоктар арасындағы өзара әрекеттесудің сипаттамасы алгоритмін іске асыру барысын блок-сызба түрінде көрсетейік (Сурет 1).



Сурет 1. Атмосфералық айналымның блоктық математикалық моделінің сандық сызбаларын және атмосфераның беткі қабатында зиянды қоспалардың таралуын жүзеге асыруға арналған блок-схема түріндегі алгоритм және блоктар арасындағы өзара әрекеттесудің сипаттамасы

Бұл жерде енгізілетін шамалар мен тұрақтылар: k – молекулалық жылулық диффузия коэффициенті; l – қабаттың қалыңдығы; m – ылғалдың конденсациялану (булану) жылдамдығы; v – қоспаның шөгуге жылдамдығы; n_x, n_y – x, y -тің сәйкесінше ақырғы мәндері; h – қадам. (1) және (2) шарттар орындалған жағдайда есептеу тоқтатылады.

Атмосфераға бірнеше зиянды заттардың бір мезгілде таралуымен және заттар тобының бірлескен «жиынтық» әрекетінің болуына байланысты зиянды заттардың гигиеналық әсері қалыптасқан кезде келесі қосымша талаптар енгізілді [9]:

$$q_{\text{сумм}j} = q_{\text{нр}j} - q_{\text{ф}j} = \frac{C_{\text{нр}j} + C_{\text{ф}j}}{\text{ПДК}_j} < 1, \quad (2)$$

Зерттеу нәтижелері. Инверсия жағдайында зиянды қоспаларды тасымалдаудың геоэкологиялық карталары.

Тұрақты атмосфералық жағдайда қоспалардың таралуы екі нұсқа үшін жүргізілді: бірінші жағдайда жер бетіндегі желдің жылдамдығы 2 м/с-қа тең (сурет 2-6), ал екіншісінде-4 м/с-қа тең деп таңдалды (сурет 7-9). Есептеу үшін бастапқы деректер 1-кестеде келтірілген.

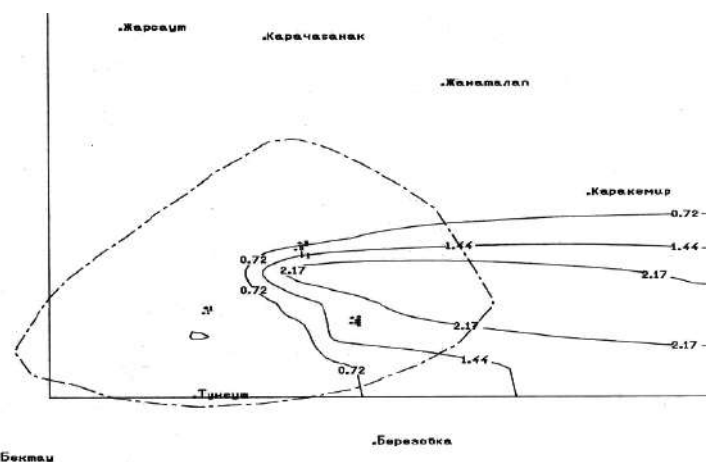
Кесте 1 - Реактивті ағын есептеулерінің бастапқы деректері мен белгілері

Ұңғыма кесіндісіндегі газдың құрамы	T_c – Ұңғыма кесіндісіндегі газдың температурасы
Ауа	293,0°K
Ауа	700,0°K
Ауа	1000,0°K
Ауа	1300,0°K
C _{CO}	1300,0°K
C _{SO2}	1300,0°K
C _{H2S}	1300,0°K
C _{CO2}	1300,0°K
C _{NO2}	1300,0°K

Барлық есептеу нұсқаларында ұңғымадан ағып жатқан газдардың жылдамдығы $V_c=1060$ м/с деп қабылданды. Есептеу уақыты ұзындығы шамамен 40 км болатын кен орнының ауданын толық желдету кезеңіне сәйкес келді.

Мұндағы: С – шығатын газ компоненттерінің молярлық концентрациясы; CO - көміртек тотығы; SO₂ – күкірт диоксиді; H₂S – күкіртсутек; CO₂ – көмір қышқыл газы, NO₂ – азот диоксиді.

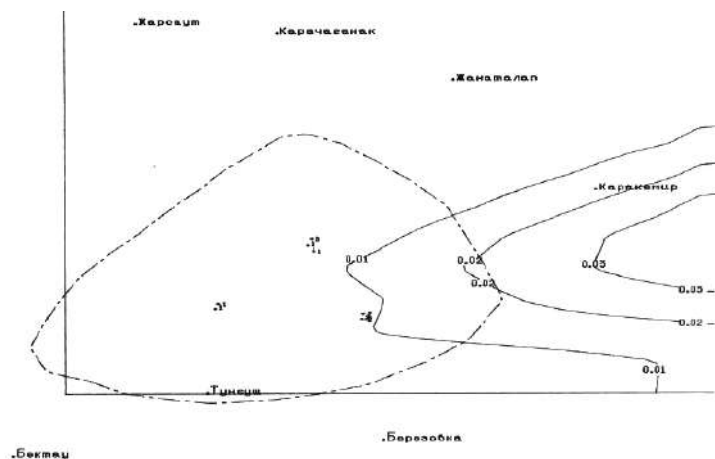
Атмосфераның параметрлері: құрамы – ауа; температура – $T=293,00$ К; атмосфералық қысым – $P_0=105$ Па; газдың бастапқы жылдамдығы $V_0=0$ м/сек.



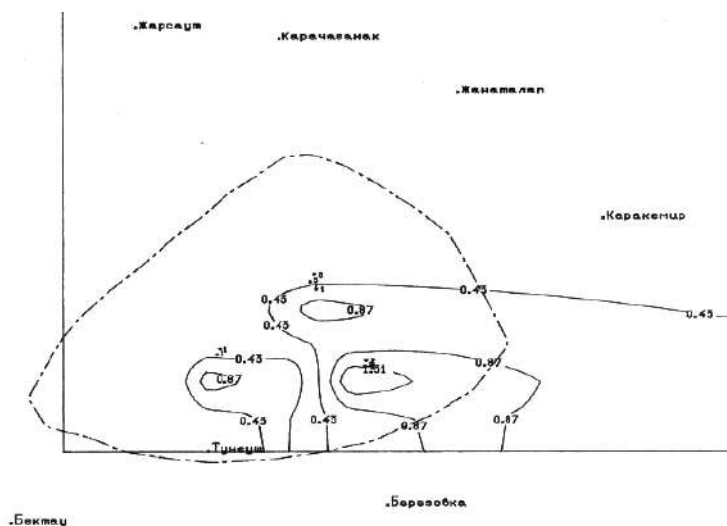
Сурет 2. 10 м биіктіктегі ШРК (шекте рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі CO₂ шоғырлануының изосызығы. Max CO₂ = 2,89

Желдің жылдамдығының артуы осы аймақта ластанудың қарқынды азаюын, яғни зиянды заттардың аймақтан тыс жерлерге шығарылуын қамтамасыз етеді. Шығарындылардың тиімді биіктігі УКСП-16 (тұрақты компрессорлық станция қондырғысы) агрегаттары үшін ең жоғары (70-100 м), ал басқа ластану көздері үшін жер бетіндегі қабаттың жоғарғы шекарасына жақын (10-20 м). Ең қуатты көздердің тиімді биіктігі айтарлықтай үлкен болғандықтан, инверсиялық жағдайларға байланысты жер қабатындағы қоспалардың максималды жоғалуы көздерден едәуір қашықтықта байқалады (сурет 9).

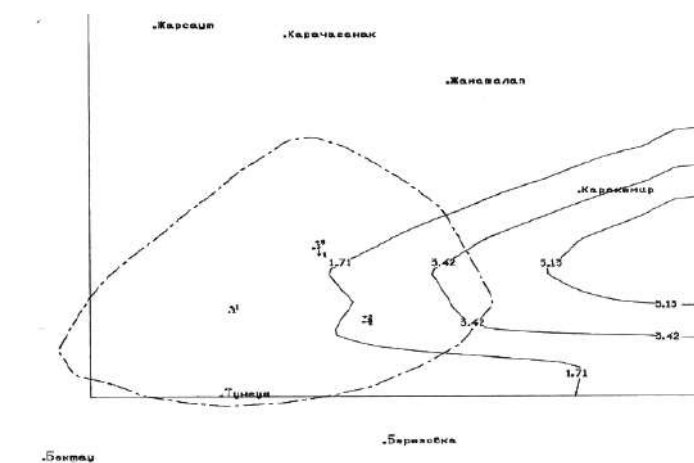
2-9 суреттер бір аймақты – Қарашығанак мұнай-газ конденсатын өндіру аймағын қамтиды. Мұндағы елді мекендер: Жарсуат, Қарашығанак, Жанаталап, Қаракемір, Тұңғыш, Бектау, Березовка.



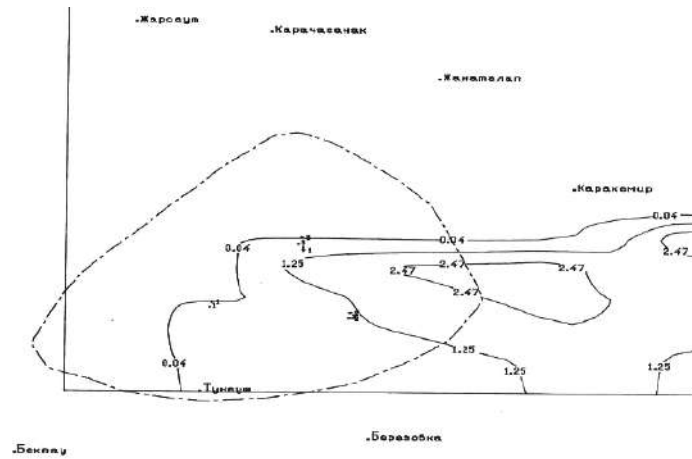
Сурет 3. 70 м биіктіктегі ШРК (шекте рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі CO_2 шоғырлануының изосызығы. $Max CO_2 = 0,03$



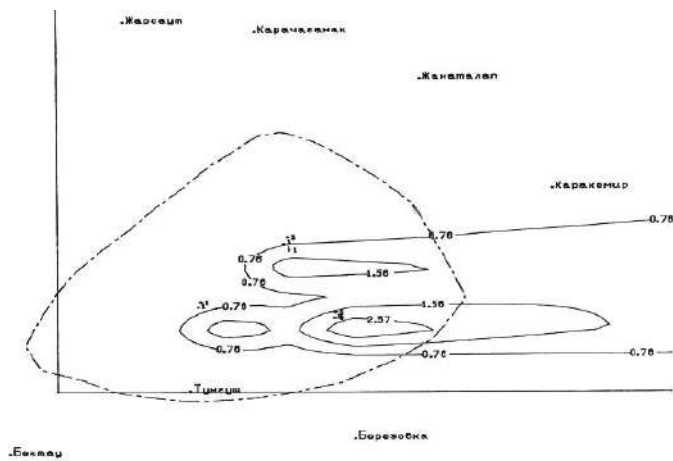
Сурет 4. 10 м биіктіктегі ШРК (шекте рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі NO_2 шоғырлануының изосызығы. $Max NO_2 = 1,75$



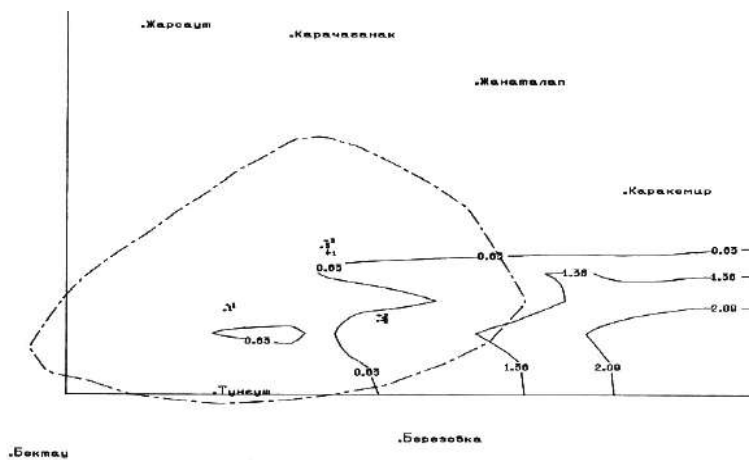
Сурет 5. 70 м биіктіктегі ШРК (шекте рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі NO_2 шоғырлануының изосызығы. $Max NO_2 = 6,85$



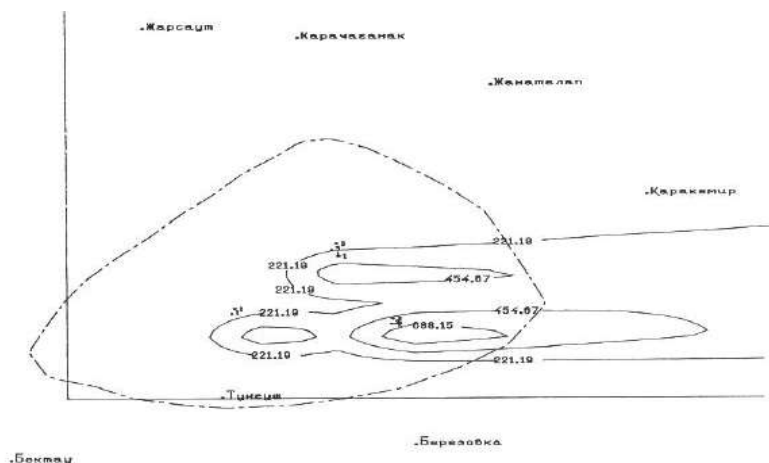
Сурет 6. 10 м биіктіктегі ШРК (шекте рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі CO_2 шоғырлануының изосызығы. $Max CO_2 = 3,69$



Сурет 7. 70 м биіктіктегі ШРК (шекте рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі CO_2 шоғырлануының изосызығы. $Max CO_2 = 3,17$



Сурет 8. 10 м биіктіктегі ШРК (шекте рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі NO_2 шоғырлануының изосызығы. $Max NO_2 = 0,03$



Сурет 9. 70 м биіктіктегі ШРК (шекті рұқсат етілген концентрация) үлестеріндегі NO_2 шоғырлануының изосызығы. $Max NO_2 = 921,63$

2, 4, 6, 8 суреттерде 10 м биіктіктегі шекті рұқсат етілген концентрация үлестеріндегі зиянды элементтердің шоғырлануының изосызығы, ал 3,5,7,9 суреттерде тиісінше осы жағдайдағы 70 м биіктіктегі жағдай бейнеленген. 2,3,6,7 суреттерде көмір қышқыл газының (CO_2), ал 4,5,8,9 суреттерде азот диоксидінің (NO_2) әр түрлі биіктіктегі шоғырлануы бейнеленген. Әр суретте қарастырылып отырған жағдайда зиянды элементтің ең үлкен (максимальды) мәні көрсетілген.

Суреттерден байқап отырғанымыздай, ауаның ластануының ең үлкен көлемі жел бағытына сәйкес шығу көзінен біршама алыстау аймақта орналасқан. Әрине, 10м биіктіктегі зиянды қоспалардың шоғырлануы 70м биіктіктегі жағдайдан бірнеше дәрежеге жоғары екені байқалады. Барлық жағдайда да шекті рұқсат етілген концентрация көлемінің елеулі ауытқуы байқалады. Әсіресе, 9 суретте азот диоксидінің рұқсат етілген шегінен ауытқуы ерекше үлкен көлемде, бірнеше жүзге асып отыр. Яғни аталған жағдайда экологиялық апат туындайтыны және көптеген экологиялық іс-шаралар атқару керектігі айтпаса да түсінікті.

Нәтижелерді талқылау

Қоспалардың таралуы жел бағытына сәйкес жүреді, сонымен қатар конвективті жағдайларда бұл бағыттың биіктігі бойынша өзгеруі байқалады (Экман моделіне сәйкес солға бұрылу) [10]. Сондай-ақ, шығарындылардың тиімді биіктігіне жақын биіктікте қоспамен неғұрлым қарқынды ластануы болатынын атап өтеміз. Мысалы, 9-суреттегі шекті рұқсат етілген концентрацияның (ШРК) асып кетуі бірнеше жүзге тең. Бұл инверсия жағдайында көтерілетін ауа ағындарының болмауымен және ластану көздерінің жанында шығарындылардың оқшаулануынан туындайтын тік турбуленттіліктің нашар көрінуімен байланысты. Аталған құбылыс ластану көздеріне жақын шығарындылардың оқшаулануынан туындайды.

Бұл өз кезегінде түтін алауының осінің биіктігін жер бетіне жақындатады. Осылайша, инверсиялар мен олардың тыныштықпен үйлесуі кезінде пайда болатын белгілі қауіпті метеожағдайлармен қатар, 9-суретте қарастырылған метеожағдай да ең қауіпті деп қорытынды жасауға болады.

Қорытынды

Осыған дейін құрастырылған атмосфераның беткі қабатында зиянды қоспаларды тасымалдаудың математикалық моделі көмегімен ауаның ластану жағдайын есептеулер жүргізілді. Атмосфераның беткі қабатында зиянды қоспаларды тасымалдаудың блоктық моделінің теңдеулері табылды және блоктар арасындағы өзара әрекеттесу сипатталды. Бароклиндік атмосферада зиянды қоспаларды тасымалдаудың блоктық моделінің сандық схемалары жасалды. Осы зерттеулер көмегімен:

1. Жер асты бетінің әсерін ескере отырып, атмосфераның жер үсті қабатында зиянды заттардың тасымалдануының сандық есептеулері жүргізілді.
2. Инверсиялық жағдайларда зиянды қоспаларды тасымалдаудың геоэкологиялық карталары құрастырылды.
3. Инверсиялар мен олардың тыныштықпен үйлесуі кезінде пайда болатын белгілі қауіпті метеожағдайлармен қатар, 9-суретте қарастырылған метеожағдай да ең қауіпті екендігі анықталды.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі:

- 1 Ebrahimzadeh, E., and A. Shahsavand. (2014) *Energy sources simulation of environmental pollution due to SO₂ dispersion. Energy Sources, Part A* 36: 2095–2105.
- 2 Goulart, A. G. O., M. J. Lazo, J. M. S. Suarez, and D. M. Moreira. (2017) *Fractional derivative models for atmospheric dispersion of pollutants. Physica A* 477: 9–19.
- 3 Марчук, Г. И. *Методы вычислительной математики. 4-е изд. / Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с.*
- 4 Беляев Н. Н. *Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций: монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. – Днепропетровск: Акцент ПП, 2013. – 159 с.*
- 5 Late, M., R. Meroney, M. Yataghene, H. Fellouah, F. Saleh, and M. Boufadel. (2016) *On the use of numerical modelling for near-field pollutant dispersion in urban environments – A review. Environmental Pollution* 208 (A):271–283.
- 6 Aydosov, A., Aidosov G., Zaurbekov, N., e.a. (2019) *Mathematical Modelling of Atmospheric Pollution in an Industrial Region with a View to Design an Information System Software for Ecological Situation - Ekoloji, Issue 107: 349-358*
- 7 Aydosov, A., Urmashev, B., Zaurbekova, G. (2016) *Modeling the spread of harmful substances in the atmosphere at a variable velocity profile - Open Engineering, 6(1): 264–269*
- 8 Aidosov, A., Aidosov, G., Zaurbekov, N., e.a. (2019) *Informational and Matematical Modeling of the Impact of Emissions into the Atmosphere on Public Health //Ad Alta – Journal of Interdisciplinary Research - vol. 9, issue 1: 74-79*
- 9 Zaurbekov N., Aidosov A., Zaurbekova N., e.a. (2018) *Emission spread from mass and energy exchange in the atmospheric surface layer: Two-dimensional simulation - Energy Sources Part A: Recovery Utilization and Environmental Effects. - volume 40, issue 23: 2832-2841*
- 10 Айдо́сов А., Айдо́сов Г.А., Заурбе́ков Н.С. *Модельная оценка экологической обстановки компонентов природной среды с учетом атмосферных процессов. Монография / Москва: Издательский дом Академии Естествознания, 2018.– 342 с.*

References:

- 1 Ebrahimzadeh, E., and A. Shahsavand. (2014) *Energy sources simulation of environmental pollution due to SO₂ dispersion. Energy Sources, Part A* 36: 2095–2105.
- 2 Goulart, A. G. O., M. J. Lazo, J. M. S. Suarez, and D. M. Moreira. (2017) *Fractional derivative models for atmospheric dispersion of pollutants. Physica A* 477: 9–19.
- 3 Marchuk, G. I. (2009) *Metody vychislitel'noj matematiki. 4-e izd. / Sankt-Peterburg, Lan',. — 608 s. (In Russian)*
- 4 Beljaev N. N. (2013) *Matematicheskoe modelirovanie v zadachah jekologicheskoy bezopasnosti i monitoringa chrezvychajnyh situacij: monografija / N. N. Beljaev, E. Ju. Gun'ko, P. B. Mashihina. – Dnepropetrovsk: Akcent PP – 159 s. (In Russian)*
- 5 Late, M., R. Meroney, M. Yataghene, H. Fellouah, F. Saleh, and M. Boufadel. (2016) *On the use of numerical modelling for near-field pollutant dispersion in urban environments – A review. Environmental Pollution* 208 (A):271–283.
- 6 Aydosov, A., Aidosov G., Zaurbekov, N., e.a. (2019) *Mathematical Modelling of Atmospheric Pollution in an Industrial Region with a View to Design an Information System Software for Ecological Situation - Ekoloji, Issue 107: 349-358*
- 7 Aydosov, A., Urmashev, B., Zaurbekova, G. (2016) *Modeling the spread of harmful substances in the atmosphere at a variable velocity profile - Open Engineering, 6(1): 264–269*
- 8 Aidosov, A., Aidosov, G., Zaurbekov, N., e.a. (2019) *Informational and Matematical Modeling of the Impact of Emissions into the Atmosphere on Public Health //Ad Alta – Journal of Interdisciplinary Research - vol. 9, issue 1: 74-79*
- 9 Zaurbekov N., Aidosov A., Zaurbekova N., e.a. (2018) *Emission spread from mass and energy exchange in the atmospheric surface layer: Two-dimensional simulation - Energy Sources Part A: Recovery Utilization and Environmental Effects - volume 40, issue 23: 2832-2841*
- 10 Ajdosov A., Ajdosov G.A., Zaurbekov N.S. (2018) *Model'naja ocenka jekologicheskoy obstanovki komponentov prirodnoj sredy s uchetom atmosfernih processov. Monografija / Moskva: Izdatel'skij dom Akademii Estestvoznaniya – 342 s. (In Russian)*

А.Е. Кулакаева^{1*}, Е.А. Дайнеко¹, А.З. Айтмагамбетов¹, Ж.Ж. Онгенбаева¹, Б.А. Кожяхметова^{1,2}

¹ *Международный университет информационных технологий, г. Алматы, Казахстан*

² *Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, г. Алматы, Казахстан*

*e-mail: aigul_k.pochta@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ НАЗЕМНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ПРИ СПУТНИКОВОМ РАДИОМОНИТОРИНГЕ

Аннотация

В данной статье обоснована возможность повышения точности определения координат источников радиоизлучения при помощи многократного измерения параметров наземного источника радиоизлучения, где определение пеленгов производят в нескольких (не менее двух) точках орбиты низкоорбитального малого космического аппарата. Предложенный алгоритм даст возможность выполнения обработки данных с меньшими временными затратами, следовательно, более эффективен, чем при использовании метода итераций. Также он может служить основой для оценки и анализа параметров сигналов источников радиоизлучения в широком диапазоне частот с возможностью местоопределения источников радиоизлучений. В работе также представлена программа для определения координат широты и долготы источника радиоизлучения с помощью измерения в двух разных точках орбиты малого космического аппарата. Компьютерная программа выполнена на языке C#.

Ключевые слова: спутниковый радиомониторинг, определение координат РЭС, низкоорбитальный малый космический аппарат, радиочастотный спектр, источник радиоизлучения, активная фазированная антенная решетка.

Аңдатпа

А.Е. Кулакаева¹, Е.А. Дайнеко¹, А.З. Айтмагамбетов¹, Ж.Ж. Онгенбаева¹, Б.А. Кожяхметова^{1,2}

¹ *Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан*

² *Г. Даукеев атындағы алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан*

ЖЕРСЕРІКТІК РАДИОМОНИТОРИНГ КЕЗІНДЕ ЖЕРҮСТІ РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ КООРДИНАТТАРЫН АНЫҚТАУ ДӘЛДІГІН АРТТЫРУ

Берілген мақалада төмен орбиталы шағын ғарыш аппараты орбитасының бірнеше (кемінде екі) нүктелерінде жүргізілетін пеленгтерді анықтау барысында радиосәуле таратудың жердегі көзінің параметрлерін бірнеше рет өлшеу арқылы радиосәуле шығару көздерінің координаттарын анықтау дәлдігін арттыру мүмкіндігі негізделген. Мақалада ұсынылған алгоритм деректерді өңдеуде аз уақыт жұмсауға мүмкіндік береді, сондықтан итерация әдісін қолданғаннан гөрі тиімді. Ол радиосәуле тарату көздерін анықтау мүмкіндігімен жиіліктердің кең диапазонында радиосәуле тарату көздерінің сигналдарының параметрлерін бағалау және талдау үшін негіз бола алады. Жұмыста шағын ғарыш аппараты орбитасының екі түрлі нүктесінде өлшеу арқылы радиосәуле тарату көзінің ендік және бойлық координаттарын анықтауға арналған бағдарлама ұсынылған. Бұл компьютерлік бағдарлама C# тілінде жасалған.

Түйін сөздер: жерсеріктік радиомониторинг, РЭҚ координаттарын анықтау, төмен орбиталық шағын ғарыш аппараты, радиожілік спектрі, радиосәулелендіру көзі, белсенді фазаланған антенна торы.

Abstract

IMPROVING THE ACCURACY OF DETERMINING THE COORDINATES OF GROUND-BASED RADIOELECTRONIC MEANS IN SATELLITE RADIO MONITORING

Kulakayeva A.E.¹, Daineko Y.A.¹, Aitmagambetov A.Z.¹, Ongenbayeva Zh.Zh.¹, Kozhakhmetova B.A.^{1,2}

¹ *International information technologies university, Almaty, Kazakhstan*

² *Almaty university of power engineering and telecommunications named after G. Daukeyev, Almaty, Kazakhstan*

This article substantiates the possibility of increasing the accuracy of determining the coordinates of radio emission sources by repeatedly measuring the parameters of a ground-based radio emission source, where the bearings are determined at several (at least two) points of the orbit of a low-orbit small spacecraft. The proposed algorithm will make it possible to perform data processing with less time, therefore, it is more efficient than using the iteration method. It can also serve as a basis for evaluating and analyzing the parameters of radio emission source signals in a wide frequency range with the possibility of locating radio emission sources. The paper also presents a program for determining the

latitude and longitude coordinates of a radio source by measuring at two different points in the orbit of a small spacecraft. This computer program is made in C#.

Keywords: satellite radio monitoring, determination of REM coordinates, low-orbit small spacecraft, radio frequency spectrum, radio emission source, active phased array antenna.

Введение

Органы регулирования использования радиочастотного спектра (РЧС) в каждой стране должны регулярно осуществлять радиоконтроль за радиоэлектронными средствами (РЭС) на своей территории. Это необходимо для определения соответствия параметров излучения радиоэлектронных средств соответствующим нормам и условиям разрешений на использование РЧС. Кроме того, службы радиоконтроля обязаны обнаруживать незаконно действующие радиопередающие устройства и источники радиопомех. В повседневной деятельности у органов контроля по использованию спутниковых ресурсов возникает необходимость получать информацию по параметрам несущих, местоположению источника сигнала и легальности его работы [1-2].

В настоящее время проводятся исследования и разработка систем радиомониторинга с помощью низкоорбитальных малых космических аппаратов. Известны зарубежные разработки подобных систем. В частности, американские компании Lockheed Martin, Deep Space и HawkEye совместно с агентством перспективных исследований МО США (DARPA) создают спутниковую систему высокоточных карт (Radio Map Space) для обнаружения и анализа использования радиочастот. Это может повысить потенциал силовых структур в сфере радиоэлектронной борьбы [3]. Кроме проекта американских компаний французское оборонное агентство DGA совместно с космическим агентством CNES в 2011 г. реализовало систему радиопеленга наземных радиоисточников ELISTA состоящую из 4-х микроспутников, построенных на платформе Miriad компании EADS Astrium. Подобная система создается и в России на базе проекта «Гонец» с возможностью передачи накопленной оперативной информации с низколетящих космических аппаратов через геостационарные ретрансляторы используя межспутниковые линии связи [4-5].

Для определения местоположения источников радиоизлучения (ИРИ) известны методы, основанные на уровне принимаемого сигнала (RSS - received signal strength), фазе несущей сигнала (POA - carrier phase of arrival), разнице времени прихода (TDOA - time difference of arrival), угле прихода (AoA) (или направлении прихода DOA), разнице частоты прихода (FDOA - frequency difference of arrival), доплеровской разнице частот (doppler difference - DD) и комбинированные методы, состоящие из двух или более вышеперечисленных методов [6-8]. На сегодняшний день в спутниковых системах наибольшее распространение получили методы TDOA и FDOA [9-12]. Однако такие способы требуют несколько спутников, что является неэффективным с экономической точки зрения. Поэтому реализация функций радиомониторинга на базе одного низкоорбитального спутника является актуальной проблемой.

Для определения координат РЭС предлагается структурная схема бортового оборудования космического сегмента системы радиомониторинга, представленная на рисунке 1. Для реализации данной системы необходимо на борту МКА иметь две антенны типа активной фазированной антенной решетки (АФАР). АФАР должны иметь определенный угол сканирования земной поверхности с целью обнаружения РЭС. Обнаруженные сигналы от РЭС поступают в приемник и далее подвергаются обработке.

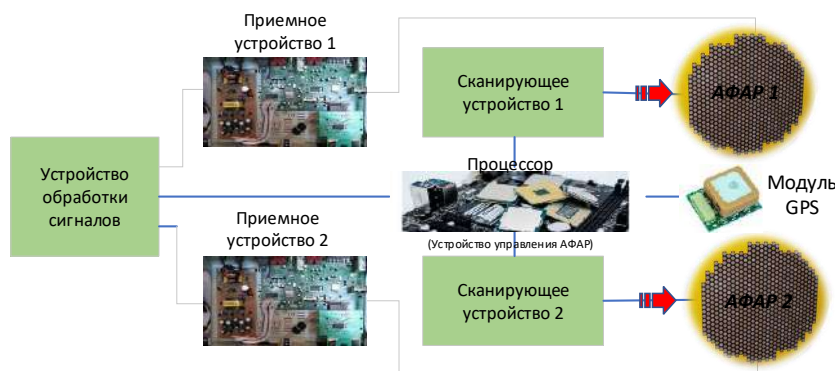


Рисунок 1. Структурная схема бортового оборудования космического сегмента

Методы и результаты исследования

С целью повышения точности определения координат местоположения наземных источников радиоизлучения можно проводить измерения из нескольких (2, 3, 4...N) точек орбиты МКА в пределах видимости источников радиоизлучения, как показано на рисунке 2 [13].

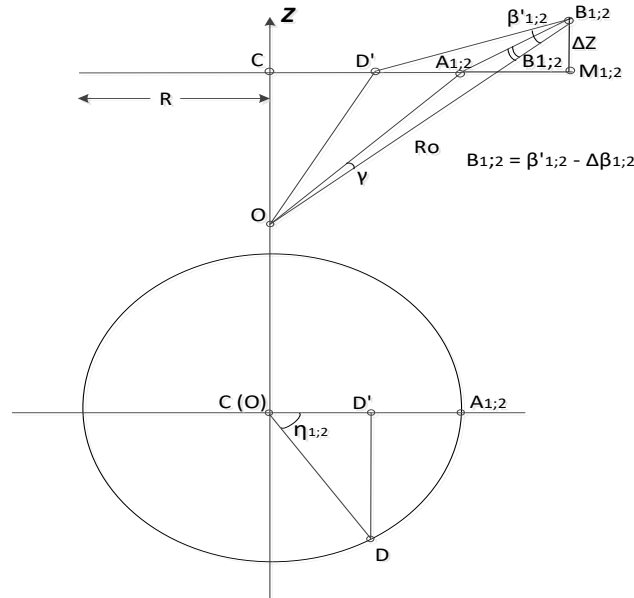


Рисунок 2. Определение координат наземного источника радиоизлучения на основе многократных измерений

При сканировании луча антенны МКА вдоль меридиана фиксируется сигнал от источников радиоизлучения и определяется в этот момент аппаратно широта точки B_2 нахождения МКА α_2 ; долгота точки B_2 нахождения МКА θ_2 ; угол между направлениями от МКА на центр масс Земли (O) и источник радиоизлучения β'_2 . Повторно сигнал от источников радиоизлучения фиксируется на следующей точке B и определяются аппаратно широта α_1 и долгота θ_1 , а также угол β'_1 . Определяется $\Delta\gamma = \alpha_1 - \alpha_2$ и вычисляются координаты точки B_2 .

При сканировании второго луча антенны МКА вдоль параллели фиксируется сигнал от источников радиоизлучения и определяется в этот момент аппаратно угол μ_2 и по нему вычисляем поправку на долготу η_2 . При сканировании луча антенны МКА вдоль меридиана с новой точки фиксируется сигнал от источников радиоизлучения и определяются в этот момент аппаратно широта точки B_1 нахождения МКА α_2 ; долгота точки B_1 нахождения МКА θ_2 ; угол между направлениями от МКА на центр масс Земли (O) и источников радиоизлучения. Необходимо вычислить координаты точки B_1 .

При сканировании второго луча антенны МКА вдоль параллели с новой точки фиксируется сигнал от источников радиоизлучения и определяется в этот момент аппаратно угол μ_1 и по нему вычисляем поправку на долготу η_1 . Затем вычисляем $\Delta\gamma$, k и γ . Определяется широта φ_1 .

Радиус эллипсоида Земли $R_э$ - отрезок, соединяющий центр масс Земли O с точкой на эллипсоиде D. Вычисляются координаты точки A_2 и A_1 . Одновременно для двух точек нахождения МКА сигнал от источников радиоизлучения фиксируется лучом АФАР сканирующей в ортогональном направлении первому лучу и в этот момент аппаратно определяются углы μ_2 и μ_1 (между направлениями от точек B_2 и B_1 на точку A и точку D, где находится источник радиоизлучения).

Решая уравнение 4-й степени, определяем поправку на долготу η_2 и η_1 . Долгота местонахождения источников радиоизлучения будет $v_1 = \theta_1 \pm \eta_1$ и $v_2 = \theta_2 \pm \eta_2$ (в зависимости от знака поправки).

При нахождении источника радиоизлучения в точке D для 2-х поправок на долготу η .

- определяем $D'A = R \cdot (1 - \cos\eta)$, где $R = AC$
- определяем AM по координатам точек A и B
- определяем $D'M = D'A + AM$
- определяем угол $D'BM = \arctg(BM/D'M)$

-определяем угол АВМ

-определяем угол $D'BA=D'BM$ -угол АВМ - это увеличение угла β за счет наличия поправки на долготу, хотя широта та же.

-определяем угол $\beta_2=\beta_1$ -угол $D'BA$

Вычисляем k_1 и γ_1 . Затем определяется широта φ_2 .

После определения широты источников радиоизлучения φ перейдем к определению долготы. Рассмотрим особенности определения долготы источников радиоизлучения на основе анализа параметров треугольников ABD, ACD, BCD, приведенных на рисунке 2. Сканирование лучом относительно точки А осуществляется вдоль параллели, соответствующей широте φ , в западном и восточном направлении. При появлении сигнала фиксируется направление на источник радиоизлучения с помощью угла μ (μ – угол между направлениями от МКА (точка В) на источник радиоизлучения (точка D) и на точку А), а также знак поправки на долготу η относительно долготы МКА (θ) – западное направление (-), восточное – (+). На рисунке 2 показано только западное местоположение источников радиоизлучения (точка D), аналогично точка D может быть под таким же углом μ в восточном направлении.

Точка А – точка пересечения рассмотренной выше параллели со следом орбиты МКА на земной поверхности. Точка С находится на оси OZ в месте пересечения ее плоскостью по параллели, на которой находится источник радиоизлучения (то есть на той же широте). Данное сечение представляет собой окружность, на которой лежат точки А и D, а точка С – центр этой окружности. Радиус окружности $R=AC=DC=R_3(\varphi)\times\cos\varphi$.

Сторона BC - расстояние между МКА и точкой С, сторона BD - расстояние между МКА и источником радиоизлучения, сторона BA – расстояние между МКА и точкой А, сторона AD (хорда окружности), знание которой необходимо для определения поправки η . Для определения всех расстояний необходимы координаты точек А, В, С и D.

Далее определяются координаты точки А, местоположения МКА (точка В) и координаты точки С, следовательно необходимо определить расстояния AC, BC и BA. Для определения координат точки D (X_d, Y_d) применяется теорема косинусов и составляется уравнение (4-й степени). После определения координат точки D (X_d, Y_d) определяется отрезок AD. Далее по AD и R определяется поправка на долготу (η) (знак поправки на долготу η относительно долготы МКА (θ) – западное направление (-), восточное – (+).

Блок-схема алгоритма для определения местоположения (широты и долготы) источников радиоизлучения с помощью измерения в двух разных точках орбиты МКА приведена на рисунке 3.

Далее рассмотрим на примере, когда источник радиоизлучения находится на широте $\varphi=41,6^\circ$. В таблице 1 приведены исходные данные для измерения в нескольких точках при определении координат РЭС, а в таблице 2 приведены погрешности в линейных размерах при многократном измерении.

Таблица 1. Исходные данные для измерения в нескольких точках при определении координат РЭС

Источник радиоизлучения на широте φ	41,6
МКА в точке В1 (близкая к источникам радиоизлучения) на широте $\alpha 1$	41,2
МКА в точке В2 (средняя) на широте $\alpha 2$	41
МКА в точке В3 (ранняя) на широте $\alpha 3$	40,8
МКА в точке В4 (самая ранняя) на широте $\alpha 4$	40,6

Таблица 2. Погрешности в линейных размерах при многократном измерении

Погрешность	0,6 (-40%)	0,7 (-30%)	0,8 (-20%)	0,9 (-10%)	0	1,1 (10%)	1,2 (20%)	1,3 (30%)	1,4 (40%)
$\Delta \varphi_{12}$ (м)	183,1	145,1	102,0	53,6	0	58,7	122,7	191,7	266,0
$\Delta \varphi_{13}$ (м)	292,5	231,8	162,8	85,5	0	93,8	195,8	306,1	424,5
$\Delta \varphi_{14}$ (м)	425,6	337,2	236,9	124,4	0	136,4	284,8	445,1	617,3

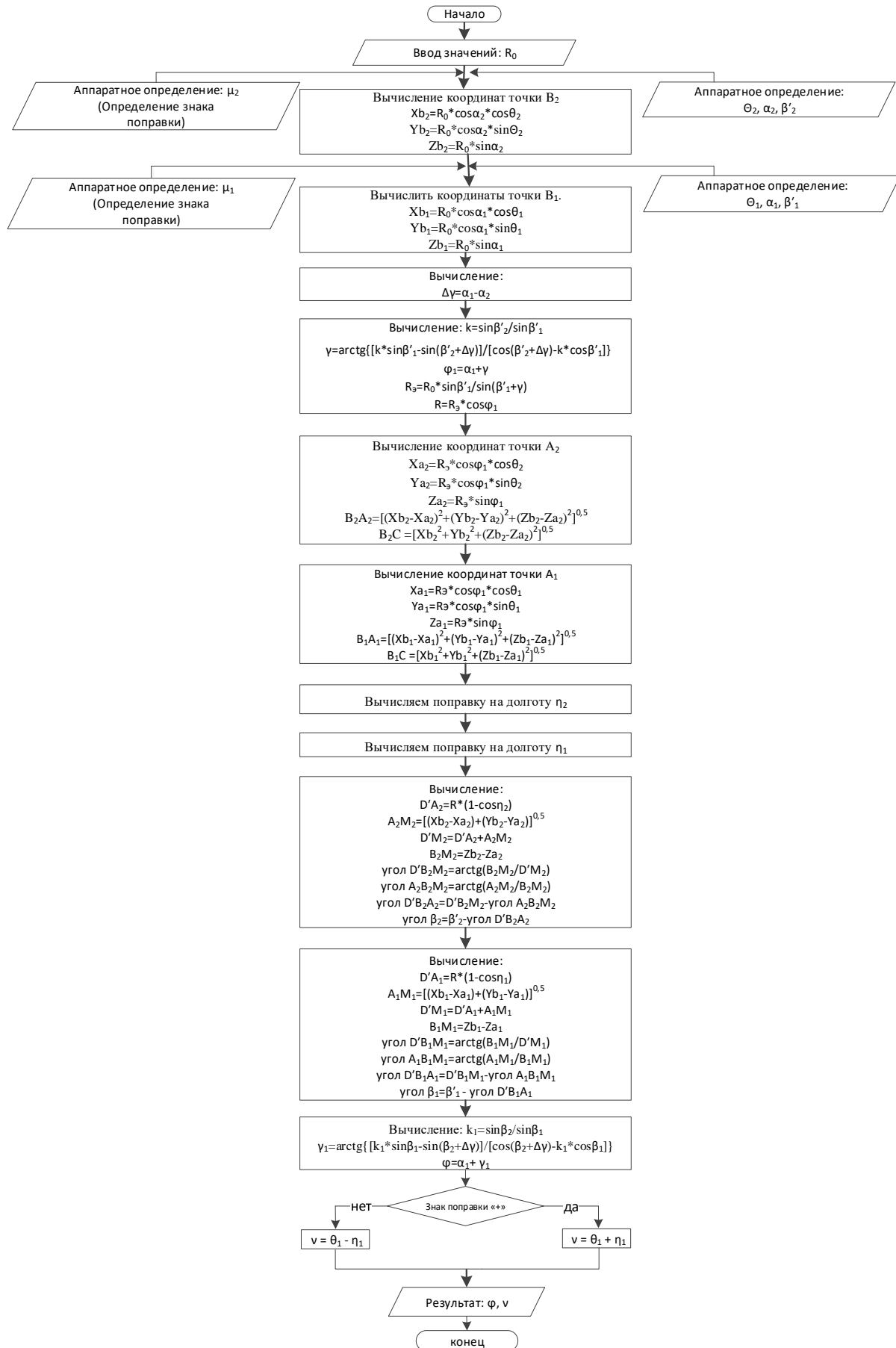


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма определения местоположения источников радиоизлучения

Как показано на рисунке 4, при многократном измерении погрешности, возникающие при определении координат РЭС в линейных размерах уменьшаются в зависимости от количества измерений.

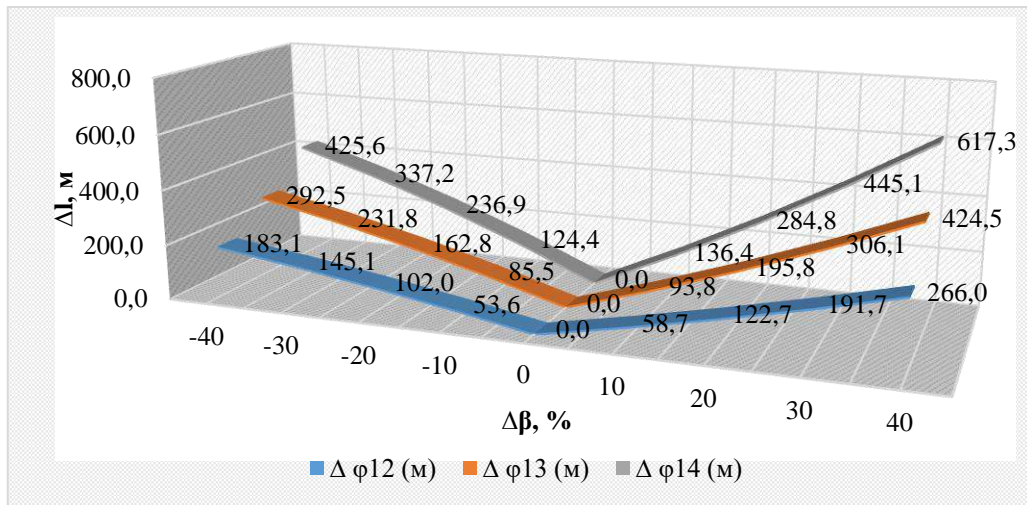


Рисунок 4. Погрешности, возникающие при определении координат источников радиоизлучения в линейных размерах

На основе вышеизложенного была составлена программа для определения координат (широты и долготы) ИРИ с помощью измерения в двух разных точках орбиты МКА, которая приведена на рисунке 5.

Задано				Результат			
R0	7016299	η2	0,7097				
μ2	5,00000	η1	0,6890				
μ1	5,00000	φ	41,5965				
β2	60,00000	v	60,6350				
β1	59,94600						
α2	40,00000						
α1	40,80000						
β1	7,80912						

а) Поправка на долготу η положительное

Задано				Результат			
R0	7016299	η2	0,7097				
μ2	5,00000	η1	0,6890				
μ1	5,00000	φ	41,5965				
β2	60,00000	v	59,2570				
β1	59,94600						
α2	40,00000						
α1	40,80000						
β1	7,80912						

б) Поправка на долготу η отрицательное

Рисунок 5. Разработанная программа для определения координат РЭС с помощью измерения в двух разных точках орбиты МКА

Для повышения точности определения координат местоположения наземных РЭС можно проводить несколько измерений из большего количества (3, 4...N) разных точек орбиты МКА в пределах видимости РЭС.

В работах [14-16] предложены методы определения координат РЭС с помощью одного спутника, т.е. однократным измерением. Однако при использовании таких измерений погрешности будут расти линейно в зависимости от ошибок определения углов сканирования [17].

Таким образом, в данной работе доказано, что при многократном измерении погрешности, возникающие при определении координат РЭС в линейных размерах уменьшаются в зависимости от количества измерений.

Также в ходе измерений из нескольких точек и путем усреднения можно минимизировать погрешности при определении координат источников радиоизлучения, а рассматриваемый алгоритм даст возможность выполнения обработки данных с меньшими временными затратами, следовательно, более эффективен, чем при использовании метода итераций [14].

Заключение

Применение космических аппаратов в системах радиомониторинга позволит определять параметры сигналов и местоположение РЭС на большой территории с разнообразным рельефом местности, что позволит повысить эффективность систем радиоконтроля.

С целью повышения точности определения координат наземных РЭС предложен метод на основе многократного измерения параметров наземного источника радиоизлучения. Разработаны алгоритм и компьютерная программа на языке C#.

Определение координат РЭС на базе разработанного метода с применением одного низкоорбитального МКА можно осуществлять на начальных этапах разработки спутниковых систем радиомониторинга.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программе грантового финансирования научных исследований на 2020-2022 гг., грант №АР08857146.

Список использованных источников:

1 Кизима С. В. Объекты и средства радиоконтроля. Совместное развитие технологий радиосвязи и радиоконтроля // *Электросвязь*, – 2018. – №11. – С. 68-74.

2 Официальный сайт РГП «ГРС» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rfs.gov.kz/> / (дата обращения 01.06.2022)

3 Айтмагамбетов А.З., Бутузов Ю.А., Кулакаева А.Е., Сатеров Н.М. Вопросы анализа сигналов и опознавания передатчиков при спутниковом радиомониторинге // *Вестник КазАТК*, Алматы, – 2015. – №5-6(95). – С.49-51.

4 Митько А. В. Перспективы развития единой инфокоммуникационной системы Арктической зоны Российской Федерации // *Труды ЦНИИС. Санкт-Петербургский филиал*, – 2018. – Т. 1, №5 – С. 58-68.

5 Савельева О. А., Савельев И. С. Перспективные низкоорбитальные системы спутниковой связи // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*, – 2019. – Т.1. – С. 487-489.

6 Dempster A. G., & Cetin, E. (2016). *Interference Localization for Satellite Navigation Systems. Proceedings of the IEEE*, 104(6), 1318-1326. [7439734]. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2016.2530814>

7 Report ITU-R SM.2211-2. (06/2018). *Comparison of time-difference-of-arrival and angle-of-arrival methods of signal geolocation. SM Series, Spectrum management.*

8 Zhao L., Yao G. and Mark J.W. *Mobile positioning based on relaying capability of mobile stations in hybrid wireless networks. IEE Proc.-Commun.*, Vol. 153, No. 5, October 2006.

9 Ho K. C. and Chan Y. T. *Geolocation of a Known Altitude Object From TDOA and FDOA Measurements, in IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, 1997, vol. 33, pp. 770–783.

10 Takeshi Amishimaa) and Nobuhiro Suzuki. *TDOA/FDOA geolocation in space radio monitoring using RLMS and gating. IEICE Communications Express*, Vol.8, No.6, 207–212

11 Yan H., Cao J. K. and Chen L. *Study on location accuracy of dual-satellite, ICSP*, pp. 107–110, 2010. DOI:10.1109/ICOSP.2010.5656806

12 Cao Y et al. *A new iterative algorithm for geolocating a known altitude target using TDOA and FDOA measurements in the presence of satellite location uncertainty, Chin J Aeronaut (2015)*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cja.2015.08.015>.

13 Кулакаева А.Е., Айтмагамбетов А.З., Бутузов Ю.А., Кожаметова Б.А. *Способ определения местоположения источников радиоизлучения с помощью низкоорбитального малого космического аппарата. Патент на полезную модель № 6346 от 06.04.2021 года.*

14 Aitmagambetov, A., Butuzov, Y., Tikhvinskiy, V., Kulakayeva, A., Ongenbayeva, Z. Energy budget and methods for determining coordinates for a radiomonitoring system based on a small spacecraft // *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, –2021. – 21(2). – pp. 945–956

15 Levanon, N., Quick position determination using 1 or 2 LEO satellites // *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, –1998. – Vol.34, №3. – pp.736-754

16 Levanon N. Instant active positioning with one LEO satellite // *Navigation*, –1999. – Vol.46, №2. – pp. 87-95.

17 Айтмагамбетов А.З., Кулакаева А.Е., Онгенбаева Ж.Ж. Бір төмен орбиталы шағын ғарыш аппаратының көмегімен радиосәуле тарату көздерінің орналасқан жерін анықтау кезіндегі қателікті бағалау. // *Международная научно-теоретическая конференция: 30 лет независимости Казахстана: достижения и перспективы развития науки и образования. 26 ноября 2021 года, Караганда, 2021.*

References:

1 Kizima S. V. (2018) *Ob#ekty i sredstva radiokontrolja. Sovmestnoe razvitie tehnologij radiosvjazi i radiokontrolja [Objects and means of radio monitoring. Joint development of radio communication and radio monitoring technologies].* *Jelektrosvjaz'*, 2018, №11, 68-74. (In Russian)

2 *Oficial'nyj sajt RGP «GRS» [Official website of RSE «RFS»].* – URL: <https://rfs.gov.kz/>

3 Aitmagambetov A.Z., Butuzov Ju.A., Kulakaeva A.E., Saterov N.M. (2015) *Voprosy analiza signalov i opoznavanija peredatchikov pri sputnikovom radiomonitoriinge [Issues of signal analysis and identification of transmitters in satellite radio monitoring].* *Vestnik KazATK, Almaty, №5-6(95), 49-51.* (In Russian)

4 Mit'ko A. V. (2018) *Perspektivy razvitija edinoj infokommunikacionnoj sistemy Arkticheskoj zony Rossijskoj Federacii [Prospects for the development of a unified information and communication system of the Arctic zone of the Russian Federation].* *Trudy CNIIS. Sankt-Peterburgskij filial, T.1, №5, 58-68.* (In Russian)

5 Savel'eva O. A., Savel'ev I. S. (2019) *Perspektivnye nizkoorbital'nye sistemy sputnikovoj svjazi [Prospective low-orbit satellite communication systems].* *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavtiki, T.1, 487-489.* (In Russian)

6 Dempster A. G., & Cetin, E. (2016). *Interference Localization for Satellite Navigation Systems. Proceedings of the IEEE, 104(6), 1318-1326.* [7439734]. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2016.2530814>

7 Report ITU-R SM.2211-2. (06/2018). *Comparison of time-difference-of-arrival and angle-of-arrival methods of signal geolocation. SM Series, Spectrum management.*

8 Zhao L., Yao G. and Mark J.W. *Mobile positioning based on relaying capability of mobile stations in hybrid wireless networks. IEE Proc.-Commun., Vol. 153, No. 5, October 2006.*

9 Ho K. C. and Chan Y. T. *Geolocation of a Known Altitude Object From TDOA and FDOA Measurements, in IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems, 1997, vol. 33, pp. 770–783.*

10 Takeshi Amishimaa) and Nobuhiro Suzuki. *TDOA/FDOA geolocation in space radio monitoring using RLMS and gating. IEICE Communications Express, Vol.8, No.6, 207–212*

11 Yan H., Cao J. K. and Chen L. *Study on location accuracy of dual-satellite, ICSP, pp. 107–110, 2010. DOI:10.1109/ICOSP.2010.5656806*

12 Cao Y et al. *A new iterative algorithm for geolocating a known altitude target using TDOA and FDOA measurements in the presence of satellite location uncertainty, Chin J Aeronaut (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.cja.2015.08.015>.*

13 Kulakayeva A.E., Aitmagambetov A.Z., Butuzov Ju.A., Kozhakhmetova B.A. (2021) *Sposob opredelenija mestopolozhenija istochnikov radioizluchenija s pomoshh'ju nizkoorbital'nogo malogo kosmicheskogo apparata [Method for determining the location of radio emission sources using a low-orbit small spacecraft]. Patent na poleznuju model' №6346 ot 06.04.2021 goda.*

14 Aitmagambetov, A., Butuzov, Y., Tikhvinskiy, V., Kulakayeva, A., Ongenbayeva, Z. Energy budget and methods for determining coordinates for a radiomonitoring system based on a small spacecraft // *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, –2021. – 21(2). – pp. 945–956

15 Levanon, N., Quick position determination using 1 or 2 LEO satellites // *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, –1998. – Vol.34, №3. – pp.736-754

16 Levanon N. Instant active positioning with one LEO satellite // *Navigation*, –1999. – Vol.46, №2. – pp. 87-95.

17 Aitmagambetov A.Z., Kulakayeva A.E., Ongenbaeva Zh.Zh. (2021) *Bir төмен орбиталы шағын ғарыш аппаратының көмегімен радиосәуле тарату көздерінің орналасқан жерін анықтау кезіндегі қателікті бағалау. [Estimation of error when determining the location of radio relay transmission sources using one small low-orbit spacecraft]. Mezhdunarodnaja nauchno-teoreticheskaja konferencija: 30 let nezavisimosti Kazahstana: dostizhenija i perspektivy razvitija nauki i obrazovanija. 26-nojabrja 2021 goda, Karaganda, 2021. (In Kazakh)*

МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ
METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

МРНТИ 27.01.45
УДК 372.851

<https://doi.org/10.51889/3010.2022.32.79.008>

Г.Б. Ахмедиева^{1}, С.М. Сеитова², С.Ш. Егембердиева¹*

¹*М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

²*І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан*

**e-mail: gulnurbekenovna@gmail.com*

ОҚУШЫЛАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫ САУАТТЫЛЫҒЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ – КӘСІБИ ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТІ ЖЕТІЛДІРУДІҢ БІР ЖОЛЫ

Аңдатпа

Зерттеу мәселесі қазіргі заманғы мектептің басты мәселелерінің бірі білікті, құзыретті мамандардың жеткіліксіздігінен туындайды. Сондықтан мақалада жоғарғы оқу орнында педагогтарды даярлау негізінен пәндік білім беру, педагогика мен пәнді оқыту әдістемесінің теориясын қарастырумен шектелетіндігі анықталған. Олай болса, бүгінгі таңда тәжірибе барысын заманауи мектептің қажеттіліктеріне орай бағыттау қажет. Мектеп мұғалімінің кәсіби құзыреттілігін жетілдіру мақсатында олардың біліктілік сәйкестігін анықтау барысы өзгеріп отыр. Мектеп қабырғасындағы білім беру «өмір бойы оқу» концепциясына сай білімдер мен дағдыларды дамытуға бағытталуы қажет екендігі айқын.

Мақалада құзыреттілік, математика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігі ұғымдарына талдау жасап, қазіргі заман талабына сай бәсекеге қабілетті ұрпақ тәрбиелеудің негізгі шарттарын анықталды. Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспарында көрсетілген оқушылардың функционалды сауаттылығын арттыру үшін жолдары қарастырылған. Жұмыс барысында математика, жаратылыстану пәндері мұғалімдері арасында «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» тақырыбында жүргізілген сауалнама нәтижелері талданып, ой-қорытындылар жасалды. Нәтижесінде мұғалімдерге оқушылардың функционалдық сауаттылығын және креативті ойлауын дамытудың тиімді әдіс-тәсілдерін қолдану жолдары анықталды. Эксперимент нәтижелері негізінде дәлелденді.

Түйін сөздер: кәсіби құзыреттілік, педагогтың кәсіби құзыреттілігі, оқу сауаттылығы, ғылыми-жаратылыстану сауаттылық, функционалды сауаттылық, математикалық сауаттылық, механизм, креативті ойлау.

Аннотация

Г.Б. Ахмедиева¹, С.М. Сеитова², С.Ш. Егембердиева¹

¹*Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, г. Тараз, Республика Казахстан*

²*Жетісуский университет имени И.Жансүгурова г.Талдықорған, Республика Казахстан*

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ –ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Одной из главных проблем современных школ является нехватка квалифицированных, грамотных кадров. Подготовка преподавателей высшей школы в основном ограничивается рассмотрением теории предметного образования, педагогики и методики преподавания предмета. Необходимо ориентировать практику требованиям современной школы. Очевидно, что обучение в стенах школ должно быть направлено на развитие знаний и умений в соответствии с концепцией «обучение в течение всей жизни».

Проведен анализ понятий компетентности, профессиональной компетентности учителей математики, определение основных условий воспитания конкурентоспособного поколения в соответствии с современными требованиями. В Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2025 года предусмотрены пути повышения функциональной грамотности школьников. Были проанализированы результаты опроса учителей математики, естественно-научных предметов на тему «Роль профессиональной компетентности в развитии функциональной грамотности школьников». В результате педагогами были определены пути применения эффективных методов и приемов для развития функциональной грамотности и креативного мышления учащихся

Ключевые слова: профессиональная компетентность, профессиональная компетентность учителя, читательская грамотность, естественнонаучная грамотность, функциональная грамотность, математическая грамотность, механизм, творческое мышление.

Abstract

FORMATION OF STUDENTS' FUNCTIONAL LITERACY IS ONE WAY TO INCREASE PROFESSIONAL COMPETENCE

Akhmediyeva G.B.¹, Seitova S.M.², Egemberdieva S.Sh.¹

¹Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

²Zhetisy University named after I.Zhansugurov, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan

One of the main problems of the modern school is the lack of qualified, competent personnel. The article defines that the training of teachers in higher education institutions is mainly limited to considering the theory of subject education, pedagogy and methods of teaching the subject. Today it is necessary to focus the course of practice on the needs of a modern school. In order to improve the professional competence of school teachers, the process of determining their qualification compliance is changing.

The analysis of the concepts of professional competence of mathematics teachers was carried out, and the identification the main conditions for educating a competitive generation in accordance with modern requirements was carried out. The Strategic Development Plan of the Republic of Kazakhstan until 2025 provides for ways to improve the functional literacy. Teachers identified ways to apply effective methods and techniques for developing students' functional literacy and creative thinking.

Keywords: professional competence, professional competence of the teacher, reading literacy, science literacy, functional literacy, mathematical literacy, mechanism, creative thinking.

Кіріспе

Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспарына сәйкес қазақстандық білім берудің қажеттілігін арттыру және дәстүрлі оқу бағдарламасынан функционалды сауаттылыққа, болашақ еңбек нарығында талап етілетін заманауи дағдылар мен құзыреттілігін қалыптастыру көзделген [1].

Бұл жоспарда орта білім беру жүйесіне функционалды сауаттылықты, сыни ойлауды, нақты өмірде білім мен дағдыларды қолдану қабілеттерін қалыптастыруға бағдарланған білім берудің жаңартылған мазмұнын енгізу ұсынылған болатын. Бүгінгі таңда білім берудің жаңартылған мазмұны кезең-кезеңмен оқу процесстеріне енгізілді. Білім беруді жаһандық ортаға интеграциялау бағытында қазақстандық оқушылардың білім деңгейін анықтайтын халықаралық PISA(Programm For International Student Assessment) зерттеулеріне қатысуы осы жоспардың бағыттарының бірі болып саналады.

Стратегиялық даму жоспарының орындалуы нәтижесінде Қазақстан Республикасы 2025 жылға қарай PISA тесті деректері бойынша орта мектеп білімінің сапасын бағалау математикалық сауаттылық бойынша 460-тан 480-ге, оқу сауаттылығы бойынша 427-ден 450-ге, ғылыми жаратылыстану сауаттылығы бойынша 429-дан 456-ға дейін жеткізуді көздеп отыр [1].

Педагогтың кәсіби құзыреттілігі – теориялық білімнің болуы мен қатар оларды нақты педагогикалық жағдайларда қолдана алу тәсілдерін, педагогтық құндылықтар бағдарын, кіріктірілген мәдени көрсеткіштерін(сөйлеу мәдениеті, қатынас стилі, өзіне, өз қызметіне және сыбайлас білім салаларына қатынасы және т.б.) қамтитын көп факторлы құбылыс. Басқаша айтқанда, құзыреттілік деп сәтті педагогикалық қызметті жүзеге асыру қажетті кәсіби және жеке тұлғалық қасиеттердің жиынтығын айтамыз. Педагогикалық қызметті, педагогикалық қатынасты жоғары дәрежеде жүзеге асыра отырып, дамыту мен тәрбиелеу жұмыстарында жоғары нәтижеге тұрақты жететін педагогты кәсіби құзыретті деп айта аламыз [3].

Педагогтың кәсіби құзыреттілік ұғымын келесідей салаларға бөле отырып атап өтуге болады:

Пәндік құзыреттілік:

- Оқытылатын пән облысындағы білімдердің болуы;
- Оқытылатын пән бойынша заманауи зерттеулерде бағыт-бағдарының болуы;
- Пәнді оқыту әдістемесін меңгеруі(оқытудың алуан түрлі әдіс-тәсілдерінде бағдарлана білуі);
- Қазіргі заманғы педагогикалық технологияларды қолдануы.

Психологиялық-педагогикалық құзыреттілік дегеніміз:

- Кең көлемді білім беру мен тәрбиелеу тәсілдерін сәтті шешудің шарттары болып табылатын базалық психологиялық- педагогикалық білім мен біліктерге ие болуы;
- Оқушылардың жеке қабілеттерін анықтай білу және оларды ескере отырып білім беру процессін жүзеге асыра білу;
- Оқушылардың білім мен біліктерінде олқылықтарды анықтау мен оларды жоюдың жеке тәсілдерін жүзеге асыра білу;
- Оқушылармен, әріптестермен және ата-аналармен мақсатқа бағытталған педагогикалық қарым-қатынас орната білуі.

Әдістемелік құзыреттілік:

- Оқу материалын жоспарлау, таңдау, синтездеу және құрастыра алу.
- Сабақтың әр түрлі формаларын ұйымдастыра алу;
- Іс-әрекетке бағытталған оқытуды жүзеге асыра білу, оқушының оқу әрекетін ұйымдастыра алу;
- Оқытудың инновациялық әдістерін қолдана білу;
- Оқытудың денсаулықты сақтау технологияларын кәсіби түрде қолдану;
- Оқушылардың маңызды құзыреттерін қалыптастырудағы педагогикалық техникалар тәсілдерін қолдана білу[4].

Зерттеу әдіснамасы

В.А. Бодровтың Оңтүстік федералды университетінің Педагогикалық институтында жүргізілген анкетаға сәйкес педагогикалық тәжірибеде өткен студенттердің белгілі бір ұғымдарды қайта-қайта түсіндірудің қажеттілігімен, тәртіппен, оқушылар мен олардың ата-аналарымен тіл табысу қажеттілігімен туындайтын мәселелерді шешуге психологиялық дайын еместігін көрсеткен [5].

Педагогикалық жоғары оқу орнындағы құзыретті педагогты қалыптастыру процесі Алтыбаеваның еңбегінде, тұтынушылардың қажеттіліктеріне және талапкердің жоғары оқу орнына құзыреттілікті дайын болу шарттарына негізделеді деп көрсетеді. Кәсіби құзыретті мұғалімді дайындау үдерісі басқарушы және шектеуші факторларға(мемлекеттік стандарт, құзыреттіліктер мен құзыреттілік деңгейлері) және ресурстарға(оқытушылар, әдістемелік, материалды-техникалық қамтамасыздандыру, педагогикалық практика) сүйенеді делінген. Сонымен бірге бұл процесске әсер ететіндігі атап көрсетілген [6].

Сеитова С.М, Сикымбаева М.С., Ибраева С.Н зерттеулерінде мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін оқушылардың функционалды сауаттылығы бағытында дамыту әдістемесін қарастырған. Мұнда оқушылардың функционалдық сауаттылығын жеткілікті деңгейге көтеру үшін, әр пәннің мазмұнына түрлі өмірлік жағдайда әмбебап біліктер мен дағдыларға негізгі құзыреттіліктерді қалыптастыру компонентін енгізу қажет делінген. Математикалық пәндерді оқытуда мәтінді және қолданбалы есептерді ерекше атап өтеді. Авторлар бұл есептерді шешу барысында, математикалық түсініктер қалыптасып қана қоймай, балалардың ойлау қабілеті дамиды және ең бастысы шынайы оқиғаның математикалық моделі салынады деп көрсетеді [7].

Жетісу Университетін математика мамандығын бітірген жас мамандар арасында Гаврилова Е.Н., Сеитова С.М. жүргізген сауалнамасы бойынша жас мамандар бірқатар қиындықтарға тап болады. Осы сауалнама нәтижесі бойынша жаңартылған білім беру бағдарламасы бойынша жұмыс жасау қиындығы, жоғары оқу орнындағы дайындықтың мектептегі білім беру форматына сәйкес келмейтіндігін, осыған орай сабаққа дайындыққа көп уақыт талап етілетіндігі атап өтеді. Авторлардың зерттеулері нәтижесінде болашақ математика мұғалімдерінің дайындығын ұйымдастырудың негізгі тенденцияларын ұсынады:

- «білетін адамнан», яғни білім, білік, дағдылармен қаруланған адамнан «өмірге бейім» адамға, яғни белсенді, шығармашыл ойлайтын, әрекет ететін дами алатын адамға көшу;
- «Өмір бойы оқу» концепциясы, яғни болашақта үздіксіз білім алуға, кей жағдайда қайта даярлықты қажет екендігіне психологиялық тұрғыда дайын болу.

Ерекше атап өтетін тенденция бұл білімнен құзыреттілікке көшу, яғни білімді болумен қатар құзыретті болу, болашақ мамандыққа қажет дағдыларға ие болуға бағытталатын тенденция. Осыған орай функционалды сауаттылықты мектеп қабырғасынан дамыту үшін болашақ математика мұғалімдерін осы бағытта кәсіби құзыретті болу қажеттілігі зор екендігін атап өтуге болады [8]. Сонымен бірге қазіргі заманғы еңбек нарығы көбінесе жоғары оқу орындарында оқытылмайтын мамандықтар бойынша мамандарды қажет етеді. Кейде жұмыс берушілер қызметкерлерге олардың кәсіби даярлығында көзделмеген міндеттерді артады. Әрі қарайғы мансап және жас маманның табыс деңгейі олардың ептілігі мен ұстанымдарына тәуелді. Сондықтан білім беру сапасын әртүрлі деңгейлерде қарастыруға болады: тестілеу және мониторинг арқылы, мазмұны, кәсіпқойлығы, тұжырымдамалық, тұтастығы жұмыс беруші деңгейінде – кәсіби даярлықты субъективті бағалау арқылы анықталады. Бұл болашақ математика мұғалімдеріне де қойылатын талаптардың бірі [9].

Вьетнам мемлекетінде мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігінің негізгі құраушылары төрт көрсеткішке негізделеді: 1-критерий – Оқушылардың математикалық білімдерін әрекеттерге қолдануын қамтамасыз ету. Қажетті негізгі математикалық түсініктер белгілі бір пәнді оқыту математикалық білім алуды көздейді. 2-критерий – Ресми математикалық оқу бағдарламасының мақсаттарын түсіндіру. Оқыту ресурстары және мұғалімдердің оларды сабақ жоспарын дайындау кезінде пайдалануға дайындығы. 3-критерий – Оқушылардың математикалық ойлауын түсіну, әсіресе мұғалімдердің оқушылардың нені түсінетінін, олардың алған білімі мен дағдыларын саралау және болжай алу қабілетіне қатысты. Бұл мұғалімнің оқушылар тарапынан көбіне жіберетін қателіктерін анықтай алуы, оларға әкелетін қадамдарды алдын ала болжай алуы. Осыған сәйкес сабақ барысын жоспарлай алуы. 4-критерий – оқытуды жобалау мұғалімдердің қабілетін айқын көрсетеді. Оқушылардың ой-өрісін дамытатын сабақтарды құру және нақты мысалдарға жауап беру студенттердің ресми оқу бағдарламасы материалдары контекстіндегі ойлауы. Критерийдің мақсаты 4 - педагогтардың даму үшін кәсіби тәжірибесін қалай пайдаланатынына көбірек көңіл бөлу белгілі бір тақырыптар бойынша тиісті нұсқаулық дайындау. Вьетнам мемлекетінде математикалық білім беру бағдарламасының негізгі мақсаты оқушының пәнаралық байланысқа негізделген есептерді математикалық жолмен шығара алу қабілетін ынталандыру болып табылады [10].

Қазіргі таңда мектептегі білім беру жүйесінде оқушылардың табысқа жетуі үшін қажетті білім және дағдылармен қатар, білім беру әдістемелері мен осы білімді балаларға оқыту әдіс-тәсілдері де қайта қарастырылуда. Мектеп математикасында көбіне пәндік білімдер оқылып, алынған білімнің өмірде қолданысы қарастырылмайды. Оқушылардың қоғам өміріне пайдалы қатысуы үшін, ақпаратты дербес бөліп алуға, талдауға, құрылымдауға және тиімді пайдалануға үйрету Қазақстан Республикасында білім беру жүйесін жаңғыртудың жетекші бағыты болып табылады.

Қазіргі қоғамда әлемде болып жатқан өзгерістерге жылдам бейімделетін тұлғалар қажет. Кәсіби біліктіліктің алғышарттары ретінде функционалды сауаттылықтың белгілі бір деңгейде қалыптасуы қажеттілігі бүгінгі күні анықталып отыр. Ендеше математика пәні мұғалімінің кәсіби құзыреттілігін дамытуда тағы бір бағытты атап өтуге болады. Әдістемелік, пәндік, педагогикалық құзыреттілікпен қатар, оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытуға қажетті білімдер мен біліктерді болашақ математика мұғалімдерінің бойында дамыту негізгі бағыттың бірі.

Зерттеу нәтижелері

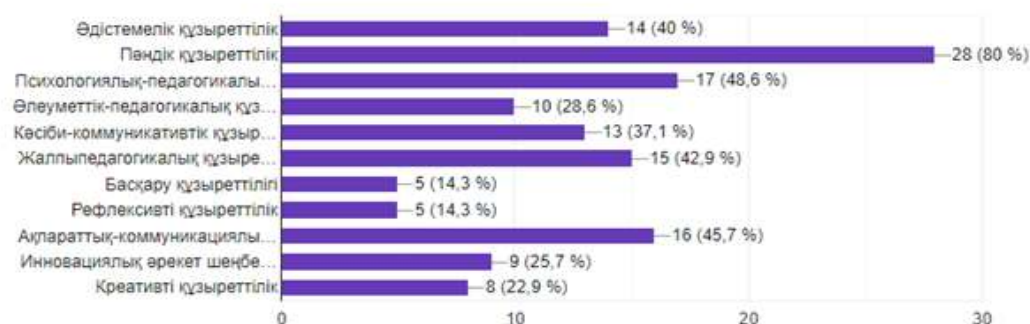
Математика, жаратылыстану ғылымдары пәндері мұғалімдері арасында «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» тақырыбында сауалнама жүргізілді. Респонденттер саны 35. Мұғалімдер көбінесе кәсіби құзыреттіліктің ішінен пәндік құзыреттілікке басымдылық көрсетті (Сурет 1).

Сауалнама нәтижесі көрсеткендей, сауалнамаға қатысушылардың 51,4% оқушылардың нақты білімін өмірде қолдана алуын анықтауды күнделікті формативті бағалаумен байланыстырады. Респонденттердің 28,6%-ы бұл тәуелсіз бағалау арқылы жүзеге асырылады деп көрсеткен (Сурет 2).

Функционалды сауаттылықты бағалайтын PISA, TIMSS нәтижелерін талдай отырып, оқушылармен қандай бағытта, қандай дағдыларды дамыту жұмыстарын жүргізу керек деген сұрақтарға жауап алуға болады. Күнделікті формативті бағалауда да, осы нәтижелер бойынша жұмыс жасалынса, оқушылардың жоғары деңгей дағдылары дамиды.

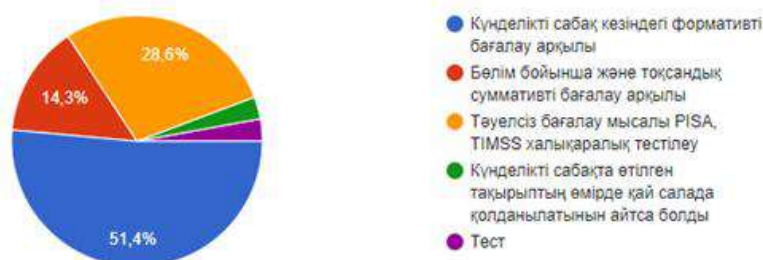
Мұғалімдердің басым бөлігі (54,3%) ұсынылған құзыреттілікті тұлғаның әлеуметтік бейімделуімен, көпсалалы адам қызметіне дайын болу ұғымымен байланыстырады (Сурет 3).

2. Кәсіби құзыреттіліктің негізгі көрсеткіштерін атаңыз(бірнешеуін белгілеуге болады)



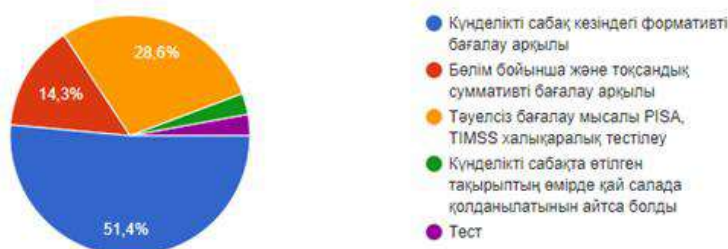
Сурет 1. «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» сауалнамасының нәтижелері. Құзыреттілік көрсеткіштері

3. Оқушылардың нақты білімдерін өмірде қолдана алатындығын анықтау қандай жолмен жүзеге асырылады деп ойлайсыз?



Сурет 2. «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» сауалнамасының нәтижелері. Нақты білімдерді өмірде қолдану жолдарын анықтау

3. Оқушылардың нақты білімдерін өмірде қолдана алатындығын анықтау қандай жолмен жүзеге асырылады деп ойлайсыз?



Сурет 3. «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» сауалнамасының нәтижелері. Құзыреттілік анықтамасы

Респонденттердің жартысынан астамы жоғары оқу орнында математика мұғалімдерін даярлауда пәндік құзыреттілікке ерекше көңіл бөлген жөн деп есептейді (Сурет 4). Екінші орында әдістемелік құзыреттілікті дамытуды жөн деп санаған. Мұғалімдер тарапынан рефлексивті құзыреттілікті дамыту қажеттілігі таңдалмады. Оның себебі рефлексивті құзыреттілік тәжірибе барысында дамытылады деп есептейді немесе тәжірибелі мұғалімдердің өздері бұл аспектіні маңызды деп санамайды.

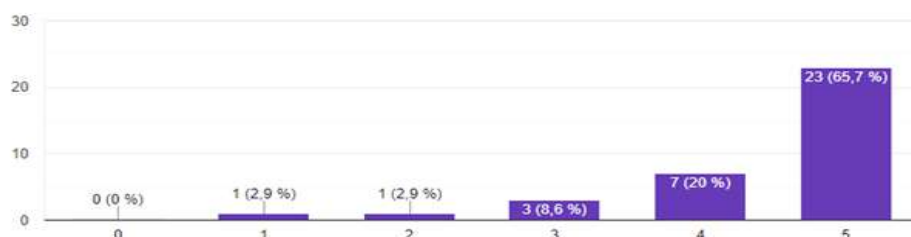
5. Жоғарғы оқу орнында математика мұғалімдерін даярлауда кәсіби құзыреттіліктің қандай аспектілеріне көңіл бөлген жөн?



Сурет 4. «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» сауалнамасының нәтижелері. Құзыреттілік аспектілері

Функционалды сауаттылықты бағалау көрсеткіштері ретінде PISA тестілеу жүйесін мұғалімдер жоғары бағалайды (Сурет 5).

6. PISA Халықаралық тестілеу көрсеткіштерін арттыру үшін оқушылардың функционалды сауаттылығын арттыру маңызды ма (5- өте маңызды, 0- маңызды емес)?

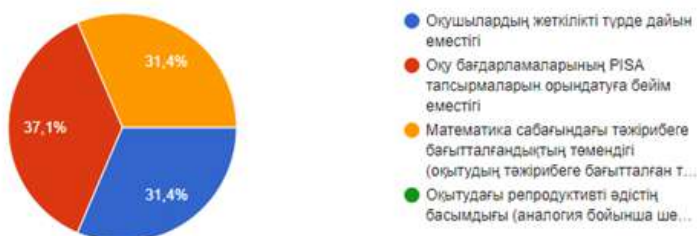


Сурет 5. «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» сауалнамасының нәтижелері. Функционалды сауаттылықты анықтауда PISA маңыздылығы

Сауалнаманың келесі бөлігі PISA халықаралық бағалау жүйесі жайында мұғалімдердің пікірін анықтауға бағытталды. 2018 жылғы PISA көрсеткіштерінің төмен болуы себептері жайында мұғалімдердің пікірі теңдей көлемде келесілерге тоқталды:

- 37,1% оқу бағдарламаларының PISA тапсырмаларын орындауға бейім еместігі;
- 31,4% оқушылардың жеткіліксіз дайындығы;
- 31,4% математика сабақтарының тәжірибеге бағытталмағандығы (Сурет 6).

7. 2018 жылғы PISA көрсеткіштерінің төмен болуының себебі неде деп ойлайсыз?



Сурет 6. «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» сауалнамасының нәтижелері. PISA көрсеткіштерінің төмен болу себептері

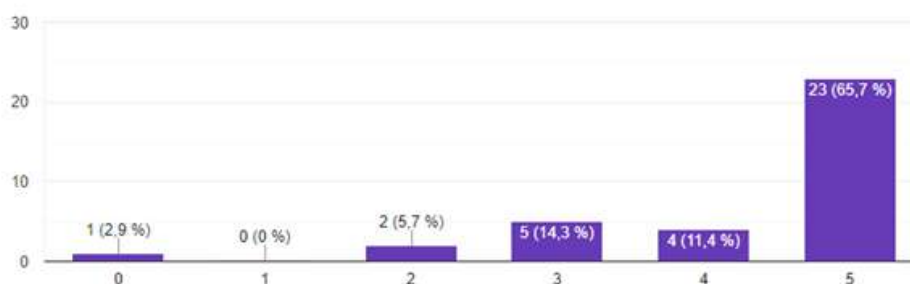
Аталған себептердің алғашқы екеуі мұғалімнің өз тәжірибесін сыни тұрғыдан, рефлексивті ой толғау тұрғысынан талдаудың жеткіліксіздігін көрсетсе, математика сабақтарының тәжірибеге бағытталмауы себебін таңдаған респонденттерде өзіндік сын тұрғысынан талдайтындығын көрсетеді.

Талқылау

Сауалнаманың қорытындысы респонденттердің көпшілігі PISA көрсеткіштерін арттыруда функционалды сауаттылықты арттырудың қажеттілігін атап өтті. Сонымен бірге, олар жоғарғы оқу орындарында мұғалімдерді даярлауда оқушылардың функционалды сауаттылығын арттыру бағытында кәсіби құзыреттілікті дамыту жөн деп санайды (Сурет 7).

TIMSS-99 зерттеуіне қатысқан Түркия мектептері оқушыларының жауаптарын салыстыра келе, мектептер арасындағы айырмашылықтар зерттелген. 8 сынып оқушыларының нәтижесі бойынша және сыныптағы факторлар құрылымы (оқушыға бағытталған әрекет, мұғалімге бағытталған әрекет, жаңа технологияларға көзқарас) мектептерді екі топқа бөле отырып қарастырған. Зерттеу нәтижесі бойынша Түркияның оқу бағдарламалары оқушыларға бағытталған боп өзгертілгендіктен оқушылар өз білімдерін өмірде қолданулары жақсарады деген қорытынды жасалған[11].

9. Болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби даярлығын оқушылардың функционалды сауаттылықтарын дамыту бағытында ұйымдастыру маңыздылығын бағалаңыз (5- өте маңызды, 0-маңызды емес).



Сурет 7 - «Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытудағы кәсіби құзыреттіліктің рөлі» сауалнамасының нәтижелері. Функционалды сауаттылық пен кәсіби құзыреттілік

Р. М. Асланов, А.В. Синчуков еңбегінде осындай құзіреттілікті дамытуға негізделген тәсілмен «Дифференциалды және және дербес туындылы теңдеулер» пәнін жүргізу құрылымы көрсетілген. А.Г. Мордковичтің математика мұғалімдерін кәсіби даярлауының алты принципі мен кәсіби құзыреттілік арасындағы байланысты аталған пәннің мысалында сипаттайды. Бұл ғалымдар, фундаменталдылық принципі бойынша оқытудың өмірмен және пәнаралық байланысын қарастыру қажеттігін көрсеткен. Бұл принцип бойынша оқыту студенттердің дифференциалды теңдеулер теориясына абстрақтылы көзқарасын өзгертуге көмектеседі делінген, сонымен бірге бинарлылық принципі бойынша проблемалық жағдай туғыза отырып, ғылыми-математикалық бағыт пен әдістемелік бағытты қатар алып жүру ұсынылған [12].

Д.Б. Тойбазаров, С.М. Сеитова, М.Т. Тажиев еңбегінде болашақ математика мұғалімдерін кәсіби дайындаудың әдістемесін кез келген қолданбалы есептің математикалық модельдеу арқылы жүзеге асырылатыны көрсетілген және болашақ математика мұғалімдерінде қолданбалы есептерді құрастыру және шешу қабілеттерін қалыптастыру жолдары берілген [13]. Осы жұмыста қарастырылған мұғалімдердің дағдыларын қалыптастыру моделін функционалды сауаттылықты дамыту бағытында кәсіби құзыреттілікті арттыру процесінде қолдануға болады.

Аталған авторлардың зерттеулерімен бірге сауалнама нәтижелері жоғары оқу орындарында болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттіліктерін математикалық білімдерін күнделікті өмірде қолданысын қарастыра отырып, функционалды сауаттылықты арттыру бағытында дамыту қажеттілігі айқындалды.

Қорытынды

Қарастырылған зерттеу жұмысының өзектілігі – «Кәсіби құзыреттілік», «Педагогтың кәсіби құзыреттілігі» ұғымдарының психологиялық-педагогикалық аспектілерін анықтай отырып, функционалды сауаттылықты қалыптастырудың қажеттілігі мен бағыттарының айқындалуында. Оқушылардың функционалды сауаттылығын қалыптастыру - кәсіби құзыреттілікті жетілдірудің бір жолы ретінде толық қарастырылып, оның жолдары анықталды.

Сауалнама нәтижесінде төмендегідей қорытынды жасау болды:

- мұғалімдер тарапынан өз тәжірибесін, сыни тұрғыдан ой елегінен өткізе отырып, рефлексивті талдауын жүргізу көп жағдайларда орындала бермейді;
- оқу сауаттылығы, математикалық сауаттылық, жаратылыстану сауаттылығын арттыратын тапсырмаларды орындаудың талдауы мен бағалауын жүргізілмейтіндігі;
- қолданбалы мазмұнды тапсырмаларды функционалды сауаттылықты дамытуға арналған тапсырмалар ретінде қолдану аз екендігі анықталды.

Осы принципті басшылыққа ала отырып, оқушылардың функционалды сауаттылығын дамыту бағытында студенттердің болашақ мамандығына қажетті құзыреттіліктерін меңгертуге болады. Бұл бағытта 2020-2021 оқу жылында Тараз қаласындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінде жүргізілген «Математикалық, ғылыми-жаратылыстану және оқу сауаттылығы тапсырмаларын құрастыру механизмі» мектепшілік курсы математика мамандығындағы білімгерлерге бейімдеп өткізуге болады.

Бұл курстың негізгі міндеттері келесідей:

1. Оқушылардың функционалды сауаттылығын және креативті ойлауын дамытудың тиімді әдіс-тәсілдерін қолдануға үйрету;
2. Оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытуға бағытталған тапсырмаларды эзирлеу жолдарын үйрету;
3. Оқушылардың математикалық және оқу сауаттылығын, жаратылыстану сауаттылығын, шығармашылық ойлауын дамытуға арналған тапсырмаларды пайдалана отырып, оқу процесін жобалау дағдыларын жетілдіру.

Білімгерлерге бұл курсты жүргізу барысында аталған міндеттерге PISA бағалау жүйесі жөнінде, функционалды сауаттылықтың құраушылары: оқу, ғылыми-жаратылыстану және математикалық сауаттылықтар жөнінде жалпы бұл зерттеудің маңызы жөнінде түсінік қалыптастыру да кіретінін ескерген жөн.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2017 жылғы 30 қарашадағы №799 Қаулысы. Источник: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1700000799> [дата обращения 23.06.2022]
- 2 Гудкова Е.В. Основы профориентации и профессионального консультирования: Учебное пособие/ Под ред. Е.Л. Солдатовой. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.85 с.
- 3 Удалова А.Н., Борисова Е.Н. Профессиональная компетентность педагога, источник: <https://www.informio.ru/publications/id3158/Professionalnaja-kompetentnost-pedagoga> [Дата обращения 21.06.2022]
- 4 Тлеубердиев Б.М., Рысбаева Г.А., Медетбекова Н.Н. Профессиональная компетентность педагога // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 10 (часть 1) – С.
- 5 Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности. Учебное пособие для вузов – М. ПЕРСЭ, 2001 – 511 с
- 6 М.А.Алтыбаева Профессионально-педагогическая компетентность учителя как условие повышения качества образования. Источник: <https://bces-conference-books.org/onewebmedia/2015.2.048-054.Altybaeva.pdf> [Дата обращения 26.05.2022]
- 7 Сеитова С.М., Сиқымбаева М.С., Ибраева С.Н Мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін оқушылардың функционалды сауаттылығын қалыптастыру бағытында дамыту әдістемесі, «Қазақстанның ғылымы мен өмірі» Халықаралық ғылымижурнал № 1 (74) 2019. С.-313-316
- 8 Гаврилова Е.Н., Сеитова С.М., Современные требования подготовки будущих учителей как специалистов, Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Педагогические науки», №3 (63), 2019. С.-102-106.
- 9 K.Zabiyeva, S.M. Seitova, Y. S. Andasbayev, R. Tasbolatova, S.N. Ibraeva, (2021) Methodology for using web technologies to develop the intellectual abilities of future mathematics teachers, Thinking Skills and Creativity 41 100904, Elsevier
- 10 Nam, P.S.; Tuong, H.A.; Weinhandl, R.; Lavicza, Z. Mathematics Teachers' Professional Competence Component Model and Practices in Teaching the Linear Functional Concept—An Experimental Study. Mathematics 2022, 10, 4007. <https://doi.org/10.3390/math10214007>

11. «Variation among schools on classroom practices in science based on TIMSS-1999 in Turkey, *Journal of research in science teaching*, 2007

12 Асланов Р.М., Синчуков А.В., Компетентностный подход в подготовке учителя математики, *Ярославский педагогический вестник № 1–2010. С.-132-134.*

13 D.B. Toibazarov, S.M. Seitova, R. Tasbolatova, Zh. A. Omarov, S.N. Ibrayeva, (2021) *The role of applied problems in the training of future mathematics teachers in the 21st century, Thinking Skills and Creativity 42 100945, Elsevier*

References:

1 Qazaqstan Respublikasy Ükmetiniñ 2017 jylǵy 30 qaraşadaǵy №799 Qaulysy [Resolution No. 799 of the Government of the Republic of Kazakhstan dated November 30, 2017] (in Kazakh)

2 Gudkova E.V. (2004) *Osnovy proforientacii i professional'nogo konsul'tirovaniya: Uchebnoe posobie [Fundamentals of professional orientation and professional consulting: Study guide]. Cheljabinsk: Izd-vo JuUrGU, 85 (in Russian)*

3 Udalova A.N., Borisova E.N. *Professional'najakompetentnost' pedagoga, [The professional competence of the teacher] <https://www.informio.ru/publications/id3158/Professionalnaja-kompetentnost-pedagoga> (in Russian)*

4 Tleuberdiev B.M., Rysbaeva G.A., Medetbekova N.N. (2013) *Professional' najakompetentnost' pedagoga // Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. [Professional competence of a teacher] International Journal of Experimental Education 47-50 (in Russian)*

5 Bodrov V.A. (2001) *Psihologija professional'noj prigodnosti. Uchebnoe posobie dlja vuzov [Psychology of professional suitability. Textbook for universities]— М.. PER SJe, – 511 s – (Sovremennoe obrazovanie) (in Russian)*

6 M.A. Altybaeva *Professional'no-pedagogičeskaja kompetentnost' učitelja kak uslovie povyšeniya kachestva obrazovaniya. [Professional and pedagogical competence of a teacher as a condition for improving the quality of education] <https://bces-conference-books.org/onewebmedia/2015.2.048-054.Altybaeva.pdf> (in Russian)*

7 Seitova S.M, Siqymbaeva M.S., İbraeva S.N (2019) *Müǵalimderdiñ käsibi qūzyrettılıǵın oquşylardıñ funksionaldyq sauattylyǵyn qalyptastyru baǵytynda damytu ädistemesi, «Qazaqstannyñ ǵylymy men ömiri» [Methodology of development of professional competence of teachers in the direction of formation of functional literacy of students] № 1 (74) (in Kazakh)*

8 Gavrilova E.N., Seitova S.M., (2019) *Sovremennye trebovaniya podgotovki budushhih uchitelej kak specialistov [Modern requirements for the training of future teachers as specialists], Vestnik KazNPU im. Abaja, serija «Pedagogičeskie nauki», №3 (63), (in Russian)*

9 K.Zabiyeva, S.M. Seitova, Y. S. Andasbayev, R. Tasbolatova, S.N. İbraeva, (2021) *Methodology for using web technologies to develop the intellectual abilities of future mathematics teachers, Thinking Skills and Creativity 41 100904, Elsevier (in Russian)*

10 Nam, P.S.; Tuong, H.A.; Weinhandl, R.; Lavicza, Z. *Mathematics Teachers' Professional Competence Component Model and Practices in Teaching the Linear Functional Concept—An Experimental Study. Mathematics 2022, 10, 4007. <https://doi.org/10.3390/math10214007>*

11. «Variation among schools on classroom practices in science based on TIMSS-1999 in Turkey, *Journal of research in science teaching*, 2007

12 R.M. Aslanov, A. V. Sinchukov, (2010) *Kompetentnostnyj podhod v podgotovke učitelja matematiki [Competency-Based Approach in Mathematics Teacher Training], Jaroslavskij pedagogičeskij vestnik № 1– (in Russian). (in Russian)*

13 D.B. Toibazarov, S.M. Seitova, R. Tasbolatova, Zh. A. Omarov, S.N. Ibrayeva, (2021) *The role of applied problems in the training of future mathematics teachers in the 21st century, Thinking Skills and Creativity 42 100945, Elsevier.*

УДК 517 (519)
МРНТИ 27.31.17

<https://doi.org/10.51889/2511.2022.57.40.009>

П.Б. Бейсебай^{1*}, Г.Х. Мұхамедиев²

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., Қазақстан

²С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Өскемен қ., Қазақстан
*e-mail: beisebai@mail.ru

САНДЫҚ ҚАТАР ЖӘНЕ ОНЫҢ ЖИНАҚТЫЛЫҒЫ ҰҒЫМДАРЫН ЕНГІЗУДІҢ БІР ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Ұсынылған жұмыста жоғары оқу орнының оқытушыларына «Сандық қатар және оның жинақтылығы» тақырыбын білім алушыларға баяндаудың бір әдісі ұсынылған. Жоғары оқу орындары студенттерінің оқу үрдісінде қолдануға арналған «Математикалық анализ» және «Жоғары математика» пәні бойынша оқулықтардың көпшілігінде сандар қатарының анықтамасы «Сандық қатар деп сан тізбегінің мүшелерінің шексіз қосындысын айтамыз» немесе «Сандық қатар деп сан тізбегінің мүшелерінен құрылған өрнекті айтамыз» деген білім алушы үшін сандық қатардың мағынасы неде екені ашылмаған түрлерде беріледі.

Ұсынылып отырған мақалада тақырыпты баяндауды, алдымен білім алушыға, әзірше тек бірнеше сан үшін ғана тән қосынды ұғымын сан тізбегіне дейін жалғастыру мәселесі мен оны шешу жолын талдаудан бастап, сонан соң сандық қатар ұғымын мүшелерін қосындылау тұрғысынан қарастырылатын сан тізбегі ретінде енгізіп және оның қосылғыштар деп аталмай, сандық қатар деп не себепті аталуына тоқталу реттілігімен баяндау жолы ұсынылады. Авторлар әдістемені, тақырыпты осылайша бірізді сипаттау желісімен баяндау, тақырыптың материалдарының толық меңгеруілінуіне зор ықпалын тигізеді деген оймен ұсынады.

Түйін сөздер: сандық қатар, қатардың қосындысы, қатардың жинақтылығы және жинақсыздығы, дербес қосынды, сандық тізбек.

Аннотация

П.Б. Бейсебай¹, Г.Х. Мұхамедиев²

¹Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г.Астана, Казахстан

²Восточно-Казахстанский государственный университет им. С.Аманжолова, г.Усть-Каменогорск, Казахстан
ОБ ОДНОЙ МЕТОДИКЕ ВВЕДЕНИЯ ПОНЯТИЙ ЧИСЛОВОГО РЯДА И ЕГО СХОДИМОСТИ

В представленной работе предлагается преподавателям высших учебных заведений одна методика изложения темы «Числовой ряд и его сходимость». В большинстве учебников по математическому анализу и высшей математике, предназначенных для студентов высших учебных заведений, зачастую определение числового ряда приводится в следующих формулировках: «Числовым рядом называется бесконечная сумма чисел числовой последовательности» или «Числовым рядом называется выражение составленная из чисел числовой последовательности», из которых не понятен смысл числового ряда.

В статье изложение темы предлагается начинать с исследования проблемы о продолжении понятия суммы чисел, присущего, пока только для нескольких чисел, до чисел заданной последовательности и путей ее решения. Затем, предлагается введение понятия числового ряда, как числовой последовательности, рассматриваемой с позиции суммирования ее чисел с разъяснением, почему числа последовательности не названы слагаемыми, как в случае суммирования нескольких чисел. Авторы полагают, что изложение темы в такой последовательности, полностью раскрывает суть темы.

Ключевые слова: числовой ряд, сумма ряда, сходимость и расходимость ряда, частичная сумма ряда, числовая последовательность.

Abstract

ON A METHOD FOR INTRODUCING THE CONCEPTS OF A NUMERICAL SERIES AND ITS CONVERGENCE

Beisebay P.B.¹, Mukhamediev G.H.²

¹S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Kazakhstan

²S. Amanzholov East Kazakhstan State University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

In the presented work, teachers of higher educational institutions are offered one method of presenting the topic "Number series and its convergence". In most textbooks on mathematical analysis and higher mathematics intended for students of higher educational institutions, the definition of a number series is often given in the following formulations:

“A number series is an infinite sum of numbers in a number sequence” or “A number series is an expression made up of numbers in a number sequence”, from who do not understand the meaning of the number series.

In the article, the presentation of the topic is proposed to begin with a study of the problem of extending the concept of the sum of numbers, inherent, so far, only for several numbers, to the numbers of a given sequence and ways to solve it. Then, it is proposed to introduce the concept of a number series, as a number sequence, considered from the position of summing its numbers with an explanation why the numbers of the sequence are not called terms, as in the case of summing several numbers. The authors believe that the presentation of the topic in this sequence fully reveals the essence of the topic.

Keywords: numerical series, sum of a series, convergence and divergence of a series, partial sum of a series, numerical sequence.

Кіріспе

Қатарлар теориясы математиканың, физиканың және жаратылыстану ғылымдарының барлық дерлік салаларында қолданылуы қатарлар теориясының аталған мамандықтар бойынша мамандар даярлаудағы зор маңызын көрсетеді. Қатарлар теориясы «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» ұғымдарын енгізуден басталатындықтан, бұл ұғымдар қатарлар теориясының іргелі ұғымдары болып табылады. Сол себепті «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» ұғымдарын енгізудің білімгерлерге мейлінше жетімді түрде баяндалуы маңызды мәселелердің бірі болып танылады. Өкінішке орай, жоғары оқу орындарына арналған оқулықтар мен оқу құралдарында аталған ұғымдар білімгерлерге жетімді болатындай енгізілген деп айта алмаймыз.

Оларда сандық қатар ұғымы, негізінен, «Сандық қатар деп

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots, \quad a_n = f(n), n \in N$$

сандық тізбегінің сандарынан құрылған

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$$

өрнегін айтамыз» [1]-[8] немесе «Сандық қатар деп

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots, \quad a_n = f(n), n \in N$$

сандық тізбегінің сандарының $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ шексіз қосындысын айтамыз» [9]-[12] деген анықтамалармен енгізіледі.

Сандық қатардың «Сандық қатар деп $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ өрнегін айтамыз» деп берілген анықтамасына тоқталсақ, ол, « x санының үш дәрежесі деп x^3 өрнегін айтамыз» деп берілген, санның үш дәрежесі дегеннің мағынасы неде екені түсініксіз анықтама тәрізді, $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ өрнегінің мағынасы неде екені ашылмаған мағынасыз анықтама болады.

Сандық қатардың «Сандық қатар деп

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots, \quad a_n = f(n), n \in N \quad (1)$$

сандық тізбегінің сандарының

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$$

шексіз қосындысын айтамыз» деп берілген анықтамасына келер болсақ, білім алушыға, әзірше «қосынды» ұғымы бірнеше санға ғана тән ұғым болғандықтан, « $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ - шексіз қосынды» дегеннің мағынасы жоқ. «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» тақырыбының мақсатының өзі - сандық тізбектің (белгілі бір ретпен қарастырылатын сандардың шексіз жиынтығының) сандарының қосындысы ұғымын енгізу. Сол себепті сандық қатардың «Сандық қатар деп $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ шексіз қосындысын айтамыз» деп берілген анықтамасы да білім алушы үшін мағынасы беймәлім анықтама болады.

Тақырыптың өзектілігі. «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» қатарлар теориясының іргелі (фундаментальды), пропедевтикалық рөл атқаратын негізгі ұғымдары. Қатарлар теориясын игеруде «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» ұғымдарын дұрыс, түсінікті, яғни тиімді етіп енгізудің, білімгерлерді сандық қатарды жинақтылыққа зерттеуге үйретудің, келешекте математиканың, физиканың, экономиканың және жаратылыстану ғылымдарының көптеген есептерін шешуде кеңінен қолданылатын «Математикалық талдау» мен «Дифференциалдық теңдеулер» тақырыптарын игеруге мүмкіндік беретіндігі, тақырыптың өзектілігін көрсетеді.

Ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты: Жоғары оқу орындарының оқытушыларына “Сандық қатар” және “Сандық қатар жинақтылығы” тақырыбын жоғарыда аталған мағынасы білімгер үшін түсініксіз, шұбалаңқы тұжырымдарды жібермей, білімгерге мейлінші ұғынықты түрде баяндаудың әдістемесін ұсыну.

Зерттеу әдістері

Оқу үдерісіндегі ең басты мәселе – білімгердің ақпаратты дұрыс қабылдауы, түсінуі (интерпретациялауы) және дұрыс пайдалануы. Олай болса, «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» ұғымдарын енізудегі басты мәселе – бұл ұғымдардың неліктен енгізіліп отырғандығы және олардың не үшін қажет екендігі жайлы ақпаратты білімгерлердің білуін, түсінуін және дұрыс қолдануын қамтамасыз ету.

Осы орайдағы басты мәселе - «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» ұғымдарын игеруді, білімгерлер қиналмай шеше алатын мысалдар қарастыру және осы мысалдар нәтижелерін жалпылау негізінде іске асыру.

Ең алдымен «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» тақырыбында қандай мәселе қарастырылатына тоқталамыз. Білімгерлерге, әзірше, тек екі немесе бірнеше санға ғана тән сандар қосындысы ұғымын белгілі бір ретпен қарастырылатын сандардың шексіз жиынтығына дейін жалғастыру, яғни сан тізбегінің сандарының қосындысы ұғымын енгізу мәселесі қарастырылады.

Мәселенің түйіні неде екені білімгерлерге түсінікті болу үшін, оларға екі немесе бірнеше сандарды қосындылау теориясына қысқаша шолу жүргізіп аламыз.

Қосынды ұғымы - жиынның екі немесе бірнеше элементтері үшін енгізілген ұғым және ол, алдымен, екі элемент үшін анықталады:

Анықтама 1. Берілген жиынның a_1 және a_2 элементтерінің қосындысы деп осы екі элементке қосу ережесі (заңы) бойынша сәйкестікке қойылған берілген жиынның элементі аталады.

a_1 және a_2 элементтерінің қосындысы яғни, осы екі элементке қосу ережесі бойынша сәйкестікке қойылған элемент, $a_1 + a_2$ түрінде белгіленіп, a_1 және a_2 элементтері $a_1 + a_2$ қосындысының қосылғыштары деп аталады.

Әрине, бұл анықтаманың мағынасы тек қосу ережесі деп қандай ереже аталатынын білетін білімгер үшін ғана түсінікті болады. Сондықтан қосу ережесі дегеніміз қандай ереже екеніне тоқтала кеткен жөн болады.

Анықтама 2. Қосу ережесі деп:

1) $f(a_1, a_2) = f(a_2, a_1)$;

2) $f(f(a_1, a_2), a_3) = f(a_1, f(a_2, a_3))$;

3) кез келген a элементі үшін $f(a, 0) = a$ теңдігі орынды болатын жалғыз 0 элементі бар болады.

0 – нөлдік элемент деп аталады;

4) әрбір a элементі үшін $f(a, -a) = 0$ болатын a элементіне қарама қарсы жалғыз a элементі бар болатын шарттарын қанағаттандыратын f ережесі аталады.

Екі элементтің қосындысының анықтамасы бойынша, егер f – қосу ережесі болса, онда $f(a_1, a_2)$ элементі $a_1 + a_2$ қосындысы болады:

$$f(a_1, a_2) = a_1 + a_2$$

Қосу ережесінің көрнекі мысалы ретінде геометриялық векторлар жиынына

$$f(\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{BC}) = \overrightarrow{AC} \quad \text{және} \quad f(\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{O}) = f(\overrightarrow{O}, \overrightarrow{AB}) = \overrightarrow{AB}$$

теңдіктерімен енгізілген үшбұрыштар ережесін келтіре кеткен жөн болар еді.

Сонан соң қосу ережесінің нақты сандар жиынына енгізілуіне тоқталамыз.

Қосу ережесінің алдымен бүтін сандар жиынына енгізілетінін еске салып, оның бұл жиынға қалай енгізілгендігін

$$2+3, \quad -2+(-3), \quad -2+3, \quad 2+(-3)$$

қосындыларын есептеу ережелерін еске түсіре отырып көрсетеміз.

Сонан кейін, осы бүтін сандарды қосу ережесін негізге ала отырып, қосу ережесін нақты сандар жиынына дейін жалғастыру үдерісіне, мысалдар келтіре отырып, қысқаша шолу жасаймыз.

Ары қарай, әзірге тек екі санға тән қосынды ұғымының үш немесе одан да көп бірнеше сандарға қалай енгізілгендігіне тоқталамыз.

Мысал үшін 2, 3, 4 сандарының қосындысының қалай табылатынына тоқталсақ, бұл қосынды қосу ережесін, алдымен, 2 мен 3 сандарына қолдана отырып $2+3=5$ қосындысын тауып алып, сонан соң қосу ережесін 5 қосындысы мен 4 санына қолдану арқылы алынған $5+4=9$ саны, яғни қосу ережесін біртіндеп екі рет қолдану нәтижесінде алынған $(2+3)+4$ саны болатынын аламыз. Бұл мысалдан, жалпы алғанда, үш a_1, a_2, a_3 сандарының қосындысы ретінде a_1, a_2, a_3 сандарына *біртіндеп қосу ережесі* бойынша сәйкестікке қойылған $(a_1 + a_2) + a_3$ санының қабылданатындығын көреміз.

Бұл қосынды $a_1 + a_2 + a_3$ түрінде белгіленеді:

$$a_1 + a_2 + a_3 = (a_1 + a_2) + a_3.$$

a_1, a_2, a_3 сандары $a_1 + a_2 + a_3$ қосындысының қосылғыштары деп аталады.

Осы арада a_1, a_2, a_3 сандарының жай ғана «қосылғыштар» деп емес, «қосындының қосылғыштары» деп аталатынына білімгердің назарын аудару керек.

Бірнеше санның қосындысы ұғымы да осылайша анықталады.

Анықтама 3. $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ($n=3, 4, \dots$) сандарының қосындысы деп осы сандарға *біртіндеп қосу ережесі* бойынша (қосу ережесін біртіндеп $n-1$ рет қолдану арқылы) сәйкестікке қойылған

$$(\dots((a_1 + a_2) + a_3) + \dots + a_{n-1}) + a_n$$

санын айтамыз.

Бұл қосынды $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ түрінде белгіленеді:

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = (\dots((a_1 + a_2) + a_3) + \dots + a_{n-1}) + a_n,$$

мұндағы $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ сандары $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$ қосындысының қосылғыштары деп аталады.

Екі және бірнеше сандардың қосындылары ұғымы осылайша енгізілген болатын.

«Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» тақырыбында қосынды ұғымын, бірнеше сандармен ғана шектелмей,

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$$

сандық тізбегі үшін (белгілі бір ретпен қарастырылатын сандардың шексіз жиынтығы үшін) енгізу, яғни сандар тізбегіне *біртіндеп қосу ережесі* бойынша бір санды сәйкестікке қою мәселесі қарастырылады.

Біртіндеп қосу ережесінің сан тізбегіне қолданылуының оның бірнеше санға қолданылуынан айырмашылығы неде екенін қарастырамыз.

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ бірнеше сандарына біртіндеп қосу үдерісінде

$$S_2 = a_1 + a_2, \quad S_3 = S_2 + a_3, \quad S_n = S_{n-1} + a_n$$

қосындылары есептелінеді де, нәтижесінде алынған қосындылардың

$$S_2, S_3, \dots, S_n$$

шектеулі тізбегінің соңғы S_n қосындысы $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ тізбегіне біртіндеп қосу ережесі бойынша сәйкестікке қойылған сан ретінде алынады.

Ал біртіндеп қосу ережесін (1) сандық тізбегіне қолданатын болсақ, қосындылар тізбегі

$$S_2, S_3, \dots, S_n, \dots$$

шектеусіз тізбек болады да, шектеусіз тізбекте соңғы мүше болмайтындықтан, қосындылар тізбегінің соңғы қосындысын сәйкестікке қоямыз деген сөздің мағынасы болмайды. Сол себепті тізбекке біртіндеп қосу ережесі бойынша бір санды сәйкестікке қою – әзірше шешілмеген мәселе болып шығады. Тақырып мәселесінің түйіні осында.

Бұл мәселені шешудің жолын мысалмен қарастырайық.

Мысал үшін $a_n = \frac{9}{10^n}$, $n \in N$ жалпы мүшесімен берілген

$$\frac{9}{10}, \frac{9}{10^2}, \frac{9}{10^3}, \dots, \frac{9}{10^n}, \dots \quad (2)$$

тізбегін алайық.

Осы тізбекке қолданылған біртіндеп қосу үдерісі

$$S_n = 1 - \frac{1}{10^n}, \quad n = 2, 3, \dots$$

жалпы мүшесімен берілетін

$$1 - \frac{1}{10^2}, 1 - \frac{1}{10^3}, \dots, 1 - \frac{1}{10^n}, \dots$$

қосындылар тізбегімен сипатталады.

Ал қосындылардың бұл тізбегі, яғни (2) тізбегінің сандарын біртіндеп қосу үдерісі 1 санына жинақталады:

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = 1.$$

Осы 1 санын берілген (2) сандық тізбегіне біртіндеп қосу ережесі бойынша сәйкестікке қойылған сан ретінде, яғни (2) тізбегінің сандарының қосындысы ретінде аламыз. Аталған қосындыны

$$\frac{9}{10} + \frac{9}{10^2} + \frac{9}{10^3} + \dots + \frac{9}{10^n} + \dots$$

түрінде белгілейміз:

$$\frac{9}{10} + \frac{9}{10^2} + \frac{9}{10^3} + \dots + \frac{9}{10^n} + \dots = 1.$$

Осы мысал негізінде

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$$

тізбегіне біртіндеп қосу ережесі бойынша сәйкестікке қойылатын сан жөнінде келесі ұйғарымға келеміз:

(1) тізбегіне біртіндеп қосу ережесі бойынша сәйкестікке қойылатын сан ретінде, яғни (1) тізбегінің мүшелерінің қосындысы ретінде

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) = S$$

санын аламыз да, бұл қосындыны $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ түрінде белгілейміз:

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots = \lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) = S.$$

Әрине, бұл ұғым тек жинақты, яғни шегі бар және ақырлы болатын (шегі сан болатын) тізбектерге ғана тән ұғым болады, бірақ $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ шегі кез келген тізбек үшін бар және ақырлы бола бермейді (

$\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ шегі жоқ немесе шексіздікке тең болатын сандық тізбектер де болады).

Мысалы, $a_n = (-1)^n$, $n \in N$ жалпы мүшесімен берілген

$$-1, 1, -1, 1, \dots$$

сандық тізбегі үшін

$$S_n = \begin{cases} 0, & \text{егер } n \text{ жұп болса} \\ -1, & \text{егер } n \text{ тақ болса} \end{cases}$$

болады да, $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ шегі жоқ болады. Олай болса біртіндеп қосу ережесі $a_n = (-1)^n$, $n \in N$ тізбегіне ешбір санды сәйкестікке қоймайды, яғни біртіндеп қосу тұрғысынан бұл тізбектің сандарының қосындысы болмайды (біртіндеп қосу тұрғысынан берілген тізбек қосындыланбайтын тізбек болады).

Сол сияқты, $a_n = 2n$, $n \in N$ жалпы мүшесімен берілген

$$2, 4, 6, \dots, 2n, \dots$$

сандық тізбегі үшін

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{2 + 2n}{2} n = \lim_{n \rightarrow +\infty} (1 + n)n = +\infty$$

болатындықтан, біртіндеп қосу тұрғысынан бұл тізбек те қосындыланбайтын тізбек болады.

Сонымен біз біртіндеп қосу ережесі тұрғысынан сан тізбектерін екі түрге бөлдік:

– қосындыланатын (қосындысы бар), яғни $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ шегі сан болатын тізбектер:

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots = \lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = S;$$

– қосындыланбайтын (қосындысы жоқ), яғни $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ шегі шексіздікке тең немесе жоқ болатын тізбектер.

Енді жоғарыда айтылғандарды, келтірілген ұғымдарға арнайы атаулар беріп және тиісті белгілеулер енгізіп, тізбектей баяндаудың сұлбасын келтірейік.

Зерттеу нәтижелері

«Сандық қатар және оның жинақтылығы» тақырыбында берілген

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots, a_n = f(n), n \in N(1)$$

тізбегін қосындылау, яғни осы тізбекке біртіндеп қосу ережесі бойынша бір санды сәйкестікке қою мәселесі қарастырылады.

Жоғарыда айтылғандарды, келтірілген ұғымдарға арнайы атаулар мен тиісті белгілеулер енгізе отырып, тізбектей баяндаудың сұлбасын келтірейік.

Біріншіден, осы тұрғыдан қарастырылатын сан тізбегіне арнайы атау берейік.

Бірнеше санға бұл сандар қандай болмасын, қосу ережесі бір санды сәйкестікке қоятындықтан, олардың қосындысы міндетті түрде бар болады да, бірнеше сандар осы қосындының қосылғыштары болады, яғни, біртіндеп қосу тұрғысынан қарастырылатын кез келген бірнеше санды, қосылғыштар деп атай аламыз.

Ал сандық тізбектің қосындысы міндетті түрде бар болады деп айта алмаймыз, сондықтан тізбектің мүшелерін қандай да бір қосындының қосылғыштары деп атай алмаймыз.

Сан тізбегінің (1) түрінде жазылуын бір қатарға жазылған сандар деп те қарастыруға болатындықтан, біртіндеп қосу тұрғысынан қарастырылатын сан тізбегін *сандық қатар* деп атаймыз.

Сонымен, біз келесі анықтамаға келеміз:

Анықтама 4. *Сандық қатар* деп мүшелерін біртіндеп қосу тұрғысынан қарастырылатын сан тізбегі аталады.

Сандық тізбектің (1) түріндегі жазылуындағы « \dots » («үтір») белгісінің ешқандай математикалық рөлі жоқ, ол тек тізбекті көрнекі (визуальді) қабылдағанда осы тізбектің мүшелерін бір-бірінен ажыратушы ретінде қойылған. Сондықтан, біртіндеп қосу тұрғысынан қарастырылатын (1) сан тізбегін, яғни (1) сандық қатарын, тізбектегі үтір белгісінің орнына, тізбектің қосу амалымен байланысты қарастырылатын тізбек екенін мегзеп тұратын « $+$ » («плюс») белгісімен ажыратып жазғанда пайда болатын

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots \quad (3)$$

өрнегімен белгілейміз.

(3) сандық қатары қысқаша $\sum_{n=1}^{+\infty} a_n$ түрінде белгіленеді.

Ескерту. Әзірге тізбектің мүшелерінің қосындысы ұғымы енгізілген жоқ, сондықтан (3) өрнегі қосынды емес, яғни « $+$ » таңбасы қосу белгісі емес, ол сандарды бір-бірінен ажыратушы рөлін атқаратын таңба.

Жоғарыда айтылғандай, (3) сандық қатарына қолданылатын біртіндеп қосу үдерісі

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n, \quad n = 2, 3, \dots$$

жалпы мүшесімен берілетін қосындылар тізбегімен сипатталады.

Анықтама 5. $S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$ қосындысы (3) қатарының алғашқы n мүшесінің немесе n – ші дербес қосындысы деп аталады.

Анықтама 6. Егер $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ бар және ақырлы, яғни $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = S$ сан болса, онда (3) сандық қатары жинақты (қосындысы бар, біртіндеп қосу тұрғысынан қосындыланатын) қатар деп аталады да, S шегі осы (3) қатарының қосындысы деп аталады.

Жинақты қатардың қосындысы

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots \text{ немесе } \sum_{n=1}^{+\infty} a_n \quad (4)$$

түрлерінде белгіленеді:

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots = S \text{ немесе } \sum_{n=1}^{+\infty} a_n = S. \quad (5)$$

Ескерту. Жинақты қатардың өзі де және оның қосындысы да бір

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$$

өрнегімен белгіленіп тұр:

(4) жазылымындағы $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ өрнегі – сандық қатардың, яғни мүшелерін біртіндеп қосу тұрғысынан қарастырылатын сандық тізбектің белгілеуі болса, (5) жазылуындағы тура осы $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ өрнегі – жинақты қатардың қосындысының, яғни $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ санының белгілеуі болады.

Ескерту. $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ сандық қатарының біртіндеп қосу тұрғысынан қарастырылған $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ сан тізбегі болғанымен, « $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ сандық қатары жинақты» дегеніміз бен « $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ тізбегі жинақты» дегеніміз әртүрлі ұйғарымдар болады: сандық қатардың жинақтылығының анықтамасынан, «сандық қатар жинақты» дегенді - $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ сан тізбегінің емес, осы сан тізбегінің дербес қосындыларының $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n, \dots$ тізбегі, яғни біртіндеп қосу үдерісі жинақты деп түсіну керек екені шығады.

Анықтама 7. Егер $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n$ шегі шексіздікке тең немесе жоқ болса, онда (4) қатары жинақсыз немесе біртіндеп қосу тұрғысынан қосындыланбайтын қатар деп аталады.

Ескерту. $\lim_{n \rightarrow +\infty} S_n = \infty$ жағдайында, шартты түрде, $\sum_{n=1}^{+\infty} a_n = \infty$ деп те айта береміз (∞ - сан емес).

Талқылау

Жұмыста ұсынылған әдістеме желісінде Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің энергетикалық факультетінің бірінші курс студенттеріне «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» тақырыбында ашық дәріс өткізілді. Ашық сабақ «Жоғары математика» кафедрасының әдістемелік семинарында талқыланып, тақырыпты баяндаудың сабақта келтірілген баяндау әдістемесін жоғары оқу орындарының оқытушыларына тақырыпты білімгерге мейлінші ұғынықты болатындай етіп баяндаудың әдістемесі ретінде ұсынуға болады деген қортынды жасалды.

Қорытынды

Аталған мақала білім алушыларға «Сандық қатар және оның жинақтылығы» тақырыбын баяндау тек бірнеше сандарға тән қосынды ұғымын сан тізбегі үшін енгізу мәселесі мен оны шешудің жолдарын талдап, сондай-ақ сандық қатар ұғымын мүшелерін қосындылау тұрғысынан қарастырылатын сан тізбегі енгізіліп және оның атауын сандық қатар деп атап, оның осылай аталу себебінің реттілігін көрсетіп, негіздеп және авторлар тарапынан оларды тізбектей баяндау жолы ұсынылды.

Халық даналығы - «Әр нәрсенің өз орны, уақыты және шегі бар» дейді. «Математикалық талдау» пәнін оқыту барысында, «Сандық қатар» және «Сандық қатар жинақтылығы» ұғымдарын енгізудің ұсынылып отырған, көрсетілген әдістемесі, оқыту үрдісіндегі келтірілген даналықты түсініп қана қоймай, сонымен бірге оны басшылыққа алудың жарқын көрінісі.

Әдістеме пәнді оқыту барысында пәндік материалдардың түсініктілігін жоғарылатумен, бірізділігін қалыптастырумен бірге, оқытушы мен білімгерлер, білімгер мен басқа білімгерлер арасында әріптестік қатынас орнатып, топ мүшелері арасында сыйластық, бірлік деңгейін жоғарылатады. Бұл әдістемені кез келген ұғымды енгізу барысында өзгеріссіз пайдалануға болады.

Ұсынылып отырған әдістеменің тиімділігі де осында.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Сағынтаев С., Сағынтаева С.С. Жоғары математика. Оқулық. – Алматы: АЭЖБҮ, 2020, – 609 б. ISBN 978-601-329-164-2
2. Грачев Д.А. Числовые ряды и бесконечные произведения в вопросах и задачах. Учебное пособие. – МГУ имени М.В. Ломоносова, 2018. –60 с.
3. Горбунова Н.Ю., Платонова Н.Н. Ряды. Учебное пособие. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017 – 156 с. ISBN 978-5-94279-352-4
4. Абдиманпова П.Б. Математика. Оқу құралы. – Алматы: АТУ РББ, 2019.-174 б. ISBN 978-601-263-503-4
5. Жәутіков О.А. Математикалық анализ курсы. Оқулық. – Алматы: «Экономик» баспасы, 2014. – 832 б.
6. Базарбекова А.А., Базарбеков А.Б. Жоғары математика: Оқулық – Алматы: «Евро» баспасы, 2017. – 368 б.

7. Ибрашев Х.И., Еркәулов Ш.Т. Математикалық анализ курсы. Оқулық / ҚЗ жоғары оқу орындарының қауымдастығы. Алматы: «Экономика» баспасы. ЖШС, 2014. Т II. – 252 б.
8. Тоқбергенов Ж.Б. Жоғары математиканың қысқаша курсы техникалық және технологиялық мамандықтарының студенттеріне арналған оқулық - Алматы: «Отан» ЖҚ, 2014. – 373 б.
9. Гребенчиков Ю., Седых И., Шевелев А. Математика. Учебник и практикум для СПО: МОСКВА. Юрайт. 2016.- 443 с.
10. Ақжігітов Е.Ә. Экономистерге арналған математика. 2-бөлім. Оқулық. – Астана: С.Сейфуллин атындағы ҚАТУ, 2018, – 260 б. ISBN 978-9965-874-32-6
11. Чумакова С.В. Математическое моделирование и математический анализ. Краткий курс ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2017. – 46 с.
12. Қасымов Е.Ә., Қасымов Қ.Ә. Жоғары математика курсы (Математикалық анализ). Оқулық. 2 – бөлім. – Алматы, «Экономика» баспасы. 2014, - 386 б.

References:

1. Sagyntaev S., Sagyntaeva S.S. (2020) Zhogary matematika [Higher mathematics]. Okulyk. Almaty: AJezhBU, 609. ISBN 978-601-329-164-2. (In Kazakh)
2. Grachev D.A. (2018) Chislovye rjady i beskonechnye proizvedeniya v voprosah i zadachah [Number series and infinite products in questions and problems]. Uchebnoe posobie. MGU imeni M.V. Lomonosova, 6. (In Russian)
3. Gorbunova N.Ju., Platonova N.N. (2017) Rjady [Rows]. Uchebnoe posobie. Perm': IPC «Prokrost#», 156. ISBN 978-5-94279-352-4 (In Russian)
4. Abdimanapova P.B. (2019) Matematika. Oku kuraly. Almaty: ATU RBB, 174. ISBN 978-601-263-503-4 (In Kazakh)
5. Zhautikov O.A. (2014) Matematikalыk analiz kursy [Mathematical analysis course]. Okulyk. Almaty: «Jekonomik» baspasy, 832. (In Kazakh)
6. Bazarbekova A.A., Bazarbekov A.B. (2017) Zhogary matematika [Higher mathematics]: Okulyk. Almaty: «Evro» baspasy, 368. (In Kazakh)
7. Ibrashev H.I., Erkgıylov Sh.T. (2014) Matematikalыk analiz kursy [Mathematical analysis course]. Okulyk. KZ zhokary oku oryndarynyń kauymdastygy. Almaty: «Jekonomika» baspasy. ZhShS, T II. 252. (In Kazakh)
8. Тоқбергенов Ж.Б. (2014) Zhogary matematikanыń kыsqasha kursy tehnikalыk zhane tehnologialыk mamandyqtarynyń studentterine arналған оқулық [A short course of higher mathematics is a textbook for students of technical and technological specialties]. Almaty: «Otan» ZhK, 373. (In Kazakh)
9. Grebenshnikov Ju., Sedyh I., Shevelev A. (2016) Matematika [Matematika]. Uchebnik i praktikum dlja SPO: MOSKVA. Jurajt. 443. (In Russian)
10. Ақжігітов Е.Ә. (2018) Jekonomisterge арналған математика. 2-бөлім [Mathematics for Economists. Part 2.]. Okulyk. Astana: S.Seyfullin atyndazy ҚАТУ, 260. ISBN 978-9965-874-32-6. (In Kazakh)
11. Chumakova S.V. (2017) Matematicheskoe modelirovanie i matematicheskij analiz [Mathematical modeling and mathematical analysis]. Kratkij kurs FGOU VPO «Saratovskij GAU». Saratov, 46. (In Russian)
12. Қасымов Е.Ә., Қасымов Қ.Ә. (386) Zhogary matematika kursy (Matematikalыk analiz) [Advanced Mathematics Course (Mathematical Analysis)]. Okulyk. 2-bolim. Almaty, «Jekonomika» baspasy. 386. (In Kazakh)

А.Б. Биргебаев¹, А.М. Сахабаева^{1*}

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: arai_mishon@mail.ru

ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОРЛАРДЫҢ БӨЛІКТЕНУІ МӘСЕЛЕЛЕРІН ОҚЫТУДЫҢ ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСЫ МЕН БАҒЫТТАРЫ

Аңдатпа

Пәнаралық байланыс ғылыми ұғымдарды тиімді түрде қалыптастыруды және оқып үйренетін теорияны терең түсінуді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар ол ғылымды интеграциялауға, білімнің әртүрлі салаларының арасындағы байланысты дамытуға, пәндердің ғылым жүйесіндегі орнын анықтауға септігін тигізеді. Табиғаттанудың көптеген есептері дифференциалдық теңдеулерге келтірілетіні белгілі. Оны шешуде дифференциалдық операторлардың бөліктенуі мәселелерін қолдана отырып математикалық біліктілікті, дағдыны, интуицияны бір сөзбен айтқанда, математикалық мәдениетті игеруге болады. Әлемтануды тәрбиелеуде математикалық ұғымдарды басқа ғылымдарда нәтижелі қолдануды көрсету маңызды орын алады. Математикалық модельдеудің яғни дифференциалдық теңдеудің құндылығы оның ұғымдарын формулаларын, әдістерін, алгоритмдерін механиктер мен физиктерді қоспағанда инженер-техниктер, химиктер, биологтар, экономистер және басқа да ғылым өкілдері пайдалануы мүмкін. Қазіргі таңда математикалық модельдеу кез келген ғылымның әдіснамасының жаңа универсалды компоненті ретінде байқалуда.

Түйін сөздер: жалпыланған функция, бөліктену, дифференциалдық оператор, кәсіби дайындық, іскерліктер, дағдылар, математикалық модель, үй тапсырмасы.

Аннотация

А.Б. Биргебаев¹, А.М. Сахабаева¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ СВЯЗИ И НАПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ ЗАДАЧ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Межпредметная связь обеспечивает эффективное формирование научных понятий и глубокое понимание изучаемой теории. Он также способствует интеграции науки, развитию связей между различными отраслями знаний, определению места дисциплин в системе науки. Известно, что многие задачи натурализации сводятся к дифференциальным уравнениям. Одним словом, математическую культуру можно овладеть математической квалификацией, умением, интуицией, используя при ее решении задачи делимости дифференциальных операторов. В воспитании мировосприятия важное место занимает демонстрация продуктивного использования математических понятий в других науках. Ценность математического моделирования т. е. дифференциального уравнения состоит в том, что его понятия, формулы, методы, алгоритмы могут быть использованы инженерами-техниками, химиками, биологами, экономистами и представителями других наук, не считая механиков и физиков. В настоящее время математическое моделирование рассматривается как новый универсальный компонент методологии любой науки.

Ключевые слова: обобщенная функция, делимость, дифференциальный оператор, профессиональная подготовка, умения, навыки, математическая модель, домашнее задание

Abstract

INTERDISCIPLINARY RELATIONS AND DIRECTIONS OF LEARNING PROBLEMS OF DIFFERENTIAL OPERATORS

Birgebaev A.B.¹, Sakhabaeva A.M.¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Interdisciplinary communication provides effective formation of scientific concepts and a deep understanding of the theory being studied. It also promotes the integration of science, the development of links between different branches of knowledge, and the determination of the place of disciplines in the system of science. It is known that many naturalization problems are reduced to differential equations. In a word, mathematical culture can be mastered by mathematical qualification, skill, intuition, using the problem of differentiation of differential operators in its solution. The demonstration of the productive use of mathematical concepts in other sciences occupies an important place in the

education of world perception. The value of mathematical modeling, i.e. differential equation, is that its concepts, formulas, methods, algorithms can be used by technical engineers, chemists, biologists, economists and representatives of other sciences, with the exception of mechanics and physicists. Currently, mathematical modeling is considered as a new universal component of the methodology of any science.

Keywords: generalized function, separability, differential operator, professional training, skills, mathematical model, homework

Кіріспе

Педагогика саласында әртүрлі оқу пәндерінің мазмұнындағы мүмкін болатын объектілік байланыстарды сипаттайтын пәнаралық байланыстарға көп көңіл бөлінетіні белгілі. Бұл мәселе көптеген ойшылдардың зерттеулерінде орын алды. «...Өзара байланыста болатын барлық білім сол байланыста оқытылуы керек...» дейді Я.А Коменский өзінің «Ұлы дидактика» кітабында. Пәнаралық байланыстарға И.Ф.Гербарт, А. Дистервег, Д. Локк, В.Ф. Одоевский, И.Г. Песталоцци, К.Д. Ушинский және басқалар үлкен назар аударды [1].

Материалдық дүниенің бірлігі мен өзара байланысын айқындауда ғылыми дүниетанымның барлық компоненттері - табиғатты, қоғамдық өмірді, адами сананы диалектикалық тұрғыдан тану өзара органикалық тығыз байланыста. Сондықтан студенттердің санасында диалектикалық танымның толық жүйесін қалыптастыратын пәнаралық байланыс орнату маңызды. Өзіндік жұмыс түрлерін орындату арқылы ой-өрістерін кеңейту, шығармашылық тапсырмалар арқылы сөйлеу дағдыларын қалыптастырады. Бұл зерттеліп отырған құбылысты, әртүрлі пәндер әртүрлі көзқараспен сипатталатындықтан, оны жан-жақты өзара байланыстыра отырып зерттеуге жәрдем береді. Пәнаралық байланыс ғылыми ұғымдарды тиімді түрде қалыптастыруды және оқып үйренетін теорияны терең түсінуді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар ол ғылымды интеграциялауға, білімнің әртүрлі салаларының арасындағы байланысты дамытуға, пәндердің ғылым жүйесіндегі орнын анықтауға септігін тигізеді. Адам санасында әртүрлі ғылыми танымның байланыстары оның ойлау қабілетін және білімін қалыптастырады. Білімді қалыптастыру білім алудың сатыларына сәйкес қарапайымнан күрделенуге ұласады.

Қазіргі кездегі математика ғылымының мақсат-міндеттері мен ғылыми кеңістікте алатын орны және математика ғылымының қарастыратын мәселелерінің бастысы—пәнаралық байланыс тақырыбы қарастырылады. Қазіргі жағдайда математикалық біліммен және оның өзіндік әдіс-тәсілдері қоғам мүшелерінің жалпы мәдениеттілігінің элементі, тіпті мамандықтың қандай да болсын саласы үшін қажетті дайындық болады. Математика сабақтары балалардың ғылыми көзқарасының негіздерін қалыптастыруға, олар басқа қырларын шыңдай түсуге, оқуға және қоғамдық пайдалы еңбекке баулуға, жалпы алғанда адамзат қоғамдағы жоғарғы ізгі игіліктерді игеру және қорғау қасиеттерін тәрбиелеуге септігін тигізеді.

Талқылау

Пәнаралық байланыс – білім алу мен біліктіліктің тиімділігін жоғарылататын құрал немесе дидактикалық шарттар ғана емес оқу үдерісі барысындағы студенттер тәрбиесі жолындағы кешенді әдісінің жалпы педагогикалық құралы. Пәнаралық байланысты дұрыс жүзеге асыру үшін оқу жоспарлары мен бағдарламалардың, барлық оқу-тәрбие үдерісінің арасындағы өзара үйлесімділігі, әр пән табиғат құбылыстарын өздерінің принциптік әдістемелік көзқарасын сақтай отырып зерттеу жүргізуін ескере отырып жүзеге асуы тиіс. Пәнаралық байланыстың негізі қарастырылатын объектілерді әртүрлі пәндер бойынша мақсаттары мен мазмұны, өзара тиімділігі, оқу материалдарын оқып үйрену деңгейі ескерілген оқу жоспарлары мен бағдарламаларын жасау болып табылады.

Пәнаралық байланыс - оқытудың қазіргі кезеңдегі ең көп қолданылатын үрдістерінің бірі. Ол пәндер арасындағы заңды байланыстылықты реттейді, студенттердің алған білімдерінің бір-бірімен сабақтастығын бір жүйеге келтіреді. Пәнаралық байланыс студенттердің меңгерген білімін кешенді түрде пайдалана білуге жол ашады. Пәнаралық байланыс арқылы студенттердің танымдық қызығушылығымен қатар мазмұндық, іс-әрекеттік, ұйымдастырушылық – әдістемелік, практикалық өндірістік т.б. қызметтерде жан – жақты белсенділік көрсетуі күшейеді. Пәнаралық байланыс ең алдымен студенттердің сабаққа қызығушылығын арттырудың себебіне айналады. Студенттердің іс - әрекетке танымдық, кәсіптік дербестігін пәнаралық байланыстар негізінде дамыту жеке тұлғаның дүниетанымдық, құндылық бағдарын қалыптастырумен өзара тығыз байланыста өтеді.

Пәнаралық байланыстың алдына қоятын мақсаты сан алуан. Бірі пәнаралық байланыс бойынша білімнің теориялық негізін күшейтуді көздесе, екіншісі, пәнаралық байланыс арқылы студенттердің дүниетанымын қалыптастыруды, үшіншісі осы мәселе негізінде студенттердің практикалық дағдылары мен шеберліктерін дамытуды тағы басқа сол сияқты түрлі мақсаттарды көздейді. Сонымен қатар, пәнаралық байланыс арқылы студенттердің оқу-танымдық қызметі мен оқытушының оқыту қызметінің өзара байланысын күшейту мәселесі де қарастырылуы мүмкін.

Нәтижесінде барлық пәндер жиынтығы табиғат туралы жалпы көзқарасты қалыптастырады. Сонымен қатар бұл жерде зерттеліп отырған құбылыстардың арасындағы байланыс әр пәннің ішкі логикалық жүйесін сақтай отырып жасалады. Пәнаралық байланыс әлеуметтік-педагогикалық, методикалық, дидактикалық психологиялық аспектілерде қарастырылады. Пәнаралық баланыстардың көптеген ұғымдары бар. Кейбіреулер оны оқу үдерісін жетілдірудің дидактикалық шарты деп ал басқа біреулер оқу-тәрбие үдерісінде жүзеге асқаннан кейін білімді жүйеге келтіруге, жалпылауға және түсінікті етуге ықпал ететін оқу пәндерінің мазмұндық элементтері деп біледі. Кейбір педагогтар пәнаралық байланысты қарастырғанда негізінен байланыстың үш негізгі типін бөліп атайды: мазмұнды-ақпараттық, операциялық-қызметтік және ұйымдастыру-әдістемелік.

Пәнаралық байланыстар бар сабақ, кешенді семинар, зертханалық жұмыстар, дәріс сабақтары және т.б. Пәнаралық мазмұнды сабақтардың келесі түрлері бар: сабақ-дәріс, сабақ-семинар, конференция-сабақ, кеңес-сабақ және т.б.

Мазмұнды-ақпараттық байланыс білімнің мазмұны негізінде құрылып нақты, ұғымдық, теориялық, идеологиялық болып бірнеше бөлімдерге бөлінеді.

Операциялық-қызметтік байланыс нақтылық, танымдық, бағалы-бағдарлық бөлімдерге бөлінеді.

Ұйымдық-методикалық байланыс генетикалық, құрылымдық, хронологиялық бөлімдерге бөлінеді. Көп жағдайда пәнаралық байланыс хронологиялық критери бойынша классификацияланады. Нақты айтқанда болған, болып жатқан, болатын байланыстар қарастырылады. Мысалы математикалық анализ бен дифференциалдық теңдеулердің арасындағы байланысты алғашқы екеуіне, арнайы және мамандық пәндері (физика, механика) байланысын үшіншісіне жатқызуға болады. Дифференциалдық теңдеулерді оқыту кезінде басқа да пәнаралық байланыстарды ашуға болады. Мысал ретінде оқып білудің жалпылама негізіндегі және іс-әрекеттік әдістердің байланысы (инженерлік-техникалық, химия-биологиялық, ақпараттық есептеу және де басқа есептерді шешу).

Пәнаралық байланыс – мамандық бағытындағы оқытудың құрамдас бөлімі. Мамандық бағыты оқу үдерісінде жалпы пәндердің, мамандану пәндері мен арнайы пәндердің арасындағы байланыс арқылы жүзеге асады. Әрине бұл жерде ішкі пәнаралық, логикалық байланыстың орнығуы (пәндердің мазмұнының орнымен берілуі) біртіндеп жалпылауға көшу және материалды тереңдету, теорияның дамуы және практикалық есептерге пайдаланылу болашағы қалыптасқан жағдайда ғана мақсатқа жетуге болады.

Әлемтануды тәрбиелеуде математикалық ұғымдарды басқа ғылымдарда нәтижелі қолдануды көрсету маңызды орын алады. Математикалық модельдеудің яғни дифференциалдық теңдеудің құндылығы оның ұғымдарын формулаларын, әдістерін, алгоритмдерін механиктер мен физиктерді қоспағанда инженер-техниктер, химиктер, биологтар, экономистер және басқа да ғылым өкілдері пайдалануы мүмкін.

Қосалқы пәндерден алған білімді пайдалануды қажет ететін немесе дидактикалық мақсатта басқа пәндерді оқытуға пайдаланылатын есептер пәнаралық байланысты құрайтын есептер деп аталады. Табиғаттанудың көптеген есептері дифференциалдық теңдеулерге келтірілетіні белгілі. Оны шешуде дифференциалдық операторлардың бөліктенуі [2-5] мәселелерін қолдана отырып математикалық біліктілікті, дағдыны, интуицияны бір сөзбен айтқанда математикалық мәдениетті игеруге болады.

Математиканың пәнаралық байланысы мәселесін зерттеуде Г.А. Бокарева, А.Г. Головенко, В.А. Гусев, Н.Т. Донченко, Т.А. Иванова, Р.П. Исаева, Р.А. Исаков, В.Н. Келбакиани, О.Е. Кириченко, Я.М. Котляр, Т.Н. Миракова, А.Г. Мордкович, Р.П. Петрова, Л.А. Пржевальская, Г.И. Саранцев, А.А. Столяр, Ф.Н. Федорова, Ю.Ф. Фоминых, Г.Г. Хамов, Н.В. Чхеидзе және басқалар айтарлықтай үлес қосты [6-8].

Аталған авторлар білім беру кезіндегі студенттердің ғылыми әлемтануын және жалпы мәдениетін қалыптастыруда оқытудың қолданбалы бағыты болып табылатын басты ұстанымдарының бірі оқыту мен күнделікті өмірдің байланысының, теория мен практиканың байланысының жүзеге асуы ерекше орын алады. Қолданбалы есептерді оқу үдерісіне пайдалану негізгі ғылымдарды түсінуге ғана емес,

ғылыми танымның әдістерін үйренуге жол ашады. Қолданбалы есептерді шығару – дидактиканың негізгі ұстанымдарының бірі болып табылатын ғылымилық ұстанымының жүзеге асуының қажетті шарты. Қолданбалы есептерді шығару арқылы студенттердің ғылымның дәлелденген тұжырымдарын пайдалануға үйрету және ғылыми зерттеу жұмыстарына икемділігін дамыту және бұрын оқып үйренген оқу материалдары негізінде білімнің жаңа деңгейіне ұмтылуын қалыптастыруға болады. Қолданбалы есептерді шығару үдерісі маңызды-маңызды танымдық компоненттерді қамтиды әрі нақты ақиқатты танудың ғылыми әдістері туралы дұрыс мағлұмат береді. Сонымен қатар оқу мен ғылыми әдістердің арасындағы диалектикалық байланыстарды анықтап, зерттеліп отырған үдерістің ішкі заңдылықтарын анықтайды. Математика әдістерінің көмегімен ақиқатты анықтау мәселесі зерттеліп отырған құбылыстарды тереңірек түсінуге жәрдем беретін математикалық модельдер жасауға тіреледі. Математикалық анализ XVIII ғасырдан бастап қолданбалы математикаға ене бастап, тез арада оның негізгі зерттеу құралдарының біріне айналды. Математикалық анализдің дамуының қажетті шарттарының бірі Р.Декарт негізін салған аналитикалық геометрия болды. Одан әрі математикалық анализ іштей дамып, жаңа математикалық зерттеу аппаратына айналып, қолдану аясы кеңейе түсті. Ең бірінші жаңа екпінмен дамыған механика үшін дифференциалдық және интегралдық есептеулермен қоса дифференциалдық теңдеулер көптен күткен әдістер болды. Дифференциалдық теңдеулерді құру үшін, барлық құбылыстар туралы ақпараттарды білмей ақ, зерттеліп отырған құбылыстың жалпы локальдық байланыстарын білу жеткілікті. Бұл қойылып отырған есептерді шешуді жеңілдетеді. Көп жағдайларда өзара байланысты құбылыстар туралы ақпараттар, соған сүйеніп математикалық модельдер жасалатын, локальдық мәліметтердің ішінде болады. Соның нәтижесінде дифференциалдық теңдеулерді шешу арқылы құбылыстардың бүтіндей алғанда сапалық және сандық сипатын қорытындылап, болашақ дамуын болжауға болады. Сонымен бірге жоғарыдағы авторлар білім беруде оқу пәндерінің өзара байланыстарын көрсетудің объективті қажеттілігін негіздеген; пәнаралық байланыстың дүниетанымдық функциясы атап көрсетіліп, білім алушының ақыл – ой дамуындағы рөлін анықтаған сол сияқты, олардың білім жүйесіндегі бүтіндікті қалыптастыруға оң әсерлерін анықтаған.

Олардың зерттеу жұмыстарындағы талданған математиканың басқа пәндермен пәнаралық байланыс аспектілері, білім беруде қолданбалы математиканы түсіну және білім алу мен оны бекітуде басқа оқу пәндерінен жинақталған білімді пайдалануға бағдарланған. А.А.Столяр математиканың практикамен пәнаралық байланысын тікелей қолданбалы зерттеулермен айқындалған басқа жаратылыстану ғылымдары арқылы жинақталатынына басты назар аударады. Математиканың практикамен маңызды байланыстары әртүрлі физикалық құбылыстарды, үдерістерді зерттеуге жәрдем беретін математикалық модельдеудің көмегімен жүзеге асады.

Н.И. Чхеидзе, Р.П.Исаева пәнаралық байланыстарды жүзеге асыруды қолданбалы есептер мен жаттығулардың оңтайлы жүйелерін құру арқылы жүзеге асыру деп келтіреді.

Ф.И. Федорованың зерттеулерінде білім берудің кәсіптік - қолданбалы бағытын жүзеге асыру жолдары және әдістемелік шарттары математиканы техникалық жоғары оқу орындарында оқытуда және оның басқа пәндермен байланысы, Фурье қатарлары «Фурье интегралдары» тақырыбы бойынша түйінделген.

Ф.И. Федорованың зерттеу жұмысының барысында білім берудің қолданбалы бағыттағы жүзеге асуы тиімді жүргізілетіні: оқу материалдары студенттің ойлау жүйесін дамытуға ынталандырып, математиканы кәсіптік жетілудің құралы ретінде түйсінуден; ұқсас белгілі теориялардың құрылымын білу мен дағдыны жалпылауды тұжырымдаудан; жеке теориялардың базалық тірек жиынтықтарын бөліп алу дағдылары болуынан; оқып үйренетін үдерістердің ұқсастық қасиеттерін және оларды сипаттайтын әдістерді байқай білу тәжірибесі болуынан; білім берудің барлық буынында өзіндік жұмыстарды ұйымдастыру тәсіліне дифференциалды–деңгейліктің сақталуынан; білімді тереңдетуге ұмтылудың кез келген түрі қолдау табуынан; оның ішінде рефераттар, баяндамалар, студенттік конференцияларға қатысу және т.б. бар; студенттер мен оқытушылардың қатынастары өзара сыйластыққа негізделуінен тәуелді болатыны көрсетілген. Р.П. Исаеваның жұмысында жоғары математикада семинарлық жұмыстардың мазмұны мен құрылымы білім алушының білімін қалыптастырудың ерекше қызметі ретінде, қолданбалы есептерді шешуді білу мен дағдысы техникалық арнаулы жоғары оқу орындарында студенттердің математикалық және кәсіптік дайындығын күшейтудің әдісі ретінде ұсынылған.

Р.П. Петрованың зерттеулері техникалық жоғары оқу орындарында студенттердің жалпы білім беретін пәндер математика, физика және т.б. пәндер бойынша ғылыми ұғымдарды қалыптастыру кезіндегі пәнаралық байланыстарды жүзеге асыру формаларын жүйелеуге бағытталған.

Зерттеу әдістерінің, оқу үдерісінде бір-бірін толықтыруды жаратылыстану және математика ғылымдарына тән, әсіресе оның ішінде дифференциалдық теңдеулерді шешуде студенттердің білімін көтеріп, жүйелілігін қамтамасыз етуге мүмкіндік ашатын дифференциалдық операторлардың бөліктенуі мәселелері үшін ерекше орын алады. Курсты оқытуда пәнаралық байланысты біртіндеп енгізу осы курс бойынша физикалық және басқа да құбылыстармен үдерістер үшін жалпы ұғымдарды қалыптастыруды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, жаратылыстанудың әр түрлі пәндері бойынша студенттердің жалпылама білім жинауын қамтамасыз етуге едәуір ықпал жасап, ұғымдарды қалыптастыруда бір бағыттағы көзқарас қалыптасады. Курсты оқыту барысында әр түрлі пәндер саласынан мәліметтер алынып, сол арқылы пәнаралық байланыс білім ретінде көрініс береді.

Я.М.Котляр мына мәселеге назар аударады: «...Математикалық әдістерді игеру негізінде оны қолдану дағдысын дамыту мен қолдануда ең тиімді нәтижеге жету, математиканың әр бөлімдерін оқып үйрену негізінде тек қарапайым мысалдарды шешумен шектелмей, болашақ инженерлердің мамандану облысына қатысты қолданбалы есептерді шығарумен жүзеге асады. Осындай математикалық білім беруді қалыптастырудағы бағытталған әдіс математикалық және инженерлік пәндердің өз ара байланысын күшейтумен пайдалы...»

Н.Т.Данченконың зерттеулерінде көрсетілген тұжырымдамалар құбылыстар мен үдерістердің физикалық және математикалық модельдерін құруда пайдасы мол. Енді соларды келтірейік:

1) Бір құбылысқа физика және математика сабағында модельдеу жүргізілсе, онда физика сабағында модель ең жалпы пішінде көрсетіледі, ал математика сабағында ол көбінде абстракциялау жолымен одан әрі жалпылануға ие болады.

2) Модельді нақтылау, идеалданған объектілердің қасиеттерін ашатын және физикалық шама ретінде көрініс беретін сипаттар енгізу арқылы анықталады.

3) Нақты объектілерді немесе үдерістерді өлшеу арқылы сипаттайтын физикалық шамаларды анықтау әсіресе өлшемдердің қателіктерін есептеу кезінде математикалық аппаратты қолдануды қажет етеді.

4) Математикалық ұғымдарды қолдануда объектілерге немесе үдерістерге олардың негізгі аралықтарының функционалдық тәуелділіктерін анықтау буынында білім алушы математикалық модельдеуді жүзеге асырады.

5) Есепті шығару үдерісіндегі пайда болған теңдеу, фундаменталдық өзара әсердің немесе олардың жиынтығының түрлерінің моделі ретінде идеалданған объектілермен динамикадағы үдерістерді бейнелеуге мүмкіндік береді.

6) Математикалық модельді үдерістер барысының ерекшеліктері туралы ақпараттың көрнектілік концентрациясының құралы ретінде пайдалану керек. Соңғы онжылдықта математикалық модельдеу білімнің өз алдына пәнаралық бағыты ретінде өзіне тән объектілермен, зерттеу әдістерімен, тәсілдерімен бірге қалыптасты. Бұл бағытта кітаптар, оқу әдістемесі, студенттер мен оқушыларға арналған ғылыми көптеген кітапшалар пайда болды. Олардың ішінде [2-8] еңбектерде көрсетілген авторлардың еңбектері арқылы математикалық модельдеу өз бетінше білім саласына айналды. Осы жұмыстарда пән ретіндегі, әдістер туралы, математикалық модельдеу әдісі сұрақтары айқындалды. Шешу кезінде математикалық модельдеу әдісі қолданылатын есептер, жаратылыстану топтамасындағы әр түрлі пәндердің пәнаралық байланысын қалыптастыратын құрал ретінде анықталады. Математиканың заманауи салаларын оқыту үдерісінде пәнаралық байланыс дидактикалық шарт ретінде қатысады. Мұнда ол білім берудің ғылымилығын, анықтығын көтеруге жол көрсететін, білім сапасын күшейтуге және жаратылыстану ғылымы бойынша студенттердің дүниетанымын қалыптастыру мен тиімді дамытуға мүмкіндік ашатын студенттердің танымдық іс - әрекетінің біршама жетілдіретін шарты ретінде қарастырылады.

Заманауи математиканың басқа пәндермен пәнаралық байланысын жүзеге асыру, көп жағдайда білім берудің қолданбалы бағыты болып табылатын – есептерді математикалық модельдеу әдісімен шығару болып табылады. Математика курсына пәнаралық байланыстарды қолдану студенттердің рефераттар, баяндамалар жазу үшін қосымша материалды табуды үйренуге, лабораториялық жұмыстарды орындауға, пәнаралық мазмұнды есептерді шығаруға қызығушылықтарын жоғарылатуға

мүмкіндік туғызады. Пәнаралық байланыстарды қолдану оқушылардың жеке тәжірибесін жаңғыртуға мүмкіндік береді.

Қолданбалы сипаттағы есептерді шешкенде білім алушы қолданбалы математика туралы, оның әдістері туралы, математикалық модельдеудің қоршаған әлемді танудағы рөлі туралы мағлұмат алады. Математиканы оқытудың қолданбалы бағыты физика, химия, биология, экология және т.б. оқу курстары бойынша байланыста жүзеге асуды қамтиды.

Қазіргі таңда математикалық модельдеу кез келген ғылымның әдіснамасының жаңа универсалды компоненті ретінде байқалуда. Сонымен қатар физикаға кейбір математикалық ұғымдар енгізу, онда болып жатқан құбылыстарды толығымен түсінуге мүмкіндік береді және пәнаралық байланыстың ғылымилығын айқындайды. Мысал ретінде Кванттың механикаға абстрактілі Гильберт кеңістігінің теориясын енгізу Дирактың және басқа да физиктердің қуатты интуицивті идеаларының арқасында жаңа мазмұнды теорияларды қалыптастыруға жол ашты. Рюэль және Такенс дифференциалдық динамикалық жүйені трубуленттілікті зерттеуге пайдаланды. Ол сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер модельденетін үдерістерде маңызды рөл атқарады. Функционалдық анализ және оның физикадағы қолданылуында функцияның классикалық мағынасының жалпылануы оң мағына береді. Дирак енгізген «бөлу» теориясы (жалпыланған функция) дифференциалдық теңдеулердің қосындыланатын кеңістіктердегі шешімдерін табуға және оның физикалық мәнін ашуда маңызы болды.

Мысал. Кванттың механикалық бастауында Дирак $\delta(x)$ «функциясын» енгізді. Анықтамада $x \neq 0$ болғанда ол нөлге тең, ал $x = 0$ болғанда $+\infty$ тең және оның сан осіндегі интегралы бірге тең: яғни

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x)\varphi(x)dx = \varphi(0)$$

Жалпы жағдайда

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x-a)\varphi(x)dx = \varphi(a)$$

$\delta'(x)$ функциясының енгізілуі бөлшектеп интералдау мүмкін болатындай етіп енгізіледі. Кез келген $\varphi(x)$ - дифференциалданатын функциясы үшін

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta'(x-a)\varphi(x)dx = -\varphi'(a)$$

$\delta(x)$ функциясының одан жоғары туындылары да осы сияқты анықталады. Егер $f(x)$ – кез келген құрама үзіліссіз болса (қалыпты мағнада дифференциалданбауы мүмкін), онда оның жалпыланған

мағынада туындысы $f'(x)$ $\int_{-\infty}^{\infty} f'(x)\varphi(x)dx = -\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\varphi'(x)dx$ деп анықталады. Мұндағы $\varphi(x)$

кез келген үзіліссіз дифференциалданатын және белгілі бір ақырланған интервалдың сыртында нөлге айналатын функция. Дирак $\delta(x), \delta'(x), f'(x)$ функцияларын «меншіксіз» функциялар деп атады.

Себебі, кей жағдайларда олардың белгілі бір нүктедегі мәні туралы айтуға болмайды, бірақ көп жағдайда көбейткіш ретінде мұндай меншіксіз функцияны құрайтын интегралға нақты мағына беруге болатыны белгілі болады. Бұл ескертулер Л: Шварцтың (1950) «бөлу» теориясын құруына негіз болды.

$\delta(x), \delta'(x), f(x)$ объектілерінің әрбір x аргументінің мәндеріне сәйкес функциялық мәндері анықталмайды, белгілі бір кластағы $\varphi(x)$ барлық функциясы үшін жоғарыда көрсетілген функциялардың көбейтіндісінің интегралының мәні ретінде анықталады.

Қарастырылған әрбір өрнек $\varphi(x)$ функциясынан сызықты тәуелді болғандықтан жалпыланған функция немесе «бөлу» функциясы $\varphi(x)$ - сынамалық функциялар класына жататын функция үшін сызықтық функционалды анықтайды.

Жалпыланған функция мен функцияның арасындағы байланыс былай анықталады. Егер $f(x)$ жай функция болса, онда аргумент x -тің әрбір мәніне бір сан сәйкес келеді. Егер $f(x)$ жалпыланған функция болса онда әрбір $\varphi(x)$ - сынамалық функция үшін бір сан сәйкес келеді. Бөлу функциясы үшін x аргументінің x_0 санына тең мәнін алуға болмайды, бірақ x_0 нүктесінде өте лезде шыңға көтерілуге ие болатын және x_0 нүктесін қамтитын бар интервалдың сыртында нөлге тең болатын сынамалық функцияны алуға болады. Бұл, көптеген физикалық жағдайларда x мәнін ақырлы дәлдікпен ғана білуге болатынына сәйкес келеді.

Жай үзіліссіз функцияны жалпыланған функцияның дербес жағдайы ретінде қарастыруға болады: онда сызықтық функционал

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\varphi(x)dx \text{ түрінде анықталады.}$$

Қорытынды

Мысалдан көретініміздей, бөлу теориясындағы жалпыланған функциялар да жай функцияларға ұқсастық көрнектілігіне байланысты классикалық функция сияқты нақты объект болып табылады.

Мысалы L_2 гильберт кеңістігінің элементтері жалпыланған функция болады. Ол кванттық механикадағы толқынды функция ретінде қарастырылуы мүмкін.

Көптеген физикалық қолданыстарда оның ішінде дифференциалдық операторларды қарастырғанда жалпыланған функцияларды пайдалану көптеген есептеулерді шешуде өте қолайлы. Бұл материалдар жоғары курстарда және магистранттарға оқылатын арнайы курстар «Операторлар теориясы», «Функционалдық кеңістіктер теориясы» пәндерінде физиканың тарауларымен пәнаралық байланыста оқытылуда оң нәтижелер берді.

Математиканы оқыту көптеген мақсатқа жетуді көздейді. Бағдарламаға сәйкес математикалық білім, білік және дағдыларды меңгерту тәсілдерінің белгілі бір көлемін студенттердің игеруі, шынайы ғылыми дүниетанымдық көзқарасты, жоғарғы ізгі игіліктер мен сапаларды, еңбекке дайын болу және тағы басқа қасиеттерді қалыптастыру, логикалық құрылымдар мен ойлаудың математикалық стилін дамыта түсу, меңгерген математикалық білімдерін нақтылы жағдайларда практикалық есептерді, мәселелерді шешуде қолдана білумен байланысты біліктілік қалыптастыру болып табылады.

Пәнаралық байланыстың мақсаты - студенттерді жаңа сұрақтар мен есептерді шешкенде алған білімдерін өздігінен қолдана білуге үйрету. Математиканы оқыту процесінде пәнаралық байланыстарды жүзеге асырудың теориялық негіздерін зерттеу. Математиканы оқытуда пәнаралық байланыстарды жүзеге асырудың теориясы мен практикасының жағдайын талдау. Пәнаралық мазмұндағы есептерді қолданып математика сабақтарын құру.

Математика тек есептеу аппаратын, табиғат заңдарының қарапайым алгебралық және тригонометриялық функциялар түрінде сипаттау тәсілдерін ғана бермейді, сонымен бірге ғылыми оқыту деңгейін жоғарлатуға мүмкіндік беретін идеялық қатынастарды жоғарылатады. Пәнаралық байланысты меңгере отырып математиканың күрделі есептерін оңай шешуге болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Коменский Я.К., Локк Д., Руссо Ж.-Ж., Песталоцци И.Г. Педагогическое наследие / Сост. В.М. Кларин, А.Н. Джурунский. - М.: Педагогика, 2010, 416 с.
- 2 Биргебаев А. Элементы теорем вложения и теории разделимости. КазНПУ им.Абая Алматы-2008, 88 стр.уч. пос.
- 3 Биргебаев А. Гуманитарландыру және дифференциалдық операторлардың бөліктенуін оқытудың ғылыми әдістемелік негіздері. Монография., БМ, Алматы, 2013.
- 4 Berdyshev A.S., Birgebaev A.B., Cabada A. On the smoothness of solutions of the third order nonlinear differential equation. //Boundary value problems. May 2017. –P. 1-11. DOI 10.1186/s13661-017-0799-4 Impact factor 0,642 <https://boundaryvalueproblems.springeropen.com/articles/10.1186/s13661-017-0799-4> (In English)
- 5 Біргебаев А., Байшемиров Ж.Д. Дифференциалдық теңдеулердің шешімдерінің тегістігін дәлелдеудің физикалық үдерістердегі сипаты. ММИТОН, 1-2 Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. Октябрь, 2021 жыл.
- 6 Блехман И.М., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Прикладная математика: “Предмет, логика, особенности подходов”.-М.: КомКнига, 2005.-376 с.

7 Виленкин Н.Я. О роли межпредметных связей в профессиональной подготовке студентов пединститута / А.Г. Мордкович // Проблемы подготовки учителя математики в пединститутах: Межвуз. Сб. науч. трудов. — М, 1989.-С.20-36.

8 Иванова Т.А. Теоретические основы гуманитаризации общего математического образования: Дис...д-ра пед.наук. - Нижний Новгород, 1998. -338с.

References:

1 Komenskij Ya.K., Lokk D., Russo Zh.-Zh., Pestalocci I.G.(2010) *Pedagogicheskoe nasledie [Pedagogical heritage]. Sost. V.M. Klarin, A.N. Dzhurinskij. M.:Pedagogika. p.416. (In Russian)*

2 Birgebaev A.(2008) *Elementy teorem vlozheniya i teorii razdelimosti [Elements of embedding theorems and separability theory]. KazNPU im.Abaya Almaty. p.88. (In Russian)*

3 Birgebaev A. (2013) *Gýmanitarlandyry jáne differentsialdyq operatorlardyń bóliktenyin oqytýdyń gýlymi ádistemelik negizderi. [Scientific and methodological foundations of teaching humanitarization and fragmentation of differential operators.]. Monografiya. BM, Almaty. (In Kazakh)*

4 Berdyshev A.S., Birgebaev A.B., Cabada A. (2017) *On the smoothness of solutions of the third order nonlinear differential equation // Boundary value problems, 1-11. DOI 10.1186/s13661-017-0799-4. – URL: <https://boundaryvalueproblems.springeropen.com/articles/10.1186/s13661-017-0799-4>*

5 Birgebaev A., Baishemurov J.D. (2021) *Differentsialdyq teńdeýlerdiń sheshimderiniń tegistigin dáleldeýdiń fizikalıq úderisterdegi sıpaty [The nature of the proof of the smoothness of solutions of differential equations in physical processes]. ММІТОН, 1-2 Halyqaralyq gýlymi-praktikalıq konferentsuasınyń materialdary. (In Kazakh)*

6 Blekhan I.M., Myshkis A.D., Panovko Ya.G.(2005) *Prikladnaya matematika: “Predmet, logika, osobennosti podhodov” [Applied Mathematics: “Subject, logic, features of approaches”]. M.: KomKnig. p.376. (In Russian)*

7 Vilenkin N.Ya.(1989) *O roli mezhpredmetnyh svyazey v professional'noj podgotovke studentov pedinstituta / A.G. Mordkovich // Problemy podgotovki uchitelya matematiki v pedinstitutah: Mezhvuz [Problems of mathematics teacher training in pedagogical institutes: inter-university]. Sb. nauch. trudov. pp. 20-36. (In Russian)*

8 Ivanova T.A.(1998) *Teoreticheskie osnovy gumanitarizacii obshchego matematicheskogo obrazovaniya: Dis...d-ra ped.nauk [Theoretical foundations of the humanitarization of general mathematical education: Dissertation of the Doctor of Pedagogical Sciences]. Nizhnij Novgorod. p.338. (In Russian)*

МРНТИ 27.01.45
УДК 372.851

<https://doi.org/10.51889/1155.2022.75.95.011>

Н.С. Заурбеков¹, Т.Б. Исаев^{2*}

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Сулейман Демирель атындағы университет, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: issayevtemirlan@gmail.com

ТЕҢСІЗДІКТЕР ТАҚЫРЫБЫН ОҚЫТУДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ГРАФИКАЛЫҚ ІСКЕРЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Оқу-әдістемелік және ғылыми әдебиеттерді талдай отырып, зерттеушілер графикалық әдісті қолдана отырып, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің әртүрлі әдістерін бөліп қарастырады, оларға сәйкес әрекеттерді тізімдейді, оларды қалыптастыру үшін жаттығулардың мысалдарын келтіреді деген қорытынды жасауға болады. Бірақ осы әдістің әрбір әрекетін үйрету үшін міндеттер жиынтығын әзірлеу және осы материалды зерттеу үшін ақпараттық технологияларды қолдану қазіргі мектеп біліміндегі өзекті мәселелердің бірі болып қала береді. Мақалада ғылыми және әдістемелік құралдарды талдау нәтижесінде теңдеулер мен теңсіздіктерді шешуде функциялардың қасиеттері қолданылатын жағдайлар анықталды. Мысал ретінде, графикалық әдісті қолдана отырып, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдістері білімнен дағдыларға ауысуға мүмкіндік береді, іс-әрекет тәсілдерін көрсетеді, бұл өз кезегінде талдау, синтез, жалпылау және т. б. сияқты ойлау әдістерін ашады деп есептейміз.

«Теңсіздік» тақырыбы мектеп алгебрасы курсына маңызды орын алады. Ол мазмұны, теңсіздіктерді шешудің әдістері және алгебраның бірқатар басқа тақырыптарын зерттеуде қолдану мүмкіндіктері бойынша бай. Теңдеулер мен теңсіздіктер математиканың әртүрлі салаларында, маңызды қолданбалы есептерді шешуде кеңінен қолданылатындығы анықталған. Әр түрлі және күрделі теңсіздіктердің жауабын табу математикалық есептерді шеше білудің жоғары деңгейін көрсетеді. Теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісі - тапсырмаларды орындаудың оңтайлы әдісі теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдістерін меңгеру білімнен дағдыларға ауысуға мүмкіндік беретіні мысалдармен көрсетілген.

Түйінсөздер: теңдеулер, теңсіздіктер, шешімдер, есептер, оқушылар, графикалық әдіс, алгоритм.

Аннотация

Н.С. Заурбеков¹, Т.Б. Исаев²

¹Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

²Университет имени Сулеймана Демиреля, г. Алматы, Казахстан

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ НЕРАВЕНСТВ

Анализируя методическую и научную литературу, можно сделать вывод, что исследователи с помощью графического метода выделяют и рассматривают различные способы решения уравнений и неравенств, перечисляют соответствующие им действия, приводят примеры упражнений на их формирование. Но разработка комплекса заданий для обучения каждому виду деятельности метода и использование информационных технологий для изучения материала остаётся одним из наиболее актуальных вопросов в современном школьном образовании. В результате анализа научно-методического инструментария в статье выявлены ситуации, когда свойства функций используются при решении уравнений и неравенств. Считаем, что методы решения уравнений и неравенств графическим методом позволяют перейти от знаний к умениям, показывают способы действий, которые, в свою очередь, открывают такие способы мышления, как анализ, синтез, обобщение и т. д.

Тема «Неравенство» занимает важное место в школьном курсе алгебры. Она богата содержанием, методами решения неравенств и приложениями при изучении ряда других разделов алгебры. Установлено, что уравнения и неравенства широко используются в различных областях математики, при решении важных прикладных задач. Нахождение ответа на разнообразные и сложные неравенства показывает высокий уровень решения математических задач. Графический метод решения неравенств является оптимальным способом выполнения заданий. На примерах показано, что овладение методами решения уравнений и неравенств позволяет перейти от знаний к навыкам.

Ключевые слова: равенство, неравенства, решения, задачи, учащиеся, графический метод, алгоритм.

Abstract

IC SKILLS OF STUDENTS WHEN STUDYING THE TOPIC OF INEQUALITY

Zaurbekov N.S.¹, Issayev T.B.²

¹Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan

²Suleyman Demirel university, Almaty, Kazakhstan

Analyzing the methodological and scientific literature, we can conclude that researchers, using the graphical method, identify and consider various methods for solving equations and inequalities, list the actions corresponding to them, and give examples of exercises for their formation. But the development of a set of tasks for teaching each type of activity of the method and the use of information technology to study the material remains one of the most pressing issues in modern school education. As a result of the analysis of scientific and methodological tools, the article revealed situations when the properties of functions are used in solving equations and inequalities. We believe that the methods for solving equations and inequalities using a graphical method allow us to move from knowledge to skills, show ways of action, which, in turn, open up such ways of thinking as analysis, synthesis, generalization, etc.

The topic "Inequality" occupies an important place in the school course of algebra. It is rich in content, methods for solving inequalities, and applications in the study of a number of other branches of algebra. It has been established that equations and inequalities are widely used in various areas of mathematics, in solving important applied problems. Finding the answer to various and complex inequalities shows a high level of solving mathematical problems. The graphical method for solving inequalities is the best way to complete tasks. The examples show that mastering the methods for solving equations and inequalities allows you to move from knowledge to skills.

Keywords: equality, inequalities, solutions, tasks, students, graphical method, algorithm.

Кіріспе

«Теңсіздік» тақырыбы алгебра курсына маңызды орын алады. Ол мазмұны бойынша, теңсіздіктерді шешудің әдістері мен әдістері бойынша, мектеп алгебрасының бірқатар басқа тақырыптарын зерттеуде қолдану мүмкіндіктері бойынша бай. Бұл теңдеулер мен теңсіздіктер математиканың әртүрлі салаларында, маңызды қолданбалы есептерді шешуде кеңінен қолданылатындығына байланысты.

Графиктерге сәйкес қолайлы сандық жауаптар алу үшін графиктер әсіресе мұқият салынуы керек. Жұмысты ұйымдастыру міндеті қарапайым функциялар мен оларды түрлендірудің жылдам графигін құру дағдыларын дамытатындай етіп шешіледі. Графикалық дағдыларды қалыптастыру бойынша жұмыс 5-сыныптан басталады.

Теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісі оқушыларды осы әдіске оқытудың кейбір аспектілерін ашатын бірқатар оқу-әдістемелік және ғылыми жұмыстарда қарастырылған. Бұл әдебиеттің негізін, әрине, әр түрлі авторлардың мектеп оқулықтары құрайды: А.Е.Әбілқасымова [1], Ш.А.Алимов [4], А.Н.Шыныбеков [2], О.Пак [3] және басқалар. Бұл әдебиеттерді толығырақ қарастырайық.

Алгебра оқулықтары мен талдау принциптері теңдеулерді шешудің стандартты алгебралық әдістерін ғана қарастырады. Авторлар, мысалы А.Н.Шыныбеков, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісі туралы айтады, бірақ оны қолданудың негіздемесін ұсынбайды.

Кейбір теңсіздіктерде тамырларды алу оңай, ал теңсіздіктің басқа тамырлары жоқ екенін дәлелдеу кезінде Лагранж теоремасы қолданылады.

Жоғарыда айтылғандардың бәріне сүйене отырып, теңсіздіктерді графикалық әдіспен шешуге үйрету кезінде белгілі бір тәртіпті ұстану керек деген шағын қорытынды жасауға болады:

- функция қасиеттері арқылы шешілетін нақты теңдеуді немесе теңсіздікті талдау;
- берілген теңдеуді немесе теңсіздікті шешудің нақты негізделген әдісін бөліп көрсету;
- берілген теңдеуден графиктің немесе функциялар графигінің эскизінің суретін ұсыну;
- теңдеудің немесе теңсіздіктің түбірлерін анықтау және теңдеудің немесе теңсіздіктің шешімдері жоқ екенін дәлелдеу.

Теңсіздіктерді графикалық әдіспен шешудің теориялық негізін қамтитын математикалық негіздер математика курстарында оқытылады және 10-11 сыныптарда математикалық талдауда басталады. Осы негіздерге кіретін графикалық әдіспен теңсіздіктерді шешу кезінде білім алушылардың білімін, іскерлігі мен дағдыларын жүйелеу, жалпылау, тереңдету және кеңейту арнайы әдістемелік даярлық үрдісінде жүреді.

Жалпы, мектептегі математика курсынағы теңсіздіктерді зерттеу теңдеулер сияқты ұйымдастырылған.

Зерттеу әдіснамасы

Теңсіздіктерді зерттеудің бірқатар ерекшеліктерін атап өтейік:

1. Теңдеулер сияқты теңсіздіктердің эквиваленттік теориясы жоқ. Оқушыларға оқу материалының мазмұнында келтірілген оның ұсақ фрагменттері ұсынылады.

2. Теңсіздіктерді шешудің көптеген әдістері берілген теңсіздіктен $a > b$ -ден $A = b$ теңдеуіне ауысудан, содан кейін табылған теңдеу түбірлерінен бастапқы теңсіздік шешімдерінің жиынтығына ауысудан тұрады. Мысалы, бұл жағдай рационалды теңсіздіктерді интервалдар әдісімен шешуде, қарапайым тригонометриялық теңсіздіктерді шешуде пайда болады.

3. Теңсіздіктерді зерттеуде графикалық құралдар үлкен рөл атқарады.

Белгілердің бірімен жалғанған екі өрнек (сандық немесе әріптік): «үлкен» ($>$), «кіші» ($<$), «үлкен немесе тең» (\geq), «кіші немесе тең» (\leq) теңсіздікті құрайды (сандық немесе әріптік). Кез келген әділ теңсіздік бірдей деп аталады.

Теңсіздік белгісіне байланысты бізде қатаң теңсіздіктер ($>$, $<$) немесе нестрогтар (\geq , \leq) қарастырылады.

Теңсіздікке енетін әріптік шамалар белгілі немесе белгісіз болуы мүмкін.

Теңсіздікті шешу дегеніміз - теңсіздік бірдей болатындай етіп белгісіз шекараларды табу.

Оқушылардағы теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісін қалыптастырудың екі кезеңін бөліп көрсетейік:

- Функцияның жеке қасиеттерін қолдана отырып, теңсіздіктерді шешу кезеңі;

- Күрделілігі жоғары теңсіздіктерді шешу әдісін таңдау кезеңі.

Бірінші кезеңде білім алушылар теңсіздіктерді графикалық әдіспен шешу кезінде функциялардың қасиеттерін қолданумен танысады. Осы кезеңде оқыту келесі тәртіп бойынша жүргізілуі керек:

1. Теңсіздіктерді шешуде функциялардың жеке қасиеттерін қолданудың теориялық негізін ашу;

2. Теңсіздіктерді шешу кезінде функцияның жеке қасиетін қолданудың жеке әдістерін меңгеру;

3. Теңсіздіктерді шешуде функцияның жеке қасиетін қолдану үшін есептер жиынтығын талдау;

4. Өз бетінше жұмыс істеу үшін жаттығуларды таңдау.

Теориялық бөлімде графикалық әдісті жақсы түсіну үшін арнайы жасалған дәрістер жиынтығын ұсынуға болады. Бұл дәрістер графикалық графиктері бар компьютерлік презентациялармен, теңсіздіктерді шешу алгоритмімен бірге жүруі керек.

Теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісі оқушыларды осы әдіске оқытудың кейбір аспектілерін ашатын бірқатар оқу-әдістемелік және ғылыми жұмыстарға арналған. Бұл әдебиеттің негізін, әрине, әр түрлі авторлардың мектеп оқулықтары құрайды: А.Н.Колмогоров [6], С.М.Никольский [7], Ш.А.Алимов [8], А.Г.Мордкович [9] және т.б. осы тақырыптағы жұмыстарын толығырақ қарастырайық.

А.Н.Колмогоров, Ш.А.Алимовтың 10-11 сыныптарына арналған алгебра және талдау принциптері бойынша оқулықтарында теңдеулерді шешудің стандартты алгебралық әдістері ғана қарастырылады. Ш.А.Алимовтың оқулығында теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісі туралы айтылады, бірақ оны қолданудың негіздемесі берілмеген.

Алайда, жоғарыда аталған авторлардың осы кемшіліктері С.М.Никольский, А.Г.Мордковичтің оқулықтарында қамтылғанын атап өткен жөн.

С.М.Никольскийдің «Алгебра және анализ бастамалары» оқулығы - бұл жалпы білім беретін мектептерге де, математиканы тереңдетіп оқытатын мектептерге де арналған материалды қамтитын жаңа оқулық. Бұл оқулықта «Теңдеулер. Теңсіздіктер. Екі абзацты қамтитын теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің стандартты емес әдістері», «Теңдеулер, теңсіздіктер және параметрі бар жүйелер» тақырыптары бар және олар терең зерттеулер нәтижелеріне сүйене баяндалған.

Бұл тарауда теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің негізгі әдістері қарастырылған, мысалы:

- функцияның анықтамалары мен рұқсат етілген мәндері;

- шектеулі функциялар;

- синус пен косинустың қасиеттерін пайдалану;

- сандық теңсіздіктерді қолдану;

Параметрі бар теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу квадрат триномиялдың қасиеттерге ие функциялары бар теңдеулер мен теңсіздіктерде суреттелген. Алайда, синус пен косинустың қасиеттерін пайдалану кезінде тригонометриялық функциялардың шектеулілігі мен монотондылығын қолдана отырып шешілетін мәселелердің барлық түрлері қарастырылмайтынын атап өткен жөн.

Зерттеу нәтижелері

А.Г. Мордковичтің алгебра және талдау принциптері туралы оқулығында «Теңдеулер мен теңсіздіктер. Теңдеулер мен теңсіздіктер жүйесі» тарауы ұсынылады. Онда теңдеулерді шешудің төрт әдісі көрсетілген, олардың арасында графикалық әдіс бар. Ол функцияның шектеулі және монотонды қасиеттерін ғана қолдану арқылы суреттелген, бұл графикалық әдісті толық зерттеу үшін жеткіліксіз.

Г.К. Муравиннің алгебра және талдау принциптері бойынша 11-сыныпқа арналған оқулығында теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің негізгі әмбебап әдістерінің бірі ретінде тамырларды таңдау әдісі көрсетілген. Сонымен қатар, функцияның монотондылығын қолдана отырып, осы тамырлардың бірегейлігінің дәлелі келтірілген. Осының бәріне автор жеткілікті күрделі теңдеулерді шешудің мысалдарын келтірді, бірақ графикалық әдісті қолдана отырып теңдеулерді шешудің жеке әрекеттерінің қалыптасуын түсіндірмеді.

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, мектеп оқулықтары теңдеулер мен теңсіздіктерді графикалық әдіспен шешу жолдары туралы теориялық материалды жеткілікті түрде толық көрсетпейді және осы есептерді шешу үшін шектеулі әдістерді қолдануға мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға болады.

Мектеп әдебиеттерін талдағаннан кейін, біз негізінен функцияның шектеулі қасиеттерін, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешуде функциялардың көптеген мәндерін, функцияларды анықтау салаларын қолдануға арналған әртүрлі міндеттердің жиынтығын қамтитын ғылыми жұмыстарды қарастыруға көшеміз.

ИТК көмегімен теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісінің сипаттамасын қарастырайық. Функционалды-графикалық әдісті сипаттамас бұрын, «әдіс» сияқты ұғымға жүгінудіміз керек және оқу процесінде қолданылатын функциялар туралы кейбір ескертулерді талдауымыз керек.

Орта мектеп дидактикасында әдіс мақсатқа сәйкес келетін нәтижеге қол жеткізуге әкелетін, кезектесетін әрекеттер жүйесі ретінде түсіндіріледі. Бұл әрекеттер тізбегі теориялық нәтижеге де, практикалық іске асыруға да бағытталуы мүмкін. Демек, бұл әдіс жаңа білімді зерттеу әдісі және практикалық іс-әрекет әдісі болып табылады. Екі әдіс әрқашан белгілі бір объектіге бағытталған, сондықтан оның нысаны кез келген әдіске сәйкес келеді.

Л.С. Қапкаева әдістің екі жағын қамтитынын атап көрсетеді: объективті және субъективті. Бірінші тараптың мәні зерттелетін объектінің жалпы білімі мен заңдылықтарын алу болып табылады. Екінші тарап, өз кезегінде, осы объектіге қызмет ету мақсатында әдісті қолданумен байланысты.

Әдісте көрсетілген екі тарапты бөлу оның компоненттері туралы мәселені шешуге жағдай жасайды. Бұл жерде әдістің қай жағы жетекші екендігі маңызды. Сондықтан әдіс компоненттерінің бір бөлігі қандай да бір жолмен объективті жағымен байланысты (эпистемологиялық компонент), ал компоненттердің бір бөлігі субъективті жағымен байланысты (белсенділік компоненті). Осы компоненттердің тіркесімі және әдістің компоненттерін кең мағынада анықтайды.

Әдістің объективті жағы трансформацияланған объектінің мәнін зерттеумен байланысты. Қажетті шарт - белгілі бір білім, онсыз зерттелетін әдіс бола алмайды. Бұл білім мыналарды қамтитын жүйені құруы керек:

- әдіс қолданылатын объект туралы бастапқы білім, оның қасиеттері (негізгі ұғымдар, ұғымдардың қасиеттері, олардың арасындағы байланыстар);

- объектіні зерттеу барысында алынған білім (объектінің қасиеттерін оның үстіндегі әрекеттердің әсерінен өзгерту, оған дейін белгісіз қасиеттерді белгілеу);

- осы әдіске жататын сала туралы білім (осы әдіспен шешілетін міндеттер шеңбері, олардың түрлері және т. б.);

- қолдану саласына байланысты әдісті қолдану ерекшеліктері туралы білім.

Бұл компоненттердің барлығы осы әдістің эпистемологиялық жағына кіреді.

Әдістің белсенді компоненттеріне мыналар жатады:

- қойылған мақсатқа сәйкес нәтижеге қол жеткізуге әкелетін нақты іс-қимыл жүйесі;

- осы іс-қимыл жүйесі (интеллектуалды, практикалық, пәндік) негіз болатын қызметті жүзеге асыру құралдары.

Оқу процесінде математикалық әдістер зерттеудің мақсаты да, жаңа материалды зерттеу құралы да бола алады. Белгілі бір әдіс жаңа тақырыптарды зерттеу құралдарының бірі бола алады деп болжау қиын емес, алайда ол білім алушылар белгілі бір практикалық мәселелерді шешу үшін қолдана білген

кезінде ғана іске асады. Демек, әдісті қалыптастыру кезінде мұғалім мен орта мектеп оқушылары, көбінесе екі мәселені шешу қажеттілігіне тап болады.

Бірінші мәселені шешу оқушылардың іс-қимыл жүйесін және онсыз іс-әрекет компоненттері орындалмайтын эпистемологиялық компоненттерді игеруін білдіреді. Екінші тапсырманы білім алушылар осы объектінің жаңа қасиеттерін, әртүрлі міндеттерді, олардың ерекшеліктерін зерттеумен байланысты әдістің эпистемологиялық бөліктерін игерген кезде ғана шеше алады. Білім алушылар белгілі бір мәселені шешу кезінде қолдануға болатын және ыңғайлы әдісті таңдауды үйренуі керек.

Жалпы, жоғарыда аталған екі мәселені шешу ұзақ процесті білдіреді, онда белгілі бір мәселені шешудің кезеңдерін нақты анықтау мүмкін емес. Барлық процестің нәтижесі білім алушылардың орта мектепке арналған бағдарламада көзделген қолдану деңгейінде математикалық әдістерді меңгеруі болуы тиіс.

Г.И. Саранцев алғашқылардың бірі болып математиканы оқыту әдістемесінде аталған мәселелердің біріншісін шешу тәсілін ұсынды. Ол геометриялық түрлендірулер, векторлық және координаталық тәсілдер сияқты әртүрлі әдістермен есептерді шешуге үйрету мәселелерін қарастырды. Сондай-ақ, ол әдістердің негізгі компоненттері ретінде - білім алушы меңгеруі керек дағдыларды анықтады. Олар әдісті жүзеге асыру барысында орындалуы керек әрекеттер.

Бұл міндет кезең-кезеңімен шешіледі. Есептерді шешу әдісін қалыптастырудың бес кезеңі бар.

- Дайындық кезеңі. Бұл кезеңде белгілі бір білім мен дағдыларды алдын-ала игеру іске асады, онсыз сіз белгілі бір әдісті игере алмайсыз.

- Мотивациялық кезең. Бұл кезеңнің міндеті - оқушыларды әдісті игеру қажеттілігіне сендіру және олардың келесі кезеңдерде олардың қызметінің мақсаты міндеттерді шешу әдісін игеру екендігін түсінуге қол жеткізу.

- Индикативті кезең. Бұл кезеңде оқушыларға әдістің мәнін түсіндіріп, оның негізгі терминдері мен тұжырымдарын бөліп көрсету керек. Мұнда тапсырмаларды қолданған жөн.

- Әдістің жеке компоненттерін игеру кезеңі. Осы кезеңде мұғалім осы компоненттердің аз санын қажет ететін есептерді шешу арқылы әдістің нақты компоненттерін қалыптастыруды ұйымдастыру үшін арнайы жаттығуларды қолданады.

- Жалпы әдісті қалыптастыру кезеңі. Бұл кезеңнің мақсаты - жеке дағдыларды біртұтас әдіске жалпылау, яғни, әдістің көптеген компоненттерін қолдануды қажет ететін тапсырмаларды қолдану арқылы іске асады.

Оқыту процесінде әдісті қалыптастырудың жоғарыда сипатталған кезеңдері бір-бірімен тығыз байланысты, сондықтан осы кезеңдердің әрқайсысында қолданылатын міндеттерді қатаң түрде ерекшелеген жөн.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, біздің зерттеуімізде жеке компоненттерді игеру кезеңіне және әдісті қалыптастыру кезеңіне баса назар аударылатындығын түсінуге болады.

Естеріңізге сала кетейік, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің алгебралық немесе стандартты әдістері деп: түрлендіру әдісі (жақшаларды ашу, бөлгіштен босату, осындай мүшелерді келтіру, екі бөлікті де заттай дәрежеге көтеру және т. б.); көбейту әдісі; көмекші белгісіздерді енгізу әдісі қабылданады.

Зерттеуде Г.В. Дорофеев, С.И. Мещерякова, А.Г. Мордкович, М.К. Потапов сияқты авторлар ұсынатын стандартты емес әдіс - бұл зерттеуге жататын функциялардың қасиеттеріне негізделген теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдісі. Демек, стандартты емес әдіс - бұл эквивалентті теңдеулер мен теңсіздіктерді шешуге көшу кезінде функциялардың қасиеттеріне (монотондылық, Паритет, тақ, жиілік және т.б.) негізделген рөлі тиесілі әдіс.

Оқушыларды есептерді шешу әдістеріне, атап айтқанда Л.С. Қапкаева, С.И. Мещерякова, Л.К. Садыкова және т.б. сияқты авторлардың зерттеулеріндегі теңдеулерді шешудің функционалдық әдістерінде оқыту мәселесі мұқият қаралады.

Л.С. Қапкаева есептерді шешудің графикалық әдісін алгебралық әдістерге жатқызады, ол өз кезегінде «алгебралық білім жүйесіне негізделген оқушылардың танымдық іс-әрекетінің тәсілі» ретінде анықталады. Автор әдістердің әрқайсысы әдістерден тұратынын және әдістің белсенді компоненттерінің бірі – іске асыру нәтижесіне қол жеткізуге әкелетін белгілі бір іс-қимыл жүйесі, сондай-ақ нәтижеге қол жеткізу құралы екенін атап өтеді.

С.И. Мещерякова білім алушылар теңдеулерді шешудің барлық әдістерін стандартты әдістермен қолдана білуі керек, яғни келесі әрекеттерді орындай алуы қажеттігін атап көрсетеді:

- функциялар бойынша операцияларды орындау;
- теңдеудің құрылымын анықтау (оның қандай функциялардан және қалай жасалғанын анықтау);
- теңдеуге кіретін функцияларға тән қасиеттерді бөлектеу (монотондылық, Паритет, тақ, жиілік және т. б.);

- функциялар графиктерінің графиктері мен эскиздерін салу .

Л.К. Садықов өз жұмысында теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісін, функциялардың қасиеттері мен олардың графикалық иллюстрацияларын қолдануға негізделген әдісті анықтады (ол оны функционалды-графикалық деп атады). Автордың айтуынша, білім алушылардың функционалды-графикалық әдісті меңгеруі екі мәселені шешумен тікелей байланысты. Бірінші міндет - оқушылардың әдістің мәнін түсінуіне және оны қолдану бойынша әрекеттерді игеруіне қол жеткізу. Екінші міндет - теңдеулерді шешу үшін функционалды-графикалық әдісті қолдануға үйрету.

С.И. Мещерякова теңдеулер мен теңсіздіктердің шешімдерін стандартты емес әдістермен талдай отырып, келесі талаптарды атап өтті. Студенттер теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің барлық әдістерін алгебралық әдістерді қолдана білуі және келесі әрекеттерді орындай білуі керек:

- функциялар бойынша операцияларды орындау;
- теңдеудің немесе теңсіздіктің құрылымын анықтау, яғни оның қандай функциялардан және қалай жасалғанын анықтау;
- теңдеуден немесе теңсіздіктен (шектеу, Паритет, монотондылық, жиілік, дөңес және т. б.) функцияларға қатысты қасиеттерді анықтау, яғни функцияларды зерттеу;
- функция графиктерінің графиктері мен эскиздерін салу.

Біз теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдісінің ФГ сипаттамасын береміз және оны жалпы білім беретін оқу орындарының жоғары сынып оқушыларын оқыту процесінде қолдану мүмкіндіктерін сипаттаймыз. Ол үшін аталған әдістің белсенді және эпистемологиялық компоненттерін бөліп көрсеткен жөн.

Нәтижелерді талқылау

Теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің функционалды-графикалық (ФГ) әдісі – функциялардың қасиеттерін және олардың графикалық иллюстрацияларын қолдануға негізделген әдіс.

1. ФГ әдісінің эпистемологиялық компоненті мыналарды қамтиды:

- теңдеулердің жекелеген түрлерін, теңсіздіктерді және олардың конструкцияларын алгебралық әдістермен шешу туралы білім;
- функциялар бойынша операцияларды орындау туралы білім;
- әртүрлі қарапайым функцияларды, соның ішінде компьютерлік технологияларды қолдану арқылы график құру туралы білім;
- функциялардың қасиеттері және олардың теңдеулер мен теңсіздіктерді шешуде қолданылуы туралы білім;
- функциялардың қасиеттерін пайдалану негізінде теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу мүмкіндігі туралы білім.

ФГ әдісінің белсенді компоненті келесі әрекеттерді қамтиды:

- алгебралық әдістерге жүгіну арқылы теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдістеріне сәйкес келетін амалдарды орындау.
- функциялар бойынша операцияларды орындау;
- компьютерлік технологияларды қолдана отырып, функциялар графиктерінің графиктері мен эскиздерін құру;
- теңдеу мен теңсіздіктің құрылымын анықтау: олардың қандай функциялардан және қалай құралатынын анықтау;
- функцияны зерттеу;
- элементар функциялардың жеке қасиеттерін қолдану арқылы теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу;
- күрделілігі жоғары теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу.

Мектеп оқушыларын оқыту мақсаттары арқылы теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдісін анықтауға болады:

- білім алушылардың математикалық білімді меңгеруі;
- логикалық, аналитикалық және шығармашылық ойлауды дамыту;

- білім алушыларда белгілі бір қиындықтарды жеңуде табандылыққа, дербестікке, қойылған мақсаттарға қол жеткізуге, стандартты емес жағдайлардан шығу жолдарын таба білуге тәрбиелеу;

- компьютерлік технологияларды меңгеру;

- мектеп түлегі тұлғасының математикалық және кәсіби дамуын қамтамасыз ету.

Л.К. Садықов теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің графикалық әдісінің белсенді және эпистемологиялық компоненттерін анықтады. Жаңа білімді игеру үшін ең маңызды әрекеттер келесі әдістер түрінде қалыптасады:

- элементар функциялардың жеке қасиеттерін қолдана отырып, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің нақты әдістері;

- функционалды-графикалық әдіспен теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің жалпыланған әдісі;

- әр түрлі әдістермен (графикалық, аналитикалық) бірінші және екінші типтегі параметрлері бар теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің нақты әдістері;

- бірінші және екінші типтегі параметрмен теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің жалпыланған әдісі.

Оқу-әдістемелік және ғылыми әдебиеттерді талдай отырып, зерттеушілер графикалық әдісті қолдана отырып, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің әртүрлі әдістерін бөліп, қарастырады, оларға сәйкес әрекеттерді тізімдейді, оларды қалыптастыру үшін жаттығулардың мысалдарын келтіреді деген қорытынды жасауға үйренеді. Бірақ осы әдістің әрбір әрекетін үйрету үшін міндеттер жиынтығын әзірлеу және осы материалды зерттеу үшін ақпараттық технологияларды қолдану қазіргі мектеп біліміндегі өзекті мәселелердің бірі болып қала береді.

Ғылыми және әдістемелік құралдарды талдау нәтижесінде теңдеулер мен теңсіздіктерді шешуде функциялардың қасиеттері қолданылатын жағдайлар анықталды:

- Функцияларды анықтау аймақтарын есепке алу түр теңдеулерін шешуде қолданылды $f(x) = g(x)$.

- Функцияның шектеулі қасиетін пайдалану, егер $f(x) < c$, $g(x) > c$ жиынында X , теңдеу $f(x) = g(x)$ жүйеге тең: $\begin{cases} f(x) = c \\ g(x) = c \end{cases}$. Бұл идея көптеген авторлар жұмыстарында жиі кездеседі [11].

- Функциялардың монотондылық қасиетін қолдану.

- Функцияның паритеті мен тақ қасиеті.

- Функцияның жиілік қасиетін пайдалану.

- Функцияның үздіксіздік қасиетін пайдалану теңдеу шешімінің бар екендігін дәлелдеу кезінде қолдануға ыңғайлы. Ол сонымен қатар теңсіздіктерді интервал әдісімен шешудің негізі болып табылады.

Параметрі бар есептерді шешу көбінесе тапсырмалар шарттарына қатысатын функциялардың қасиеттерін пайдалануға негізделген. ФГ теңдеулері мен теңсіздіктерін әдіспен шешуде функциялардың жеке қасиеттерін қолдануды қарастырған қолайлы. Алдымен теңдеулерді немесе теңсіздіктерді шешуді рұқсат етілген мәндер аймағын табудан бастау керек (берілген теңдеуден барлық функцияларды анықтау аймақтарының қиылысы).

Анықтама 1. Теңдеудің рұқсат етілген мәндерінің домені (ODZ) белгісіз мәндердің жиынтығы деп аталады, онда оның сол және оң бөліктері мағынасы бар.

Мүмкін жағдайлар:

- Теңдеудің (теңсіздіктің) рұқсат етілген мәндерінің домені бос жиын, содан кейін теңдеу немесе теңсіздік шешімдері болмайды;

- Теңдеудің (теңсіздіктің) рұқсат етілген мәндерінің домені ақырлы жиын болып табылады, содан кейін бұл сандар берілген теңдеуді немесе теңсіздікті қанағаттандыратындығын анықтау жеткілікті;

- Рұқсат етілген мәндердің домені шексіз жиын, содан кейін теңдеуді (теңсіздікті) шешуде функционалды-графикалық әдіс немесе алгебралық әдістер қолданылады.

Теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің алгебралық әдістерін қарастырғанда:

- бірдей түрлендіру әдісі (жақшаларды ашу, бөлгіштен босату, ұқсас мүшелерді келтіру, екі бөлікті де заттай дәрежеге көтеру және т. б.);

- көбейту әдісі;

- көмекші белгісіздерді енгізу әдісі, т.б. қолдану қажет.

Теңдеулер мен теңсіздіктерді шешкен кезде ODZ табудың орнына теңдеулердің немесе теңсіздіктердің біреуінің шешімі жоқ немесе біреуінің шешімі екіншісінің шешімін жеңілдететін эквивалентті жүйеге өтуге болатындығын ескеріңіз.

Көбінесе теңсіздіктерді шешуде рұқсат етілген мәндер аймағы қолданылады. Бұл әдіс бізге артық (дұрыс емес) тамырдан арылуға көмектеседі. Мұндай теңсіздіктер көбінесе оларға тең жүйелерді шешуге дейін азаяды.

Мысал 1. Теңдеуді шешіңіз

$$(x - 3)^{\frac{1}{3}} + 6 = \sqrt{15 - 2x - x^2} + 2x.$$

Рұқсат етілген мәндер аймағын табамыз:

$$\begin{cases} x - 3 \geq 0 \\ 15 - 2x - x^2 \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x \geq 3 \\ -(x - 3)(x + 5) \leq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x \geq 3 \\ -5 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

Ол бір саннан тұрады 3. Әрі қарай, 3 саны осы теңсіздіктің шешімі болып табылатындығын тексереміз:

$$\begin{aligned} (3 - 3)^{\frac{1}{3}} &= \sqrt{15 - 2 \cdot 3 - 3^2} + 2 \cdot 3 \\ 6 &= 6 \Rightarrow x = 3 \end{aligned}$$

Осы жерден біз $X=3$ теңдеудің түбірі деп қорытынды жасаймыз.

Жауап: $x=3$.

Мысал 2. Теңдеудің дәл үш түбірі бар a параметрінің барлық мәндерін табыңыз.

$$2^{x^2-2x} \log_3(x^2 - 2x + 3) + 2^{x^2-2x} \log_3(2|x - a| + 2) = 0$$

Біз графикалық әдісті қолданатынымыз анық.

$$2^{x^2-2x} \log_3(x^2 - 2x + 3) = 2^{x^2-2x} \log_3(2|x - a| + 2)$$

Ауыстыруды қолданайық: $t = x^2 - 2x, h = 2|x - a| - 1$

Теңдеу аламыз: $2^t \log_3(t + 3) = 2^t \log_3(h + 3)$

$(g(x, a)) = 2^t \log_3(t + 3)$ функциясы $t > -3$ кезінде монотонды түрде артады, сондықтан (1) теңдеуінен эквивалентке өтуге болады:

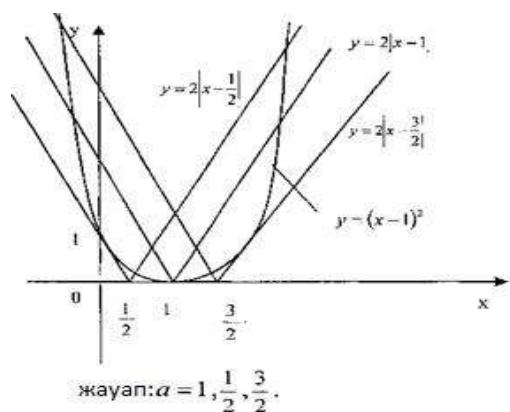
$$\begin{aligned} x^2 - 2x &= 2|x - a| - 1 \\ (x - 1)^2 &= 2|x - a| \end{aligned}$$

Функцияның графигін құрайық: $y = (x - 1)^2$ и $y = 2|x - a|$.

Қосымша шартқа сәйкес теңдеудің үш түбірі бар параметр мәндерін табамыз (1-сурет).

Қорытынды

Оқу-әдістемелік және ғылыми әдебиеттерді талдай отырып, зерттеушілер графикалық әдісті қолдана отырып, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешудің әртүрлі әдістерін бөліп, қарастырады, оларға сәйкес әрекеттерді тізімдейді, оларды қалыптастыру үшін жаттығулардың мысалдарын келтіреді деген қорытынды жасауға үйренеді. Бірақ осы әдістің әрбір әрекетін үйрету үшін міндеттер жиынтығын әзірлеу және осы материалды зерттеу үшін ақпараттық технологияларды қолдану қазіргі мектеп біліміндегі өзекті мәселелердің бірі болып қала береді.



Сурет 1. Теңдеудің түбірлері

Мысал ретінде, графикалық әдісті қолдана отырып, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдістері білімнен дағдыларға ауысуға мүмкіндік береді, іс-әрекет тәсілдерін көрсетеді, бұл өз кезегінде талдау, синтез, жалпылау және т. б. сияқты ойлау әдістерін ашады деп есептейміз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Әбілқасымова А., Корчевский В.Е., Абдиев А., Жұмағұлова З.А. Алгебра және анализ бастамалары. 11-сыныпқа арналған оқулық. - А.: Мектеп, 2020 – 216 б.
- 2 Алгебра и начало анализа: учеб. для 10-11 кл. общеобразоват. учреждений / Ш.А. Алимов, Ю. М. Колягин, Ю. В. Сидоров и др. – 15 изд. М: Просвещение, 2012 – 464 с.
- 3 Шыныбеков А.Н. Алгебра және анализ бастамалары. Жалпы білім беретін мектептің 10-сыныбына арналған оқулық: 3 бас.. – А.: Атамұра, 2014 – 336 б.
- 4 Алгебра және анализ бастамалары: Қоғамдық-гуманитарлық бағыттағы жалпы алпы білім беретін мектептің 10-сыныбына арналған оқулық. 1-бөлім /Пак О.В., Ардақұлы Д., Ескендірова Е.В. - А.: Алматыкітап, 2019. – 240 б.
- 5 Алгебра. Жалпы алпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық /Әбілқасымова А.Е., Кучер Т.П., Корчевский В.Е., Жұмағұлова З.А. - А.: Мектеп, 2014 – 272 б.
- 6 Алгебра және анализ бастамалары. Орта білім беретін мектептің 10-11 сыныптарына арналған оқулық: 5 бас. /Колмогоров А.Н., Абрамов А.Н., Дуднищын Ю.П. және т.б. - А.: Мектеп, 2001 – 352 б.
- 7 Алгебра 7 класс. / Никольский С.М., Потапов М.К., Решетников Н.Н., Шевкин А.В. – М: Просвещение, 2015. Никольский С.М. Алгебра 7 сынып, Просвещение 2015. – 287 с.
- 8 Алимов Ш.А., Колягин Ю.М., Ткачева М.В. Решебник по алгебре. - М: Просвещение, 2014 – 385 с.
- 9 Мордкович А.Г. Алгебра, 7 класс. В 2ч. Ч.1. Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / 17 изд. доп. М.:Мнемозина, 2013. – 175 с.

References:

1. Äbılqasymova A., Korchevski V.E., Abdiev A., Jūmağūlova Z.A. Algebra jäne analiz bastamalary. 11-synypqa arnalğan oqulyq. - A.: Mektep, 2020 – 216 b.
2. Algebra i nachalo analiza: ucheb. dlä 10-11 kl. obşeoobrazovat. uchrejdeni / Ş.A. Alimov, İu. M. Kolägin, İu. V. Sidorov i dr. – 15 izd. M: Prosveşenie, 2012 – 464 s.
3. Şynybekov A.N. Algebra jäne analiz bastamalary. Jalpy bilim беретin mekteptiñ 10-synybyna arnalğan oqulyq: 3 bas.. – A.: Atamūra, 2014 – 336 b.
4. Algebra jäne analiz bastamalary: Qoğamdyq-gumanitarlyq bağyttağy jalpy alpy bilim беретin mekteptiñ 10-synybyna arnalğan oqulyq. 1-bölim /Pak O.V., Ardaqūly D., Eskendirowa E.V. - A.: Almatykitap, 2019. – 240 b.
5. Algebra. Jalpy alpy bilim беретin mekteptiñ 7-synybyna arnalğan oqulyq /Äbılqasymova A.E., Kucher T.P., Korchevski V.E., Jūmağūlova Z.A. - A.: Mektep, 2014 – 272 b.
6. Algebra jäne analiz bastamalary. Orta bilim беретin mekteptiñ 10-11 synyptaryna arnalğan oqulyq: 5 bas. /Kolmogorov A.N., Abramov A.N., Dudnysyn İu.P. jäne t.b. - A.: Mektep, 2001 – 352 b.
7. Algebra 7 klas. / Nikölski S.M., Potapov M.K., Reşetnikov N.N., Şevkin A.V. – M: Prosveşenie, 2015. Nikölski S.M. Algebra 7 synyp, Prosveşenie 2015. – 287 s.
8. Alimov Ş.A., Kolägin İu.M., Tkacheva M.V. Reşebnik po algebre. - M: Prosveşenie, 2014 – 385 s.
9. Mordkovich A.G. Algebra, 7 klas. V 2ch. Ch.1. Uchebnik dlä uchaşihsä obşeoobrazovatelnyh uchrejdeni / 17 izd. dop. M.:Mnemozina, 2013. – 175 s.

УДК 372.851
МРНТИ 27.01.45

<https://doi.org/10.51889/4648.2022.64.67.012>

А.Б. Кокажаева^{1*}, Б.С. Ханжарова¹, Г.О. Сейтбекова¹, У.С. Шонбасова¹, Г.А. Батырбаева¹

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: kokazhaemangul@gmail.com

СТАНДАРТТЫ ЕМЕС МӘТІНДІК ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУДЫ ОҚЫТУДЫҢ ӘДІС-ТӘСІЛДЕРІ

Аңдатпа

Мақалада жалпы оқушылардың орта білім беру жүйесіндегі алған математикалық білімдері практикалық маңыздылығымен, оның ойлауын дамыту мен қалыптастырудағы мүмкіндіктерімен, шындықты білудің ғылыми әдістері туралы идеяларды құруға қосқан үлесімен анықталатындығы туралы баяндалған. Бүгінгі мектептің өзекті міндеті әр оқушыға өз мүмкіндіктерін сезіну және білім беру қызметінің мазмұны мен формаларын қолда бар таңдау негізінде өзінің білім беру траекториясын қамтамасыз ету болып табылады, соның негізінде пәнді тереңдетіп оқуға және оқушыларды бейінді жоғары оқу орындарында білім беруді жалғастыруға дайындауға бағытталған авторлардың еңбектерін негізге алып мысалдар келтірілген. Мақала тақырыбының өзектілігі мен мақсаты, сонымен қатар, математиканы оқыту нәтижелеріне қойылатын заманауи талаптар пәндік білімді игерумен оларды күнделікті өмірде, практикалық мәселелерді шешу барысында қолдану және мектеп бағдарламасында стандартты емес мәтіндік есептерді шешудің бірнеше әдіс-тәсілдері қарастырылып, оларды тақырыпқа сәйкес 5-6 (бақылау және тәжірибелік) сыныптарда жүргізілген эксперимент нәтижелері диаграмма арқылы көрсетілген. Стандартты емес есептерді шешуде қолданылатын әдістерді қолдана отырып, мәтіндік есептерді шешудің мысалдары мен нұсқаулары келтірілген.

Түйін сөздер: білім беру жүйесі, стандартты емес мәтіндік есептер, күзінеттілік, заманауи технология, шығармашылық, дағды, математикалық сауаттылық.

Аннотация

А.Б. Кокажаева¹, Б.С. Ханжарова¹, Г.Сейтбекова¹, У.С. Шонбасова¹, Г.А. Батырбаева¹

¹Казахский Национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ НЕСТАНДАРТНЫХ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ

В статье рассматриваются математические знания, полученные учащимися общеобразовательной школы в системе среднего образования, которые определяются их практической значимостью, возможностями формирования и развития мышления, вкладом в создание представлений о научных методах познания действительности. Актуальной задачей современной школы является обеспечение собственной образовательной траектории на основе осознания каждым учеником своих возможностей и имеющегося выбора содержания и форм учебной деятельности, приводятся примеры работ авторов, направленных на углубленное изучение предмета и подготовку учащихся к продолжению обучения в профильных вузах.

Современные требования к результатам преподавания математики наряду с освоением предметных знаний предусматривают обучение применению их в повседневной жизни при решении практических вопросов. В статье приведены результаты эксперимента, проведенного в 5-6 (контрольных и экспериментальных) классах по обучению методам решения нестандартных текстовых задач практического содержания, которые представлены в виде диаграммы. Приведены примеры решения и указания к решению текстовых задач с использованием методов, применяемых при решении несандартных задач.

Ключевые слова: система образования, нестандартные текстовые задачи, компетентность, современные технологии, творчество, навыки, математическая грамотность.

Abstract

METHODS AND TECHNIQUES OF TEACHING THE SOLUTION OF NON-STANDARD TEXT TASKS

Kokazhaeva A.B.¹, Hanzharova B.C.¹, Shonbassova U.S.¹, Seitbekova G.O.¹, Batyrbayeva G.A.¹

¹Kazakh national women's teacher training University, Almaty, Kazakhstan,

The article considers the mathematical knowledge gained by students of a comprehensive school in the secondary education system, which is determined by their practical significance, the possibilities of forming and developing thinking, contribution to the creation of ideas about scientific methods of knowing reality. The actual task of the modern school is to ensure its own educational trajectory based on each student's awareness of its capabilities and the available choice of content and forms of educational activity, examples of the authors' works aimed at in-depth study of the subject

and preparing students for continuing their studies in specialized universities are given. Modern requirements for the results of teaching mathematics, along with the development of subject knowledge, provide for training in the use of them in everyday life in solving practical issues. The article presents the results of an experiment conducted in 5-6 (control and practical) classes on teaching methods for solving non-standard textual problems of practical content, which are presented in the form of a diagram. Examples of solutions and instructions for solving text problems using methods used in solving non-standard problems are given.

Keywords: education system, non-standard text problems, competence, modern technology, creativity, skills, mathematical literacy.

Кіріспе

Ғылым мен техниканың заманауи дамуы жағдайында мектеп түлектеріне жоғары талаптар қойылады. Заманауи қоғамға тек білімді ғана емес, сонымен бірге өзінің зияткерлік әлеуетін үнемі дамытып отыратын, өз қызметінің нәтижелеріне сыни көзқараспен қарай білетін, туындаған мәселелерді жаңа ақпарат көздерін қолдана отырып, ерекше түрде шеше алатын тұлға қажет. Ал ондай қасиеттері бар, білікті тұлғаны мектеп қабырғасынан бастап тәрбиелеу қажет.

Жалпы мемлекеттік білім беру стандарттарында оқу нәтижелеріне қойылатын талаптар жаңаша тұжырымдалған, оның басым қағидасы пәндік және пәнаралық күзiреттiлiктердi игерудiң үйлесiмi болып табылады. Мектеп түлегi белгiлi бiр фактiлердi бiлiп қана қоймай, оларды өз қызметiнде қолдана бiлудi, яғни, белгiлi бiр пәннен алған бiлiмдерiн екiншi бiр салаға қолдана бiлудi талап етедi. Бұл талаптарды тек сабақ өту барысында жүзеге асыру мүмкiн емес. Қосымша бiлiм беру арқылы оқушылардың бiлiм, бiлiк дағдыларын қалыптастырып, дамытуға болатындығы барша ұстаздар қауымына аян.

Математика сияқты пән бiлiм беруде ерекше рөл атқарады, өйткенi оны зерттеу интеллектуалды дамуға, қазiргi адамға қажет көптеген қасиеттердi тәрбиелеуге әсер етедi. Осыдан келiп оқушылардың математиканы оқуға, математикалық шығармашылыққа деген қызығушылығын ояту және дамыту мәселесi туындайды. С.П. Столярскийдiң пайымдауынша, оқушылардың математикаға деген оңтайлы көзқарасын анықтайтын факторлардың қатарына және олардың қызығушылығын тудыруы мүмкiн нәрселерге стандартты емес есептердi шешу кезiнде ойлау мүмкiндiгi жатады [1].

Е.В. Колесникованың еңбектерiнде стандартты емес есептi шешу процесiнiң психологиялық сипаттамаларын зерттеу бойынша еңбектерiне талдау жасалынған, онда есептердi шығаруда ойлау процесiнiң фазалары зерттелiп, ақыл-ой әрекетiнiң жалпыланған әдiстерi көрсетiлген және оқушылардың ақыл-ой әрекетiн педагогикалық басқару мүмкiндiктерi қарастырылған [2].

Көптеген шетел ғалымдардың еңбектерi оқушыларды стандартты емес математикалық есептердi шешуге және оларды математиканы оқытуда қолдануға байланысты мәселелерге арналған бiрқатар әдiстемелiк зерттеулерге арналған [3]. Сондай-ақ, қазiргi заманғы бiлiм беру бейiндiк деңгейдегi математика бойынша емтихан тапсыруды көздейтiнiн атап өту маңызды, яғни оқушыларға стандартты емес тапсырмаларды шеше бiлу – бұл емтиханды сәттi тапсыру қажеттiлiгi.

Осы объективтi қарама-қайшылықты жою үшiн қосымша зерттеу қажет, бұл бiздiң жұмысымыздың өзектiлiгiн анықтайды. Математика сабақтарында бiз келесiдей сөз тiркестерiн жиi естiмiз: стандартты емес тапсырма, стандартты емес шешiм, стандартты емес жағдай, стандартты емес тәсiл. Бiз «стандартты емес тапсырма» ұғымының бiрнеше түсiндiрмесiн қарастырдық.

Математиканы оқытудың әдiснамасы мен теориясы туралы әдебиеттерде стандартты емес есептердiң мәнiн ашуға мүмкiндiк беретiн қандайда бiр нақты түсiнiк жоқ. Мысалы, көптеген ғалым педагогтардың еңбектерiнде стандартты емес есепке келесiдей анықтама бередi: «Стандартты емес тапсырма – бұл белгiлi бiр оқушы үшiн қандайда бiр iс-әрекетiнiң нәтижесi болып табылмайтын есеп» және өз тұжырымдама-сының салыстырмалылығын баса көрсетедi [4].

«Стандартты емес тапсырмалар – бұл математика курсының бағдарламасына енгiзiлген оларды шешудiң қандайда бiр нақты ережелерi жоқ есептер». Сондай-ақ, стандартты емес есептердi оқушылар оны қалай шешетiнiн бiлмейдi, оны шешу кезiнде қандай да бiр оқу материалына сүйену керек [5].

«Стандартты емес мәтiндiк есептердi шешудiң шығармашылық механизми» атты кiтабында математикалық есептердiң, соның iшiнде стандартты емес есептердiң мән-мағынасына түсiнiк берiп, мысалдар келтiредi. Есеп – қол жеткiзуге болатын мақсат деп аталады. Ал, математикалық есеп – бұл математиканың белгiлi бiр саласы бойынша белгiлi бiр дағдылар мен бiлiм негiзiнде шешудi, сондай-ақ дерексiз ақыл-ой белсендiлiгiнiң логикалық аспектiлерiн дамытуды қажет ететiн мәселе.

«Стандартты емес есептерді шешу» келесідей сипатталады: «Стандартты емес тапсырма – бұл репродуктивті шешу әдістерімен ашылмайтын шығармашылық және ерекше бастаманы қамтитын тапсырма. Мұндай есеп өз шешімін табуды талап етеді» [6].

Қиындығы жоғары есептердің шарттары оқушыларға математика есептерін шешу үшін қажет математикалық аппаратты білуге мүмкіндік береді. Мұғалім білім беру бағдарламасында қарастырылған білімді бекіту процесін бақылауды жүзеге асырады. Стандартты емес мәтіндік есептерді зерттеу сипатының болуын білдіреді [7].

П.Ю. Бутакова стандартты емес мәтіндік есептерді жіктеу арқылы, олардың келесі бір түрін анықтады: мектеп математика курсында оқытылатын тақырыптар негізінде, бірақ күрделілігі жоғары олимпиадалық есептер. Олар математикаға белгілі бір қызығушылығы бар оқушыларға ұсынылады; бұл тапсырмалар мектеп бағдарламасының белгілі бір бөлімдерімен байланысты болады [8].

Тиісті жаттығулар оқу материалын тереңдетеді, мектеп курсының ережелерін жинақтайды және толықтырады, күрделі тапсырмаларды шешу дағдыларын дамытады, математикалық ой-өрісін кеңейтеді. Көптеген стандартты емес мәтіндік есептердің мектеп бағдарламасына тікелей қатысы жоқ және арнайы математикалық дайындықты қажет етпейді. Мұндай қиындығы жоғары тапсырмалар әлі күнге дейін шешімін таба қойған жоқ [9].

Зерттеу материалдары және әдістері

Мектеп математика курсына бағдарламаға сәйкес қызықты түрде берілген стандартты емес тапсырмалар эмоционалды сәтті ақыл-ой сабақтарына әкеледі. Оларды шешу үшін әрдайым есте сақталған ережелер мен әдістерді қолдану қажет емес, олар барлық жинақталған білімді жұмылдыруды талап етеді, шешудің өзіндік, шаблондық емес тәсілдерін іздеуге үйретеді, ақыл-ойды дамытады. Сондықтан мектеп математика курсына стандартты емес есептерді жиі-жиі шығару өте өзекті және қажет. Жалпы зерттеу жұмысымыздың *мақсаты*: «Стандартты емес мәтіндік есептердің» мазмұнымен танысу және олардың математиканы зерттеудегі рөлін қарастыру.

Жалпы стандартты емес есептердің түріне мыналар жатады: тапқырлыққа арналған басқатырғыштар және әртүрлі сандық ребустар; есептеуді талап етпейтін, бірақ нақты пайымдау тізбегін құруға негізделген логикалық есептер; практикалық тапқырлық пен математикалық дамуды біріктіруге негізделген есептер; тапсырма-әзілдер; кейбір шарттарды қанағаттандыратын ұсынылған объектілердің әртүрлі комбинацияларын қарастыратын комбинаторлық тапсырмалар.

Сонымен, стандартты емес мәтіндік есептерді шешудің математик бірнеше ғалымдардың ұсынған жіктеуін қарастыралық. Стандартты емес мәтіндік есептерді шешу – бұл өнер. Олар проблемаларды шешуге арналған іс-әрекеттерді терең, әрі тұрақты интроспекциялау және әртүрлі мәселелерді шешуде үнемі жаттығулар нәтижесінде ғана игерілуі мүмкін [10]. Бұл процесте кейбір тапсырмалар жүйесін қолдану қажет. Стандартты емес мәтіндік есептерді шығаруды оқыту әдістемесі сыртқы және ішкі элементтердің пайда болуына әсер етеді [11-13].

Сыртқы элементтердің пайда болуының маңызды қасиеттерінің бірі – оқушыны шығармашылық қызметке бағыттайтын интегралды қасиет. Оның пайда болуымен және оқу процесінде дамуымен кейбір аспектілер өзгереді: шығармашылық түрі, білім, шығармашылық ойлау, шығармашылық өзіндік жұмыс дағдылары. Мысалы, алтыншы сынып оқушыларының стандартты емес есептерін шешуге оқыту әдістемесі кейбір аспектілерді қамтиды. Біріншіден, алтыншы сыныпқа арналған бағдарлама бойынша оқу кезінде не нәрсеге назар аудару керектігін анықтаймыз. Екіншіден, біз стандартты емес мәтіндік есептерді шешуге үйрету бойынша әртүрлі ұсыныстарды зерттейміз. Үшіншіден, оқу қиындықтарын болдырмас үшін қандайда бір әдістерге назар аударамыз. Алтыншы сынып оқушылары үшін арифметикалық амалдарды орындай білу дағдылары қажет. Оқушылар кез келген екі орынды санның дәреже көрсеткіштерін (мыңға дейінгі) білуі керек. Ал екі орынды санды келесі бір екі орынды санға тез көбейтіп, мәнін жылдам есептеу үшін біз оларға «квадраттардың айырмасы» формуласын көрсетеміз және оны ауызша көбейтуді үйретеміз.

Мысалы:

$$17 \times 19 = (18 - 1) \times (18 + 1) = 324 - 1 = 323;$$

$$13 \times 17 = (15 - 2) \times (15 + 2) = 225 - 4 = 221;$$

$$24 \times 28 = (26 - 2) \times (26 + 2) = 676 - 4 = 672.$$

Мұндай есептеулероқушылардың есепті ойшашығара білу потенциалын арттырады, маңызды алгебралық формуланы игеруге мүмкіндік береді және квадраттарды есте сақтау кезінде керемет жаттығу болып табылады.

Сандармен ребустар – бұл керемет үй тапсырмасы. Алтыншы сынып үшін логикалық блок аса маңызды. Қазіргі уақытта стандартты емес есептерді шешу құралы ретінде «қоян қораптары» атты Дирихле принципі, паритет және симметрия нұсқалары бар ойындар мен тапсырмалар сияқты маңызды тақырыптарды сабаққа қолдануға болады.

Дирихле принципінде келесідей принциптер бар: 1. Толып кету принципі. 2. Толтыру принципі. Жалпы тұжырым: егер m қояндар n торда болса, онда m/n қояндарынан кем емес тор («толып кету») және m/n қояндарынан аспайтын тор («толтырылмаған») болады. Мысалы, егер қояндар 25, ал жасушалар 8 болса, онда кем дегенде $25/8$ болатын тор болады, яғни, кем дегенде 3 қоян және $25/8$ аспайтын тор, яғни 3 қояннан аспайды.

Мектеп математика курсына стандартты емес есептерді шығарудың екі тәсілі көрсетілген. Арифметикалық және алгебралық тәсілдерге сүйене отырып шығару.

Арифметикалық әдісте ізделініп отырған шаманың мәндерін сандық өрнек құрып, нәтижені есептеу арқылы анықталады. Ал, алгебралық әдісті қолданып есептер шығарғанда негізгі ой-әрекеті есепті шешудің бірінші кезеңіне: есептің шарттарын талдауға және есеп шартына сәйкес теңдеулер немесе теңсіздіктер құрастыруға бағытталады. Есептерді шешу үшін теңдеулер қолданылады. Теңдеу құрудың ережесі бар, белгілі, белгісіз болып шығады, x - үшін белгісіздің жазылуы.

Сондықтан өрнек түріндегі есептерді шығару жазбасы енгізіледі. Оқушылар есептің шартына қарай құрастырылған өрнектердің мағынасын түсіндіруге жаттығады, есептің берілген шартына сәйкес өрнектер алып, сонымен қатар өрнек түрінде жазылған шешіміне қарай есептер құрастырады. Ең қиын сәттердің бірі – есепті теңдеу түрінде жазу, сондықтан теңдеуді құрудың басында көрнекі құралдар сызбалар, схемалар, кестелер қолданылады.

Бірлескен жұмысқа арналған тапсырмаларды стандартты түрде шешу кезінде бассейнің көлемі, жұмыс көлемі, объектілердің жүріп өткен жолы 1 (бір) деп алынды. Оқулықта түсіндірілген әдіс бойынша осы есептерді шығардық. Бірлесіп жұмыс істеуге арналған тапсырмалар қозғалысқа арналған тапсырмалар сияқты болғанымен, сәл басқаша және қызықтырақ болды. Мұнда біз бірдей терминдер мен белгілерді қолдандық. Уақытты қашықтық пен жылдамдықтың коэффициенті ретінде табуға

болады. Қозғалыс формуласын қолданып, сызба бойынша есепті құрастыру арқылы $t = \frac{S}{V}$ уақытын табуға болады. Енді сөзімізді растау үшін мектеп математика курсына шығарылған бірнеше есептерді мысал ретінде ұсынбақпыз.

1-есеп. Бір шебер тоңазытқышты 12 сағатта, ал екіншісі 6 сағатта жөндейді. Екі шебер бірге жұмыс жасаса, тоңазытқышты неше сағатта жөндеп бітеді?

Шешуі: $EKOE(12; 6)=12$, себебі 12 өзіне және 6 қалдықсыз бөлінеді. Яғни, бірінші шебер бір тоңазытқышты 1 сағатта, ал екінші шебер 2 тоңазытқышты 1 сағатта орындайды делік.

1 сағатта 2 шебердің жұмысы 12 тоңазытқыш, ол $EKOE(12; 6)=12$, яғни $S=12$;

$$t_1 = 12c, \quad t_2 = 6c;$$

$$V_1 = \frac{1x}{c}; \quad V_2 = \frac{2x}{c};$$

$$t_{1+2} = \frac{S}{V_1 + V_2} = \frac{12}{3} = 4$$

Жауабы: Екі шебер бірігіп тапсырысты 4 сағатта аяқтайды.

2-есеп. Хауызды (бассейн) бірінші құбыр 12 минутта толтырса, екінші құбыр 15 минутта толтырады. Екі құбырдан бірдей су ағызу арқылы хауызды (бассейнді) неше минутта толтыруға болады?.

Шешуі: Хауыздың (бассейн): $EKOE(12; 20)=60$.

Яғни, 1-ші құбыр, $\frac{12}{60} = \frac{1}{5}$ бөлігін толтырса; 2-ші құбыр $\frac{20}{60} = \frac{1}{3}$ бөлігін 1 минутта толтырады деген сөз. Сонымен, $S=60$;

$$t_1 = 12c, \quad t_2 = 20c;$$

$$V_1 = \frac{5x}{c}; \quad V_2 = \frac{4x}{c};$$

$$t_{1+2} = \frac{S}{V_1 + V_2} = \frac{60}{8} = 7,5$$

Жауабы: 7 минут 5 секунд.

Оқушылардың берілген мәтінге сәйкес теңдеулерді қолданып есептер шығару дағдысын қалыптастырудың қажетті талабы – олардың шарттарына негізделген өрнектерді құра білу. Теңдеу құру арқылы шығарылатын есептер алғырлыққа, салыстыруға, белгісіз шамаларды анықтауға, есептің нәтижесін тексере білуге тәрбиелейді.

Теңдеу құруға берілген есептерді шығару үшін төмендегі шарттарды орындау керек: есептің мәтінін толық түсіну; белгісіз шамаларды анықтау; теңдеу құру; құрылған теңдеуді алгебралық амалдарды қолдану арқылы шешу; теңдеудің шешімдерін зерттеу; есепке анализ жасау; есептің толық жауабын жазу. Мысалы төмендегідей есептерді теңдеу құру арқылы шығарып көрейік.

3-есеп. Баласы 6 жаста, әкесі 30 жаста. Неше жылдан соң, әкесінің жасы баласының жасынан 3 есе артық болатынын анықтаймыз.

Шешуі: Есептің мәтінін толық талдап, теңдеу құрайық. x жылдан соң әкесінің жасы баласының жасынан 3 есе артық болсын делік. Яғни, x жылдан соң: баласы $(6+x)$ – жаста болады; ал әкесі $(30+x)$ – жасқа келеді. Ал, есеп шарты бойынша, x жылдан соң әкесінің жасы баласының жасынан 3 есе артық болуы керек. Ендеше:

$$\frac{(30+x)}{(6+x)} = 3;$$

$$30+x = 18+3x \quad \text{Тексеру: } \frac{(30+6)}{(6+6)} = \frac{36}{12} = 3$$

$$2x = 12$$

$$x = 6$$

Жауабы: 6 жылдан соң әкесінің жасы баласының жасынан 3 есе артық болады.

4-есеп. 8 бірдей пальто тігу үшін 24 м мата жұмсалды. 2 бірдей пальтоға қанша метр мата қажет?

Шешуі: Кесте құрамыз және тігілген пальто санының өзгеруіне байланысты матаның жалпы шығыны қалай өзгеретінін байқаймыз (1 пальтоға шығыны – тұрақты шама).

Пальто саны	1	2	3	4	5	6	7	8	...	A	...	B
Матаның жалпы шығыны (м)	3	6	9	12	15	18	21	24	...	K	...	X

Бірінші және екінші жолдардағы сандарды салыстыру келесі жағдайларды анықтауға мүмкіндік береді: тігілген пальто санының ұлғаюымен (азаяюымен) және оларды тігуге жұмсалатын матаның мөлшері артады (азаяды); әрбір келесі тігілген пальтомен матаның шығыны 3 м-ге артады (оны тігу үшін сонша метр мата қажет).

Қарастырылып отырған шамалардың тікелей пропорционалды тәуелділігін анықтау үшін кестенің келесідей фрагментін алу керек, осылайша өнімдер саны бірнеше есе артады, мысалы, біздің жағдайда 2 есе артады.

Пальто саны	1	2	3	4	8	16	32	...	A	...	B
Матаның жалпы шығыны (м)	3	6	12	24	48	96	192	...	K	...	X

Бірінші және екінші жолдардың көршілес сандарын салыстыра отырып, егер өнімдердің саны 2 есе өссе, онда матаның шығыныда 2 есе өсетініне көз жеткіземіз.

Осы шамалардың 2 жұп мәндерін салыстыра отырып: 4 пальтоға – 12 м және 32 пальтоға – 96 метр мата жұмсалатындығын және өнімдер санының 8 есе артқандығын байқадық ($32 : 4 = 8$) мата шығынының 8 есе өсуіне әкелді ($96 : 12 = 8$).

Жалпы түрде: Егер: $B: A = N$ (рет) болса, ондах-тің саны K -ге қарағанда N рет көп. Бұл шамалардың тікелей пропорционалды тәуелділігі, оны басқаша түсіндіруге болады: егер өнімдердің санын бірнеше есе азайтса, онда матаның шығыны да сонша есе азаяды. Сонымен, 32 пальтоға 96 м, ал 4 пальтоға 12 м қажет: 32 саны 8 есе азайды да 4 шықты және 96 метр 8 есе азайды 12 алдык.

Енді осы есепті шешудің төмендегідей 2 әдісін табу қиын емес.

<i>1 өнімге жұмсалатын шығын</i>	<i>Өнім саны</i>	<i>Жалпы шығын матаға</i>
<i>Бірдей</i>	<i>2 пальто</i> <i>8 пальто</i>	<i>? м</i> <i>24 м</i>
<i>1 жол:</i> $24:8=3(м) - 1$ пальтоға; $3 \cdot 2=6(м) - 2$ пальтоға.	<i>2 жол:</i> $8: 2=4$ - өнімдер 4 есе аз, сондықтан матаны 4 есе аз пайдалану керек; $24: 4 = 6 (м) - 4$ есе аз	

Берілген тапсырманың шартын және сұрақты өзгерту арқылы 3-есептен алынған 4-есептің мысалында шамалардың тура пропорционалды тәуелділігін пайдаланудың басқа нұсқасын көрсетеміз.

5-есеп. Тігін фабрикасында шебер тігінші бірдей пальто тігіп, оларға 24 м мата жұмсады. Оның шәкірті 2 бірдей пальто тігіп, оларға 6 м мата жұмсады. Шебер мен оқушы қанша пальто тігеді?

<i>1 өнімге жұмсалатын шығын</i>	<i>Өнім саны</i>	<i>Матаның жалпы шығыны</i>
<i>Бірдей</i>	2 пальто $? \} ?$	6 м 24 м

Берілген есептің мағынасына қарай талдау жасап, келесі тәсілдермен шешілетін жаңа тапсырма аламыз.

<i>1 тәсіл:</i>	<i>2 тәсіл:</i>
$6 : 2 = 3 (м) - 1$ пальтоға;	$6 : 2 = 3 (м) - 1$ пальто тігуге;
$24 : 3 = 8$ (пальто) – 24 м-ден;	$24 + 6 = 30 (м) -$ барлық пальтоны тігуге кететін мата;
$8 + 2 = 10$ (пальто) – барлығы.	$30 : 3 = 10$ (пальто) – шебер мен оқушы тіккен.
<i>3 тәсіл:</i>	<i>4 тәсіл:</i>
$24 : 6 = 4$; яғни матадан 4 есе көп;	$24 + 6 = 30 (м) -$ жалпы мата ұзындығы;
$2 \cdot 4 = 8$ (пальто) бұл жағдайда да 4 есе көп.	$30 : 6 = 5$, яғни 5 есе көп;
Шебер мен оқушы $8 + 2 = 10$ (пальто) тіккен.	$2 \cdot 5 = 10$ (пальто) – оларда 5 есе көп.

Нәтижелері

Көптеген әдістемелік әзірлемелерде стандартты емес мәтіндікесептерді шешудің мектеп математика курсына рөлі жете бағаланбайды, оларды оқу процесінде қолданудың арнайы әзірленген әдістемесі жоқ. Математиканы пәнін оқытуда стандартты емес мәтіндікесептерді шығару бойынша мақсатты жұмыстар іс жүзінде жүргізілмейді: есептің мәтініне талдау жасау барысында онымен жұмыс істеудің дидактикалық шарттары жеткілікті деңгейде қарастырылмайды. Сонымен қатар бұл жерде оқушылардың жас және жеке ерекшеліктері ескерілуі тиіс. Осыған байланысты оқушылар арасында осындай кемшіліктерді жоюға көмектесетін курстар құрып сабақ өткізу идеясы туындады [14].

Математика сабағында стандартты емес мәтіндікесептерді шығару оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырумен қатар, олардың теориялық білімдерін практикада қолдана білу дағдыларын қалыптастырады. Математикадағы стандартты емес мәтіндік есептерді дұрыс талдап, шешу арқылы алынған нәтижелерден ондағы пәнаралық интеграцияның тиімділігін бағалауға және ұқсас

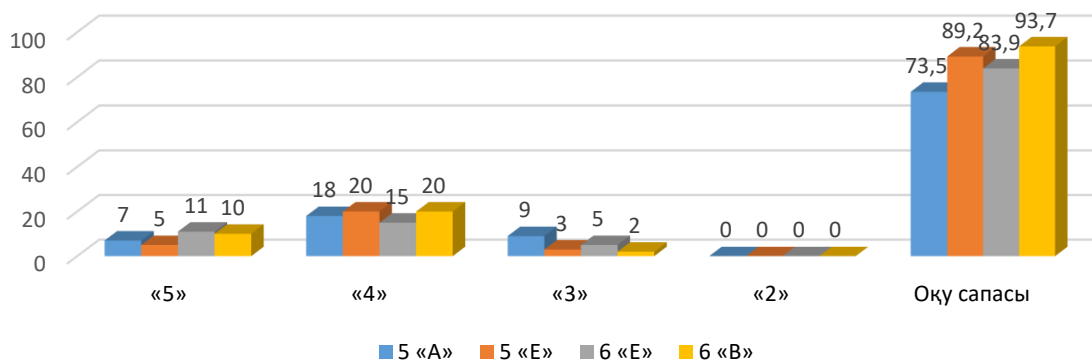
терминдерді дұрыс пайдалану білуге мүмкіндік береді. Осыған негізделіп жыл бойы жүргізілген тәжірибелік жұмысымыздың нәтижелерін қарастыралық.

Эксперименттік зерттеулер Алматы қаласындағы «М.В. Ломоносов атындағы №38 Қазақстан-Ресей» гимназиясының 5 және 6 сыныпоқушыларына (бақылау тобы: 5«А» сыныбы, 34 оқушы, 6 «В» сыныбы, 32 оқушы саны; эксперименттік топ: 5 «Е» сыныбы, 28 оқушы; 6 «Е» сыныбы, 31 оқушы) жүргізілді. Оқушыларға ұсынылған тапсырмалар әртүрлі оқу құралдарынан алынып, ішінара қайта өңделді.

Алғашқыда оқушылардың білім деңгейлерінен айтарлықтай айырмашылықтар байқалмады. Бақылау тобында күнделікті жоспарға сәйкес, ал тәжірибелік сыныптарда интеграциялық әдіс-тәсілдер жоғары да келтірілген бірнеше мысалдар негізінде әртүрлі мазмұндағы мәтіндік есептерді пайдалану арқылы өткізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша бақылау және тәжірибелік сыныптарда оқу үлгерімінің орташа көрсеткіші өзгеріп отырды (Сурет 1).

Математика сабақтарына басқа пәндердің элементтерін кіріктіре отырып оқыту, сабақ өту барысында оқушылардың оқу үлгерімдерінің бірнеше пайызға артқандығын байқатты.

Математика пәні бойынша оқушылардың оқу үлгерімдері



Сурет 1. Математика пәні бойынша оқушылардың оқу үлгерімдері

Математиканы пәнін оқытуда стандартты емес мәтіндік есептерді шығару барысында әртүрлі әдіс-тәсілдерді тиімді пайдалана білу нәтижелерін салыстырмалы талдауда танымдық оқу іс-әрекеттерінің қалыптасу деңгейлері жоғары оқушыларда 9,7 пайызға, танымдық оқу іс-әрекеттерінің қалыптасу деңгейлері орташа оқушыларда 6,4 пайызға, ал үлгерімі төмен оқушыларда пәнге деген қызығушылықтың пайда болғаныны анықталды.

Диаграмма деректеріне сүйене отырып, біз оқушылардың ең үлкен қиындығы бақылау сыныптарының тапсырмасы екенін анықтадық. Бұл оқушының қосымша теориялық білімінің болуын қамтамасыз етпейді, алайда стандартты емес шығармашылық тәсілді қажет етті.

Математика сабақтарында стандартты емес мәтіндік есептерді шығару барысында интеграциялық әдіс-тәсілдерді қолдану, оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырып, сабақ үлгерімдерінің артқандығын байқатты. Сабақтағы мәтіндік есептерді байланыстыра оқыту үшін мектеп ұстаздарына қандайда бір тапқырлықты және жоғары интеграциялық шеберлікті талап етеді. Жалпы мектеп математика курсына стандартты емес мәтіндік есептерді шығаруды нәтижелі жүргізу үшін келесідей *әдістемелік нұсқау* қажет: есептің мәтінімен танысып болған соң, оның сызбасын салу немесе кесте құру ұсынылады; көмекші элементті енгізу; тапсырма сұрағына жауап іздеу барысында өзі таңдаған әдісті қолдануға болады; тапсырманы қайта тұжырымдау, яғни есептің шешімі түсінікті болу үшін; тапсырманың шартын немесе сұрағын бөліктерге бөліп, мәтінді бөліктерге бөлуге болады; құрылған сызбаны немесе кестені пайдаланып есепті шешу; есептің жауабын талдау.

Сабақты интеграциялап оқытудың басты ерекшелігі – пәндердің өзара байланысын жүйелей білу. Интеграцияланған пәндердің өзара байланыстарын, процестерін кеңінен зерттеуге, зерттелетін тақырыптың мәнін тереңірек ұғуға, шынайы өмірмен байланысын түсіне білуге және теориялық білімді практикада қолдана білуге көмектеседі.

Талқылау

Бүгінгі математикалық білім берудің маңызды проблемасы – көптеген оқушылардың теориялық интеллектуалды белсенділігіне төмен мотивация және интеллектің (логикалық ойлаудың) формальды-операциялық құрылымдарының дамуының тапшылығы болып отыр.

Екінші жағынан, бұл тапшылыққа балалардың интеллектінің дамуына ықпал етпейтін педагогиканың авторитарлық әдістері және математика ғылымына деген қызығушылықты төмендететін ұжымдық жұмыс әдістері әкелді. Сондықтан бүгінгі білім берудің маңызды жағы математиканы оқудағы білім беру процесін даралау және мұғалімдердің баланың интеллектісін дамытуды тьюторлық сүйемелдеуі болып табылады.

Математикалық есептерді шешудің стандартты емес әдістері бойынша оқытылатын сабақ ол, мектеп оқушыларының интеллектуалдық мүмкіндіктерін кеңейте отырып, білім беруді ашық ету арқылы *өзекті* болып табылады. Екіншіден, қорытынды аттестаттау шеңберінде математикалық құралдарды еркін меңгеруді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, математика білімнің пәндік саласы бола отырып, жеке тұлғаның өзін-өзі жүзеге асыруына ықпал ететін логикалық ойлауды, жалпы интеллектті және коммуникативті дағдыларды дамытуға ықпалы зор болмақ. Стандартты емес мәтіндік есептерді шығару білімнің басқа салаларында математикалық есептеулерді қолданбалы пайдаланудың кеңеюіне байланысты өзекті болып табылады. Мұндай есептерді жиі шығару оқушылардың қажеттіліктерін, мүмкіндіктерін бағалауға және одан әрі өмір жолын дұрыс таңдауға көмектеседі.

Кіші жасөспірімдермен математика бойынша жұмысты бастай отырып, біз 5-6 сыныптарда пәнді екі бөлімге бөлу аясында математикалық қабілеттерді талдау тестін өткіздік, алынған нәтижелерді тапсырмалар пакеттерін қалыптастыру үшін саралағанмызда: шығармашылық деңгейі төмен оқушыларға – дамыту пакеттері, шығармашылық деңгейі орташа – күрделілігі жоғары тапсырмалар, жоғары деңгейлі – шығармашылық тапсырмалар беруге керектігін түсіндік.

Нәтиже көрсеткендей, мұндай саралау оқушылардың қарқынды және үйлесімді дамуына ықпал етеді. Математикалық білім беруді жаңғырту бағыттарының бірі ретінде стандартты емес мәтіндік есептерді оқытудың мақсаты пәнді тереңдетіп оқытуды қамтамасыз ету және оқушылардың теориялық алған білімдерін пәнаралық байланысқа негізделе отырып практикада еркін қолдана білуі болып табылады.

«Математикадан стандартты емес мәтіндік есептерді шешудің әдістері» курсы орта мектептің жалпы математика курсына кірмейтін, бірақ оны одан әрі зерттеу кезінде, емтихан түрінде қорытынды аттестаттау кезінде қажет мәселелерді зерттеуді қамтиды. Емтихандарда стандартты емес әдістермен шешілетін есептердің пайда болуы кездейсоқ емес, өйткені олардың көмегімен қарапайым математика формулаларын, теңдеулер мен теңсіздіктерді шешу әдістерін, логикалық ойлау тізбегін құра білу, оқушылардың логикалық ойлау деңгейі және олардың математикалық мәдениеті тексеріледі.

Мектеп бағдарламасында осы типтегі мәселелерді шешуге тиісті көңіл бөлінбейді, оқушылардың көпшілігі (физика-математикалық профильдік топтар емес) мұндай тапсырмаларды мүлдем орындай алмайды немесе қате шығарады. Мұның себебі – мектеп оқулықтарында осы тақырып бойынша тапсырмалар жүйесінің аздығы. Стандартты емес мәтіндік есептерді шешудің әртүрлілігі мектеп математикасының бүкіл курсына қамтиды, сондықтан оларды шешу әдістерін мектеп математикасының негізгі бөлімдерін, математикалық және логикалық ойлау деңгейін білу критерийі ретінде қарастыруға болады. Математикадан стандартты емес мәтіндік есептерді шешудің әдістерін зерттеу нақты оқу-зерттеу жұмысы үшін тамаша материал береді. Ол оқушыларға білімдерін жүйелеуге, кеңейтуге және нығайтуға, математиканы одан әрі оқуға дайындалуға, әртүрлі деңгейдегі әртүрлі мазмұнмен берілген есептерді шешуді үйренуге мүмкіндік береді.

Қорытынды

Жоғарыда келтірілген ұстанымдарға сүйене отырып, математикадағы стандартты емес мәтіндік есептерді шешудің әдістері математикалық ойлауды да, математикалық құзыреттілікті де қалыптастыру құралы болып табылады. Сонымен қатар, табиғат пен технологияның белгілі бір процестерінің математикалық модельдері әрдайым дәстүрлі тәсілдермен емес, математикалық өңдеуді қажет етеді. Математиканы игерудің стандартты емес тәсілдері тұлғалық, реттеуші және коммуникативті іс-әрекеттер арқылы тұлғалық (өзін-өзі жетілдіру және өзін-өзі бағалау), мета-пәндік (мақсат, міндет және оларды шешу процестерін қалыптастыру) және пәндік нәтижелерді қалыптастыруға ықпал етеді [15].

Мектеп оқулықтарында көбінесе бір немесе екі ғана шартпен берілетін қарапайым стандартты мәтіндік есептер қайталанып отырады. Соның әсерінен математиканың алдында тұрған негізгі талап – оқушылардың логикалық ойлау қабілеттерін дамыту, сонымен қатар математика пәнінде күнделікті өмірде кездесетін есептерді шығаруға үйрету, математикалық модель құра білу мәселелері назардан тыс қалуы мүмкін.

Мәтін есептерді тура талқылауды керек ететін арифметикалық тәсілдерді қолдана отырып шығарудың логикалық ойлауды дамытуда берері зор және арифметикалық тәсілді жақсы меңгергенде мәтін есептерге жылдам, әрі дұрыс тендеу құра алады.

Есептің мағынасын, есепте берілген іс-әрекеттерді толығымен түсінуге, есептің шартын жазуға қалыптасуымыз керек. Содан кейін шығару тәсілдерін бекіткен дұрыс болады. Сонымен қатар математика пәнінен алынған білімді өмірде жиі қолдануға тура келетіндіктен, өмірмен байланысты есептерді шығару - танымдылық пен қызығушылықты арттыруға зор үлес қосады. «Есепті жеңу ол - ой жеңісі, жігерлік жеңісі».

Есеп шығару барысында, әдіс-тәсілдерді қолдануды одан әрі байытып, өрістетуге, оған қатысты дербес жағдайларды тұжырымдау, сөйтіп танымдық қабілеттерін қалыптастыруда, математикалық ойлау дербестігін дамытуда айрықша роль атқарады. Есеп шығарудың әр алуан әдістерін үйрену маңызды да жауапты міндеттердің бірі. Математиканы игерудің стандартты емес тәсілдері, пәннен тыс сала ретінде білім беру ортасын дамытады. Оқушыларда мұндай дағдыларды қалыптастыру математиканы оқытудың негізгі мақсаттарының бірі болып табылады. Мектеп оқушыларының есептерді шешудің әртүрлі әдістері мен тәсілдерін меңгеруі олардың кейінгі оқуының сәтті өтуіне жағдай жасайды, оқушыларды өмірде туындайтын жағдайларды шешуге, яғни «болашақ өмірге» дайындайды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Столярский С.П., Исаева Т.А. Применение личностно-ориентированных технологий в преподавании математических дисциплин // Вестник военного образования, 2019, №5 (20), с.70-73.
- 2 Колесникова Е.В. Я решаю логические задачи: Математика для детей 5-7 лет. 2-е изд., исправл. – М.: ТЦ Сфера, 2017. – 48 с.
- 3 Кузнецова И.В. «Развитие методической компетентности будущего учителя математики в процессе обучения математическим структурам в сетевых сообществах» Автореф. дисс... д.п.н., Архангельск 2015, 42 с.
- 4 Хомяков Д.В. Математика. Все задачи для начальной школы. 1-4 классы. М.: Издательство АСТ, 2019, - 223 с.
- 5 Денищева Л.О. Избранные вопросы методики преподавания математики: учебно-метод. пособие [Электронный ресурс] / Департамент образования г. Москвы, Гос. автоном. образоват. учреждение высш. образования г. Москвы «Моск. гор. пед. ун-т» (ГОУ ВО МГПУ), – М.: МГПУ, 2016. – 155 с.
- 6 Дрозина, В. В. Механизм творчества решения нестандартных задач: учебное пособие / Дрозина В. В., Дильман В. Л. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 258 с.
- 7 Ларина Г.С. «Использование контекста повседневной жизни в обучении математике в основной школе: международная перспектива» // Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук НИУ ВШЭ (PhD HSE). – Москва, 2018.
- 8 Бутакова П.Ю., Алферова Н.В. «Решение текстовых задач различными способами» // XLVIII Межрегиональная научно – практическая конференция школьников и учащейся молодежи. – Омск, 2016.
- 9 Абдигапбарова У., Ешенкулова Д., Технология формирования способности учащихся управлять самостоятельной образовательной деятельностью // Кипрский журнал образовательных наук, 2022, № 4, с.25-29.
- 10 Горев П.М. Технология работы с банком нестандартных задач в дополнительном математическом образовании учащихся 5–6-х классов средней школы / П.М. Горев, Ю.В. Бурданова // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2017, № 5, с. 126 - 133.
- 11 Таубаева Ш.Т. Методология и методы педагогического исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ш.Т. Таубаева, А.А. Булатбаева. Электрон. текстовые данные, Алматы: Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, 2015, 214 с.
- 12 Смирнова И. М. Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и педагогическом вузе: коллектив. монограф. / И.М. Смирнова [и др.]. – М.: Прометей, 2017. – 238 с
- 13 Кузнецова Е.В. Нестандартные задачи в школьной математике // Е.В. Кузнецова // Проблема процесса саморазвития и самоорганизации в психологии и педагогике: Сборник статей по итогам Международной научно - практической конференции (Самара, 23 ноября 2018 г.). – Стерлитамак: АМИ, 2018 – С. 104–106.

14 Yeager, D. S., Henderson, M. D., D'Mello, S., Paunesku, D., Walton, G. M., Spitzer, B. J., & Duckworth, A. L. (2014). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), pp. 559–580.

15 Коп, Р. М.Г.М., Janssen, F. J.J.M., Drijvers, P. H.M., & van Driel, J. H. (2020). Содействие пониманию алгебраических формул посредством построения графиков вручную. *Математическое мышление и обучение*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1765078>

References:

1 Stoljarskij S.P., Isaeva T.A. (2019) *Primenenie lichnostno-orientirovannyh tehnologij v prepodavanii matematicheskikh disciplin* [Application of personality-oriented technologies in teaching mathematical disciplines] Moskva, Vestnik voennogo obrazovaniya, №5 (20), - P.70-73. (In Russian)

2 Kolesnikova E.V., (2017) *Ja reshaju logicheskie zadachi: Matematika dlja detej 5-7 let* [I solve logic problems: Math for children 5-7 years old] 2-e izd., ispravl. – M.: TC Sfera, – 48 p. (In Russian)

3 Kuznecova I.V. (2015) «Razvitie metodicheskoy kompetentnosti budushhego uchitelja matematiki v processe obuchenija matematicheskim strukturam v setevyh soobshhestvah» [Development of methodological competence of a future mathematics teacher in the process of teaching mathematical structures in online communities] Avtoref. diss... d.p.n., Arhangel'sk, 42 p. (In Russian)

4 Homjakov D.V. *Matematika. (2019) Vse zadachi dlja nachal'noj shkoly. 1-4 klassy* [All tasks for elementary school. Grades 1-4] M.: Izdatel'stvo AST, - 223 p. (In Russian)

5 Denishheva L.O. (2016) *Izbrannye voprosy metodiki prepodavaniya matematiki* [Selected questions of the methodology of teaching mathematics] *uchebno-metod. posobie* [Elektronnyj resurs] / Departament obrazovaniya g. Moskvy, Gos. avtonom. obrazovat. uchrezhdenie vyssh. obrazovaniya g. Moskvy «Mosk. gor. ped. un-t» (GOAU VO MGPU), – M.: MGPU, – 155p. (In Russian)

6 Drozina, V.V. (2020) *Mehanizm tvorchestva reshenija nestandardnyh zadach* [Creative mechanism for solving non-standard tasks]: *uchebnoe posobie* / Drozina V. V., Dil'man V. L. - 4-e izd. - Moskva: Laboratorija znaniy, - 258 p.

7 Larina G.S. (2018) «Ispol'zovanie konteksta povsednevnoj zhizni v obuchenii matematike v osnovnoj shkole: mezhdunarodnaja perspektiva» [Using the context of everyday life in teaching mathematics in primary school: an international perspective] // *Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata nauk NIU VShJe (PhD HSE)*. – Moskva.

8 Butakova P.Ju., (2016) *Alferova N.V. «Reshenie tekstovyh zadach razlichnymi sposobami»* [Solving text problems in various ways] // XLVIII *Mezhregional'naja nauchno – prakticheskaja konferencija shkol'nikov i uchashhejsja molodezhi*. – Omsk. (In Russian)

9 Abdigapbarova U., Eshenkulova D. (2020) *Tehnologija formirovaniya sposobnosti uchashhihsja upravljat' samostojatel'noj obrazovatel'noj dejatel'nost'ju* [Technology of formation of students' ability to manage independent educational activities] *Kiprskij zhurnal obrazovatel'nyh nauk: Tom 17 № 4*. (In Kazakh)

10 Gorev P.M. (2017) *Tehnologija raboty s bankom nestandardnyh zadach v dopolnitel'nom matematicheskom obrazovanii uchashhihsja 5–6-h klassov srednej shkoly* [Technology of working with a bank of non-standard tasks in additional mathematical education of students of grades 5-6 of secondary school] / P.M. Gorev, Ju.V. Burdanova // *Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept»*. № 5, – P. 126–133. (In Russian)

11 Taubaeva Sh.T. (2015) *Metodologija i metody pedagogicheskogo issledovaniya* [Methodology and methods of pedagogical research] [Elektronnyj resurs]: *uchebnoe posobie* / Sh.T. Taubaeva, A.A. Bulatbaeva. — *Jelektron. tekstovye dannye*. — Almaty: Kazahskij nacional'nyj universitet im. Al'-Farabi, - 214 p. (In Kazakh)

12 Smirnova I. M. (2017) *Aktual'nye problemy obuchenija matematike i informatike v shkole i pedagogicheskom vuze* [Actual problems of teaching mathematics and computer science at school and pedagogical university]: *kollektiv. monogr. / I.M. Smirnova [i dr.]*. – M.: Prometej, - 238 p. (In Russian)

13 Kuznecova E.V. (2018) *Nestandardnye zadachi v shkol'noj matematike* [Non-standard tasks in school mathematics] // E.V. Kuznecova // *Problema processa samorazvitiya i samoorganizacii v psihologii i pedagogike: Sbornik statej po itogam Mezhdunarodnoj nauchno - prakticheskoy konferencii (Samara, 23 nojabrja 2018 g.)*. – Sterlitamak: AMI, – P. 104–106. (In Russian)

14 Yeager, D. S., Henderson, M. D., D'Mello, S., Paunesku, D., Walton, G. M., Spitzer, B. J., & Duckworth, A. L. (2014). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), P.559–580.

15 Коп, Р. М.Г.М., Janssen, F. J.J.M., Drijvers, P. H.M., & van Driel, J. H. (2020). *Sodeistvie ponimaniyu algebricheskih formul posredstvom postroeniya grafikov vruchnuyu*. *Математическое мышление и обучение*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1765078>

МРНТИ 20.53.11
УДК 372.851

<https://doi.org/10.51889/2222.2022.84.15.013>

Ж.Т. Рахметуллина^{1*}, Р.У. Мукашева¹, Р.О. Мухамедова¹, И.М. Увалиева¹, Ф.С. Аменова²

¹Восточно-Казахстанский технический университет имени Д.Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан

²Восточно-Казахстанский университет имени С.Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан
*e-mail: rahmetullina@mail.ru

ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Аннотация

В настоящее время большое внимание уделяется развитию математических способностей, навыков аналитического и системного мышления, основ школьников и студентов. Обеспечение преемственности образовательных программ среднего и высшего образования является «стержнем» успешного обучения школьников для формирования исследовательской компетентности, привития навыков поиска и обоснования, фундаментального отношения к математике. Практическая значимость работы заключается в том, что путем преобразования задач по высшей математике можно сблизить школьную математику и математику в высших учебных заведениях, формируя тем самым у студентов навыки исследовательского поиска, стремление к знаниям вне рамок программы. Анализ полученных результатов является обоснованным и показывает, что он внесет объективные изменения в педагогическую деятельность учителей математики в поисках путей совершенствования в прикладных исследованиях.

Ключевые слова: исследовательские способности, математическое мышление, методы, кривые второго порядка, конические сечения, свойства.

Аңдатпа

Ж.Т. Рахметуллина¹, Р.У. Мукашева¹, Р.О. Мухамедова¹, И.М. Увалиева¹, Ф.С. Аменова²

¹Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

²С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен қ., Қазақстан

ОҚУШЫЛАРДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ DAҒДЫЛАРЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУДІҢ ТИІМДІ ҚҰРАЛДАРЫ

Қазіргі уақытта математикалық қабілеттерді, талдамалық және жүйелі ойлау дағдыларын, оқушылар мен студенттердің негіздерін дамытуға көп көңіл бөлінуде. Орта және жоғары білім беру бағдарламаларының сабақтастығын қамтамасыз ету зерттеу құзыреттілігін қалыптастыру, іздестіру және негіздеу дағдыларын, математикаға іргелі қарым-қатынасты үйрету үшін оқушыларды табысты оқытудың «өзегі» болып табылады. Жұмыстың практикалық маңыздылығы жоғары математика бойынша тапсырмаларды өзгерту арқылы жоғары оқу орындарында мектеп математикасы мен математикасын жақындастыруға болады, сол арқылы студенттерде зерттеу іздестіру дағдыларын, бағдарлама шеңберінен тыс білімге ұмтылысты қалыптастыруға болады. Алынған нәтижелерді талдау негізді болып табылады және ол қолданбалы зерттеулерде жетілдіру жолдарын іздестіруде математика мұғалімдерінің педагогикалық қызметіне объективті өзгерістер енгізетінін көрсетеді.

Түйін сөздер: зерттеу қабілеттері, математикалық ойлау, тәсілдері, екінші ретті қисықтар, конустық қималар, қасиеттері.

Abstract

EFFECTIVE TOOLS FOR SOLVING MATHEMATICAL PROBLEMS AFFECTING STUDENTS' MATHEMATICAL SKILLS

Rahmetullina Zh.T.¹, Mukasheva R.U.¹, Mukhamedova R.U.¹, Uvaliyeva I.M.¹, Amenova F.S.¹

¹D. Serikbayev East Kazakhstan technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

²S.Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Currently, much attention is paid to the development of mathematical abilities, analytical and systemic thinking skills, the foundations of schoolchildren and students. Ensuring the continuity of educational programs of secondary and higher education is the "core" of successful education of schoolchildren to form research competence, instill search and justification skills, and a fundamental attitude towards mathematics. The practical significance of the work is that by

transforming problems in higher mathematics, it is possible to bring school mathematics and mathematics closer together in higher educational institutions, thereby forming students' research search skills, the desire for knowledge outside the framework of the program. The analysis of the results obtained is reasonable and shows that it will make objective changes in the pedagogical activities of mathematics teachers in search of ways to improve in applied research.

Keywords: research abilities, mathematical thinking, methods, secondary curves, conic sections, properties.

Введение

В данной работе предлагаются подходы к формированию и развитию исследовательских навыков у учащихся старших классов. Следует отметить, что методы решения геометрических задач, геометрическое истолкование проблемы является одним из основных подходов формирования математического мышления у учащихся. Интересным является то, что подходы обеспечения преемственности школьной математики и математики в высшем учебном заведении в рамках преобразования задач, ориентируясь на знания школьного курса математики. Это позволит привитие исследовательских навыков, фундаментальному познанию и выводов замечательных свойств геометрических объектов. Понятие «дифференциальные уравнения» раскрывают математические модели физических процессов и некоторых геометрических задач, связанных с касательной к кривой. Преобразование геометрических задач, приводящих к составлению дифференциальных уравнений можно доступно применить для определения частных свойств кривых второго порядка и их вывода на основе математических знаний на базе школьного курса. На примере одной задачи можно охарактеризовать и доказать множество интересных свойств кривых второго порядка, определяемых с помощью касательной. В связи с этим являются важным исследование кривых второго порядка, как кривых, имеющих расширенное механическое приложение. Определение частных свойств кривых второго порядка, которые доказываются аналитически только на основе касательной к графику функции, имеют важное применение в определении траекторий движущихся небесных тел, построении проекционных аппаратов, солнечных установок.

Цель работы заключается в выявлении и доказательстве свойств кривых второго порядка с применением методов математического анализа, геометрии. В рамках сформулированной цели ставятся и решаются следующие задачи:

- преобразование прикладных задач к стандартным математическим задачам школьного курса;
- определение и вывод частных свойств кривых второго порядка, определяемые с помощью касательной и «перспектора коники».

Обзор исследования

В работе [1] проведены исследования в области трансформации математических знаний на базе геометрических интерпретаций. Эти преобразования имеют свои преимущества в определении применимости того или иного метода, связанного с визуализацией геометрического объекта, моделированием. Важность визуализации данных объектов состоит в том, что вносят свою обоснованную лепту в развитие математических способностей обучающихся, на формирование навыков математического мышления в разработке алгоритмов и приобретению умения точного рассуждения. В данных исследованиях для повышения показателей способностей математического представления применяют визуальное представление, что символизируют математическое утверждение. В этом направлении применение проектного обучения объясняется, обосновывается как один особый метод, имеющих влияние на математическое представление учащегося и с психологической и математической точек зрения. Использование математического представления и правильного соединения поможет обучающимся конкретизировать математические идеи и связать одну концепцию с другой концепцией, чтобы сформировать взгляд на математику как на интеграцию в целом.

В работе [2] авторами исследователями рассмотрены и расширены элементы теории моделирования в качестве основы для исследований и разработок в области математики и естественнонаучного образования, в качестве подходов представления связей между пространственным видением и математическим пониманием, и мышлением. Это связано с тем, что познание в естествознании, математике и повседневной жизни интерпретируется с созданием и использованием ментальных моделей, которое в свою очередь позволит описать и понять природу и количество пространственных и математических навыков.

В работе [3-4] обсуждены, что обычные методы обучения, сами по себе не могут повлиять на улучшения математического творчества и навыков мышления, необходимых современному ребенку в настоящее время. Нужны более усовершенствованные и современные методы, смешанные методы междисциплинарного исследования для формирования и развития навыков критического математического мышления у учащихся. Основой этому всего является глубокое математическое понимание и математические знания. В этой связи авторы предлагают ряд рекомендации по улучшению математического образования начиная с начальной школы с продолжением в средней школе.

В работе [5] показано, что креативность, как один из ключей к успеху в развивающейся мировой экономике, также является проявлением фундаментальной грамотности, основанной на математическом осмыслении процесса, который абсолютно необходим в 21 веке. Также в математике важно развивать творческие способности или творческое мышление, так как творческие способности являются неотъемлемой частью математики. Однако ограничение творческих способностей у учащихся приводит к набору навыков, автоматизированных с подбором, порой не подлежащих ни к какой логике. Во избежание этого авторы предлагают рассмотреть задачи и вопросы PISA которые нужно освоить и запомнить учителям для формирования навыков мышления высшего порядка, как основным реализаторам идей развития креативности, творческих способностей у учащихся.

В работе [6] приведены методы исследования реалистичного математического образования (RME) на основе применения подходов к обучению, направленных на развитие компетенций с помощью Sketchpad Geometer. Хотя используемый метод анализа данных - это описательный анализ, однако результат показывает, что реализация реалистичного математического образования с использованием блокнота Geometer в пропорциях может улучшить критическое и творческое мышление учащихся.

В работе [7] приводится об элементе описательно-развивающем методе исследования, о важном составляющем модули контекстуального обучения для курса преодоления выявленных пробелов в обучении. В работе [8] приведены результаты исследования об образовательной программе STEAM, в основы которых изучаются с использованием образовательных инструментов GeoGebra и 4Dframe. Отмечается эффективность применимой программы в реструктуризацию знаний в отношении графической визуализации и представления архитектурных объектов. Работа [9] посвящена к исследованию пространственных навыков, способствующих к формированию математических способностей с использованием моделей латентной кривой роста.

В работе [10] описываются результаты исследования, проведенного в профессиональной школе Индонезии на предмет выявления эффективности влияния математических способностей к изучению математических задач в контексте закона спроса. Исследование охватило все этапы: редукция, представление, интерпретация, вывод и проверка. Результат показывает, что не всегда вопросы, сформулированные о законе спроса, для изучения способностей школьников к творческому мышлению, могут привести к развитию большому объему творческого математического мышления. В данной работе [11] описан опыт, полученный в рамках исследовательского проекта по разработке и оценке образовательных цифровых ресурсов, направленных на развитие творческого математического мышления. Данный опыт эффективен для развития творческого математического мышления с точки зрения персонализированного нелинейного пути.

Методология исследования

Замечательные превращения кривых второго порядка в друг-друга на конической поверхности определяет интересные свойства, позволяющие визуализировать и получить геометрическую интерпретацию данных. Таким образом, плоскость, пересекающая конус по окружности, поворачиваясь вокруг прямой, касающейся этой окружности, будет пересекать конус по все более вытянутым эллипсам. Когда поворачивающаяся плоскость окажется параллельной одной из образующих конуса, то сечение превратится в параболу, при дальнейшем вращении плоскости оно будет представлять собой гиперболу. Парабола представляет собой граничный случай между эллипсами и гиперболами. Если для окружности известно, что второй фокус сливается с первым, то с увеличением эксцентриситета второй фокус удаляется, от первого, кривая постепенно растягивается и превращается в эллипс. При дальнейшем удалении фокусов эллипс деформируется в параболу, то есть его второй фокус «уходит в бесконечность». Вновь появившийся второй фокус на фокальной оси обеспечивает появление кривой гиперболы.

Рассмотрим следующую геометрическую задачу: Найти кривые, для которых площадь треугольника, образованного касательной, ординатой точки касания и осью абсцисс, есть величина постоянная, равная a^2 . Преобразованная формулировка данной задачи направлена на получение интересного свойства кривых второго порядка связанных определением конических сечений:

Свойство 1.

Площадь треугольника, образованного касательной и его пересечением с асимптотами гиперболы $x^2 - y^2 = a^2$, полученного пересечением конуса, заданного уравнением $x^2 = y^2 + z^2$ произвольной плоскостью, $z = \pm a$, равна одному и тому же постоянному числу a^2 .

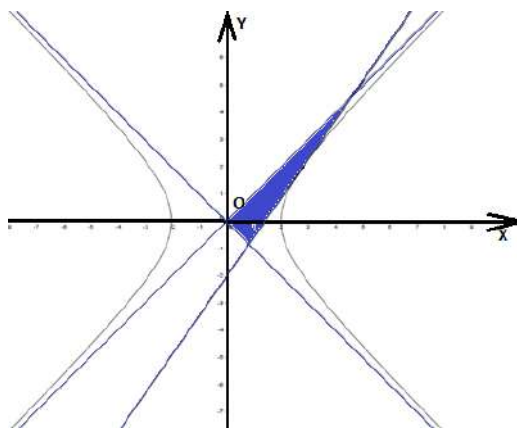


Рисунок 1. Графическая интерпретация свойства 1

Для доказательства свойства достаточно определить вид выделенного треугольника на рисунке 1 и вычислить его площадь.

Вывод: Каковы бы не были координаты точки касания для касательной к равнобочной гиперболе площадь треугольника, составленного касательной и его пересечением с асимптотами всегда будет равна квадрату полуосей.

Свойство 2.

Площадь треугольника, образованного касательной и его пересечением с асимптотой и перпендикуляром от точки касания до асимптот конического сечения $x^2 - y^2 = a^2$, полученного пересечением конуса, заданного уравнением $x^2 = y^2 + z^2$ произвольной плоскостью, $z = \pm a$, равна одному и тому же числу $\frac{a^2}{4}$.

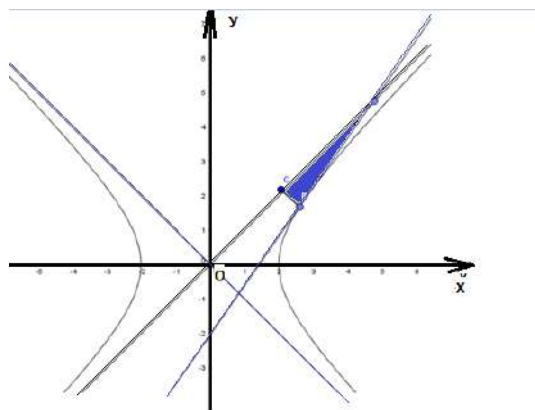


Рисунок 2. Графическая интерпретация свойства 2.

Свойство 1 представляет собой некоторое обобщение свойства 2, которое обосновывается геометрической интерпретацией свойства, на рисунке 2.

Свойство 3.

Координаты точек пересечения касательной в точке $N(x_0, y_0)$ с асимптотами для гиперболы $x^2 - y^2 = a^2$, полученного пересечением конуса, заданного уравнением $x^2 = y^2 + z^2$ с произвольной плоскостью, $z = \pm a$, будут равны одним и тем же значениям $P(x_0 + y_0; x_0 + y_0)$ и $Q(x_0 - y_0; y_0 - x_0)$.

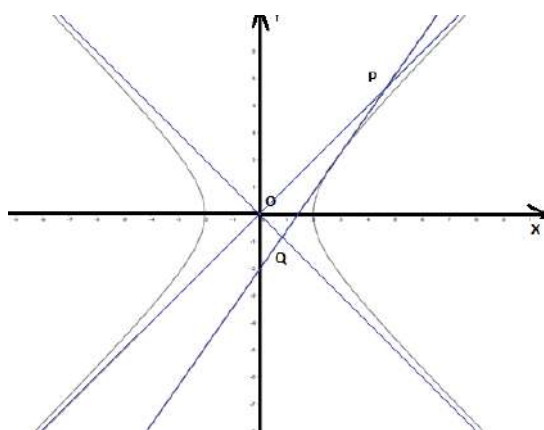


Рисунок 3. Коническое сечение при пересечении плоскостью $z = a$.

При пересечении получается коническое сечение, заданное уравнением $x^2 - y^2 = a^2$ и определяемое как гипербола (рисунок 3). Для принятия решения учащиеся должны представить подробный план. При доказательстве свойства 3, школьники будут оперировать предыдущим свойством, чтобы получить полную информацию о характере кривых.

Свойство 4.

Для параболы (Рисунок 4) $y^2 = 2px$, полученного пересечением конуса, заданного уравнением $x^2 = y^2 + z^2$ с произвольной плоскостью, параллельной одной из образующих конуса с условным обозначением $z = x - p$, треугольник, образованный касательными, проведенными к любым симметрическим точкам относительно оси симметрии и прямой проходящей через ординат точек имеет координаты центра окружности девяти точек Эйлера равные $\left(\frac{p}{4}; 0\right)$.

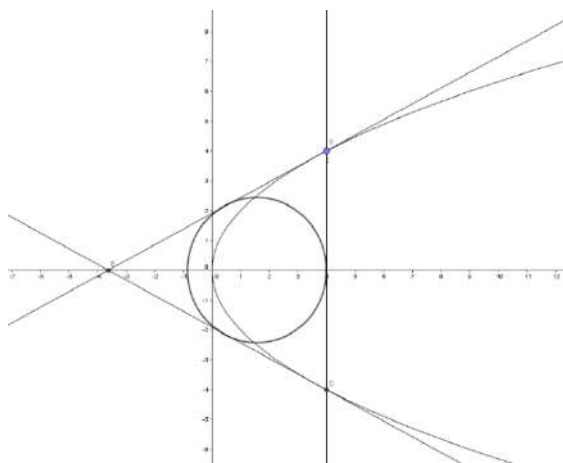


Рисунок 4. Графическая интерпретация свойства 4.

Доказательства свойства основывается на составлении уравнений двух касательных к параболе в точках, симметричных относительно оси симметрии. Это свойство отличается от других свойств тем, что учащийся будет намеренно искать связь с предыдущими свойствами, чтобы доказать это свойство. При этом учащийся разлагает информацию на составляющие, структурирует данные и выясняет их взаимосвязь друг с другом. Такой подход позволяет студенту принять наилучшее из всех возможных решений.

Вывод: Каковы бы не были координаты точек касания для касательной к параболе координаты центра окружности девяти точек Эйлера, для треугольника, образованного симметричными касательными к параболе и точкой касания для любого случая не зависят от расположения точек касания, фокуса и директрисы. Данное свойство справедливо для любого расположения параболы.

Результаты исследования и обсуждение

Полученные свойства кривых второго порядка позволяют учащемуся увидеть проблему целиком, тем самым распознать кривую полностью на примере своих свойств и описать алгоритм своих действий:

- разложить его на несколько составляющих,
- анализировать каждый элемент,
- выделить положительные и отрицательные моменты,
- расставлять приоритеты;
- выбрать наиболее подходящий вариант или метод решения проблемы.

Для анализа влияния применяемой методики на развитие исследовательских способностей студентов были выделены следующие компоненты исследовательской компетентности:

- К1. Мотивационно-ценностный компонент,
- К2. Когнитивно-содержательный компонент,
- К3. Деятельностный компонент,
- К4. Оценочный компонент.

Заключение

Весовые коэффициенты компонентов исследовательской компетентности и показателей определялись с использованием экспертных оценок школьных учителей математики (21 человек). Первоначально экспертам предлагалось ранжировать перечисленные знания, навыки, умения, качества личности и т. д. по степени значимости для готовности студента к исследовательской деятельности. В результате опроса получена оригинальная матрица данных, элементами которой являются рейтинговые экспертные ранги, характеризующие значимость компонента в процессе формирования исследовательской компетенции: Весовые коэффициенты для каждого из компонентов: $K_1=0,23$, $K_2=0,25$, $K_3=0,26$, $K_4=0,26$.

Для выявления согласованности мнений 21 экспертов в качестве критерия был определен коэффициент конкордации по формуле

$$W = \frac{S}{S_{\max}} \Rightarrow W = 0,76.$$

Полученный коэффициент конкордации свидетельствует о высокой степени согласованности экспертов по критериям ранжирования. Показатель уровня сформированности исследовательских способностей студентов зависит от уровня развития ее компонентов.

Список использованных источников:

1. Muchamad S.N., Nanang P., Jarnawi A. D. (2019). *Mathematical Proof: The Learning Obstacles Of Pre-Service Mathematics Teachers On Transformation Geometry*. *Journal on Mathematics Education* 1(11), 117-126. DOI: <https://doi.org/10.22342/jme.10.1.5379.117-126>
2. Young, C. J., Levine, S. C., & Mix, K. S. (2018). *The connection between spatial and mathematical ability across development*. *Frontiers in psychology*, 9, 755. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00755>
3. Sari, D. P. (2018). *Errors of Students Learning with React Strategy in Solving the Problems of Mathematical Representation Ability*. *Journal on Mathematics Education*, 9(1), 121-128. DOI:10.22342/jme.9.1.4378.121-128

4. Ogunsola, O. A., Adelana, O. P., & Adewale, K. A. (2021). *Effect of Problem-Based Learning Approach on Students' Academic Performance in Senior Secondary Mathematics*. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 9(2), 75-85. DOI: <https://doi.org/10.37134/jsml.vol9.2.8.2021>
5. Putri, A., Roza, Y., & Maimunah, M. (2020). *Development of learning tools with the discovery learning model to improve the critical thinking ability of mathematics*. *Journal of Educational Sciences*, 4(1), 83-92. <https://jes.ejournal.unri.ac.id/index.php/JES>
6. Dhayanti, D., Johar, R., & Zubainur, C. M. (2018). *Improving Students' Critical and Creative Thinking through Realistic Mathematics Education Using Geometer's Sketchpad*. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 3(1), 25-35. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1283911.pdf>
7. Madrazo, A.L., & Dio, R.V. (2020). *Contextualized Learning Modules in Bridging Students' Learning Gaps in Calculus with Analytic Geometry through Independent Learning*. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 457-476. <http://doi.org/10.22342/jme.11.3.12456.457-476>.
8. Ju, H., Park, H., Jung, E. Y., & Paik, S. H. (2022). *Proposal for a STEAM education program for creativity exploring the roofline of a hanok using GeoGebra and 4Dframe*. *Thinking Skills and Creativity*, 45, 101062. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101062>
9. Möhring, W., Ribner, A. D., Segerer, R., Libertus, M. E., Kahl, T., Troesch, L. M., & Grob, A. (2021). *Developmental trajectories of children's spatial skills: Influencing variables and associations with later mathematical thinking*. *Learning and Instruction*, 75, 101515. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101515>
10. Fatimah, A. T. (2021). *Mathematical Reasoning of Vocational High School Students on Mathematical Tasks in the Law of Demand Context*. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 7(2), 101-113. DOI: 10.30595/alphamath.v7i2.10585
11. El-Demerdash, M., Trgalová, J., & Mercat, C. (2019). *Design and Evaluation of Digital Resources for the Development of Creative Mathematical Thinking: A Case of Teaching the Concept of Locus*. In *Technology in Mathematics Teaching* (pp. 145-172). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-19741-4_7.

МРНТИ 27.01.45
УДК 372.851

<https://doi.org/10.51889/9539.2022.20.61.014>

Л.Е. Совет^{1*}, С.Е. Касенов², А.М. Тлеулесова², Б.М. Иманбаев³, Г.Б. Әбен¹

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

³JOS қаржы лицейі Алматы қ., Қазақстан

*e-mail:sovet.laura@mail.ru

ФИГУРАНЫҢ АУДАНЫН ТАБУДА АНЫҚТАЛҒАН ИНТЕГРАЛДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа

Білім беру саласының негізгі міндеті – оқушыны жеке тұлға ретінде қалыптастыру, дамыту барысында, адамзаттың басты құндылықтарын ескере отырып, білім алушыға қажетті жағдайлар жасау. Қазіргі уақытта математика пәнін оқытуда түрлі әдіс-тәсілдер мен оқыту жолдары қолданылуда. Біз бұл мақалада жалпы оқушыларға математика сабақтарында анықталған интеграл тақырыбын түсіндіру кезінде проблемалық әдістерді қолдануға басты назарды аударамыз. Проблемалық әдісті қолдану – оқушының қызығушылығын арттып, өзіндік ізденуге, терең ойлауға және қандайда бір түйінді шешуді, тығырықтан шығу жолдарын үйретуге жол ашады. Ал анықталған интеграл тақырыбына баршамызға мәлім әр түрлі қызықты есептер бар (негізгі теоремасы Ньютон-Лейбниц формуласымен шығарылады). Соның ішінде жазықтағы фигуралардың, қисық сызықты трапецияның ауданы, жалпы фигуралардың ауданын есептеуде осы анықталған интегралды қолданудың тиімді жолдарын оқушыларға белгілі бір проблема қою арқылы үйрету. Осы әдістемені біз өз тақырыбымызға қолданып көрдік және соған байланысты түрлі есептерді қарастырдық.

Түйін сөздер: анықталған интеграл, Ньютон-Лейбниц формуласы, интегралдау әдістері, математикалық оқыту.

Аннотация

Л.Е. Совет¹, С.Е. Касенов², А.М. Тлеулесова², Б.М. Иманбаев³, Г.Б. Әбен¹

¹Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

³Финансовый лицей JOS, г. Алматы, Казахстан

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА ПРИ НАХОЖДЕНИИ ПЛОЩАДИ ФИГУРЫ

Задача образовательной сферы – создание необходимых условий для обучающегося в процессе его становления, развития как личности, с учетом главных ценностей человечества. В преподавании математики используются различные методы и способы обучения. В статье мы акцентируем внимание на использовании проблемных методов при объяснении темы определенного интеграла, на уроках математики для учащихся в целом. Использование проблемного метода позволяет повысить интерес учащегося к самостоятельному поиску, глубокому мышлению и решению каких-либо проблем, выходам из тупика. Как известно, на тему определенного интеграла, есть разные интересные задачи (основная теорема выводится по формуле Ньютона-Лейбница). В том числе, при вычислении площади фигур, криволинейной трапеции, научить учащихся эффективным способам использования определенного интеграла, путем постановки задачи. Данную методику мы применили к своей теме и рассмотрели различные связанные с ней задачи.

Ключевые слова: определенный интеграл, формула Ньютона-Лейбница, методы интегрирования, методика математического обучения.

Abstract

EFFECTIVE WAYS TO USE A CERTAIN INTEGRAL WHEN FINDING THE AREA OF A FIGURE

Sovetov L.E. ¹, Kasenov S.E. ², Tleulesova A.M. ², Imanbayev B.M. ³, Aben G.B. ¹

¹Kazakh National women's pedagogical University, Almaty, Kazakhstan,

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

³Financial lyceum JOS, Almaty, Kazakhstan

The main task of the educational sphere is to create the necessary conditions for the student in the process of his formation, development as a person, taking into account the main values of humanity. Currently, various methods and methods of teaching are used in teaching mathematics. In this article, we focus on the use of problem methods in

explaining the topic of the integral defined in mathematics lessons for students in general. The use of the problem method allows to increase the student's interest in independent search, deep thinking and solving any problems, ways out of a dead end. As everyone knows, there are various interesting problems on the topic of a certain integral (the main theorem is derived by the Newton-Leibniz formula). In particular, when calculating the area of figures on a plain, a curved trapezoid, to teach students effective ways to use a certain integral by setting a certain task. We applied this methodology to our topic and considered various tasks related to it.

Keywords: definite integral, Newton-Leibniz formula, integration methods, mathematical teaching.

Кіріспе

Қазіргі уақытта білім беру жүйесінің басты алға қойған басты мақсаттарының бірі – бәсекеге қабілетті мамандарды дайындау болып табылады. Ал ол мақсатқа жету жолында, біз білім беру барысында оқытудың түрлі технологияларын қолдана отырып, білімді де білікті жас ұрпақ тәрбиелеуіміз қажет.

Дәстүрлі оқыту барысында негізгі күш-жігер – тек дайын білімді, дағдыларды игеруге бағытталады. Бұл жағдайды өзгерту үшін оқушының одан әрі жоғары білім алуға дайындығын қамтамасыз ететін мектепте математиканы оқытудың жаңа тәсілдері қажет. Осындай тәсілдердің бірі оқушылардың математикалық оқу іс-әрекет тәсілдерін игеруіне бағытталған проблемалық тәсіл болып табылады, ол оқу іс-әрекетінің арнайы түрлерін жобалау және ұйымдастыру арқылы жүзеге асырылады. Осы қиындықтарға қарамастан, қазіргі заманғы мектеп жоғарыда көрсетілген мақсаттарды жүзеге асыруға тырысуда. Осыған байланысты, математиканы оқытудың қалыптасқан мақсаттары көбінесе мазмұнды ғана емес, сонымен бірге жалпы дамуды да ескереді [1].

Проблемалық оқыту дегеніміз – сыныпта оқушылар мұғаліммен бірге кез келген сұраққа шешім табуға (мәселені шешуге) ұмтылып, қиындықтарды жеңіп, осы мақсатқа жету үшін психоәлеуметтік жағдайларды қалыптастырады. Аталмыш оқытудың мәні – оқушылар алған білімнің әр үзіндісі, мысалы, анықтамада, теоремада, дәлелде, алгоритмде болуы қажет:

- есеп пен шешім;
- шешімнің бір бөлігі;
- оқушылар жақсы түсінетін және шешуге ынтасы бар, бұрын қойылған есепті шешуге қадам.

Жалпы оқыту барысында қолданылатын технологиялардың ішінде проблемалық оқыту ерекше орынды алады деуге болады. Бұл технология түрін зерттеуге үлес қосқан ғалымдар деп Сократты, Руссо, Дистерверг, Ушинскийді айтуға болады. Соның ішінде, Дистерверг: «жаман ұстаз ақиқатты айта салады, жақсы ұстаз оны іздеп табуды үйретеді» деген екен [1].

Проблемалық жағдай табиғи түрде пайда болуы мүмкін немесе оны мұғалім өзі құруы мүмкін. Басқа жағдайда да, бұл мәселе заттардың, қатынастардың, құбылыстардың, яғни математикаға қатысы жоқ табиғи жүйенің үзіндісін, сондай-ақ математиканы оқыту кезінде туындайтын мәселелерді білдіруі мүмкін [2].

Оқушыларды белсенділігін арттыру үшін жиі ұсынылатын әдістерінің бірі проблемалық жағдайларды қолдану болып табылады: проблемалық жағдайларды оқытуды бастау, жаңа білімді игерудің бастапқы нүктесін жасау және оны оқу процесінде қолдану ұсынылады. Әдістемелік әдебиеттерде оқытуды ұйымдастырудың ерекше формасы – проблемалық оқыту туралы жиі айтылады. Сонымен қатар, контекстік оқытудағы білім мазмұнының негізгі бірлігі бірдей проблемалық жағдай болып табылады, өйткені ол кез-келген мәселені шешуге қажетті әртүрлі пәндердің білімін интеграциялаудың нақты мүмкіндіктерін жасайды [3].

Сонымен қатар, оқушының белгілі бір фактіні ашуға бағытталған оқыту технологиялары оқушыларға гипотезаларды тұжырымдауға, дәлелдеуге және жоққа шығаруға, қателіктер жіберуге, қарама-қайшылықтардан үйренуге, бір сөзбен айтқанда, білім алу процесіне белсенді қатысуға рұқсат етілген жағдайда тиімдірек болатыны белгілі. Әрине, бұл процесті мұғалім басқаруы керек. Алайда басшылықтың оңтайлы шекаралары – бұл ашық мәселе құрастыру. Ал оған жауап беру мұғалімнің өзіне ұсынылады. Әдебиетте бұл сұраққа жауап берудің көптеген нұсқалары сипатталған: оқушылармен топтардағы диалог жұмысынан бастап, оқушылардың жеке жұмысын ұйымдастыруға дейін.

Зерттеу әдістері

Проблемалық әдістің квадратуралық формулаларында тек функцияның мәндері қолданылады және оның туындыларының мәндері қолданылмайды. Туындыларды қолдана отырып интегралдық бағытқа

Эйлер-Маклорен формуласын және оған сәйкес серияларды қолдануға негізделген проблемалық әдіс жатады [3].

Бұл үрдісте маңызды деп табатынымыз:

- проблемаларды байқау, анықтау және нақтылау қабілеттерін қалыптастыру;
- эвристикалық мәселелерді шешу барысында қолдану қабілетін қалыптастыру;
- математикалық эксперимент барысында ғана емес, теориялық жолмен де кіріктірілген гипотезаларды тексеру қабілеті мен іскерлігін дамыту;
- оқушыларды талқыланған есептермен қызықтырып, барлық оқушылар оларды жақсы түсініп, шешуге қызығушылықтары артады [4].

Проблемалық оқыту теориясының негізін қалаушы ғалымдар – оқудағы ойлану қызметі тек қана жаңа білімді үйреніп, меңгеріп қана қоймай, алға қойған мақсатқа жетудің жаңа әдістерін үнемі үйреніп отыру деп есептейді. А.М. Матюшкиннің анықтамасы бойынша, «оқытудағы ойланудың негізгі қызметі оның жаңа білім алып, жаңа әрекет етуге мүмкіндік беретіндігіне. Адам өміріндегі барлық білім жүйесі мен іс-әрекеті оның ойлау қабілетінің нәтижесі. Адамның білімі оның ойлануының көрінісі, яғни негізгі танымдық құралы» [5].

Енді анықталған интеграл ұғымына анықтама беріп өтсек. Анықталған интеграл математикалық талдаудың негізгі ұғымдарының бірі. Анықтама бойынша анықталған интеграл – бұл ерекше түрдегі қосындылардың (интегралдық қосындылардың) шегіне тең сан. Берілген функциялардың анықталған интегралдарын жуықтап есептеу теориясы сандық талдауда маңызды орын алады және практикалық тұрғыдан, атап айтқанда математикалық модельдеу үшін маңызды. Осы интегралдарды есептеудің кеңінен танымал әдісі – проблемалық оқыту әдісі болып табылады. Әдіскерлер үшін проблемалық оқыту дегеніміз – математиканы оқыту үрдісін ұйымдастыру, онда проблемаларды ұсыну, оларды шешу және тексеру, сонымен қатар проблемалық жағдайларды байқауға, проблемаларды табуға және анықтауға қызығушылықты арттыруға бағытталған барлық әрекеттер [6].

Оқушыларға анықталған интегралдарды зерттеуде математика сабақтарына қойылатын проблемалық жағдайлар келесіге бағытталуы мүмкін:

- интегралдың кіріспе ұғымының анықтамасын тұжырымдау;
- берілген математикалық теореманы анықтау және тұжырымдау;
- математикалық дәлелдемелерді, интегралдың шешімін іздеу және табу.

Оқушылардың мәселелерді шешуін ұйымдастыру әдістемесімен қатар интегралды есептерді таңдауға және құрастыруға, сондай-ақ оларды ұсыну реттілігіне көп көңіл бөлу қажет [7].

Анықталған интегралды оқытудағы кеңейтілген проблемалық сұлба алты кезеңнен тұрады:

1. Интегралды анықтау мәселесін ашу және тұжырымдау. Мұғалім проблемалық жағдай туғызады, оқушылар оны зерттейді, сұрақтар қояды, тапсырмаларды тұжырымдайды.
2. Тапсырманы түсіну. Оқушы тапсырманы талдайды, деректерді, ізденетін шамаларды, деректерді байланыстыратын және анықталған интегралды шешуді толық түсінуге тырысады.
3. Шешім жоспарының сызбасы. Оқушы интегралды шешу әдісін іздейді, оны шешу жоспарын жасайды.
4. Жоспарды іске асыру. Егер жоспар шешімге әкелмесе, жұмысты үшінші, тіпті екінші кезеңнен бастау керек.

5. «Артқа қарау». Шешімдер сізді өткен жол туралы ойлануға мәжбүр етуі керек, таңдалған әдіс неге сенімді екендігі, қателіктер, баяулау, не көмектесе алатындығы, сурет, модель, процедура қандай рөл атқарғаны туралы сұраққа оқушы жауап беруі керек.

6. «Алға қарау». Тапсырманы немесе қолданылатын әдісті қалай өзгерту керектігін ойланамыз, құрылымы, шарттары, сызбалары жағынан күрделі есептерді іздейміз [8].

Осылайша, алтыншы кезең жалғыз және жаңа міндетке айналады. Дәл осындай математикалық-проблемалық әрекеттің даму мәні бар. Проблемалық оқыту кезінде оқушылар проблемалық жағдайдың аясында мұғалімнің көмегінсіз мәселені байқай, бөліп көрсете және тұжырымдай алатын сәт өте маңызды және құнды болып табылады. Берілген функциядан анықталған интегралды табудың проблемалық бір тәсілі – бұл функцияны ауыстыруға байланысты әдіс, екіншісі анықталған мағынада қарапайым және осы жеңілдетілген функцияның интегралын кейінгі есептеу.

Берілген функциядан интегралдың шамаланған мәні ретінде оны жақындататын функциядан интегралдың мәні алынады. Алайда әлі де қолдану мүмкіндігімен және осындай проблемалық тәсілдің қателігін бағалаумен байланысты көптеген сұрақтар туындайды [9].

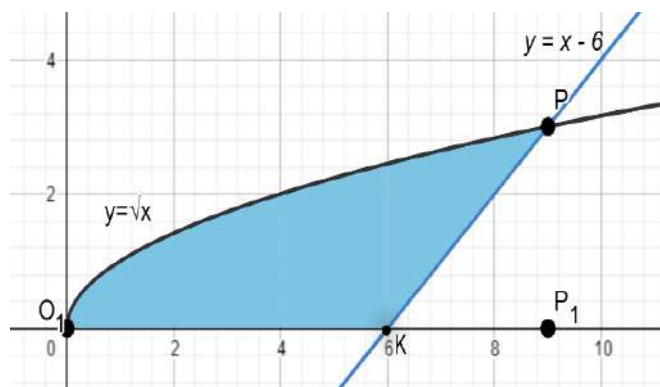
Зерттеу нәтижелері мен талқылау

Келесі кезекте, осы анықталған интегралға есептер қарастырайық. Бірақ басты назарда жоғарыда тоқталып өткен проблемалық әдісті қолдану екенін ұмытпаймыз, яғни есеп шығару барысында біз өз алдымызға белгілі бір мәселе қойып алдық, яғни біздің төмендегі қарастыратын есептер де мектеп бағдарламасынан алынған ерекше есептер:

1-мысал: $y = \sqrt{x}$, $y = x - 6$, $y = 0$, сызықтарымен шектелген фигураның ауданын табуымыз қажет.

Шешуі: Мұндағы есепті шығаруда басты проблема фигураның стандартты болмауында, осы фигураның ауданын табу үшін, ең алдымен берілген сызықтардың қиылысу нүктелерін көрсетеміз $O(0; 0)$, $P(9; 3)$, $P_1(9; 0)$.

Фигура қисық трапеция мен тікбұрышты үшбұрыштан тұрады. Әдетте оқушылар үшбұрыш немесе тіктөртбұрыш сияқты қарапайым фигуралардың ауданын қарастырады, мұндағы басты проблема осында, демек бала фигураны сызғанда, нүктелердің орналасуын көргенде, біршама қиындықтарға тап болады. Енді осы нүктелерді суретке түсіретін болсақ (Сурет 1).



Сурет 1. $y = \sqrt{x}$, $y = x - 6$ сызықтарымен шектелген фигураның графигі

$S_{\text{фигура}} = S_{OPP_1} - S_{\Delta KPP_1}$ осы формуладан алдымен S_{OPP_1} тауып алайық:

$$S_{OPP_1} = \int_0^9 \sqrt{x} dx = \int_0^9 x^{\frac{1}{2}} dx = \left. \frac{x^{\frac{1}{2}+1}}{\frac{1}{2}+1} \right|_0^9 = \frac{2}{3} \cdot x^{\frac{3}{2}} \Big|_0^9 = \frac{2}{3} \cdot (9^{\frac{3}{2}} - 0) = \frac{2}{3} \cdot 27 = 18$$

Тағы бір проблема оқушы фигураның ауданын табатын формуланы білмегендіктен, осы жерде тоқтап қалады, ол үшін біз жалпы ауданды табатын жолды көрсетуіміз қажет, жалпы ауданды табу үшін бірінші $S_{\Delta KPP_1}$ табамыз:

$$S_{\Delta KPP_1} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 3 = 4.5$$

Ал жалпы фигураның ауданы жоғарыда көрсеткен формуладағы, яғни $S_{OPP_1}, S_{\Delta KPP_1}$ айырымына тең. $S_{\text{фигура}} = 18 - 4.5 = 13.5$ шаршы бірлік (кв. бірлік)

Жауабы: Демек, берілген сызықтармен шектелген фигураның ауданы біздің есептеуіміз бойынша 13.5 шаршы бірлікке тең болды. Жоғарыда талданған есепті шешуде, бала қай жерде қиналатынын көрсетіп өттік, осы сынды есептер балаға өз ерекшелігімен, стандартты емес болуымен қиындық туғызады, біздің басты мақсат осы тектес есептер келгенде фигураның стандартты болмауынан баланың қорықпай формулалармен жұмыс жасауы үшін жол көрсету.

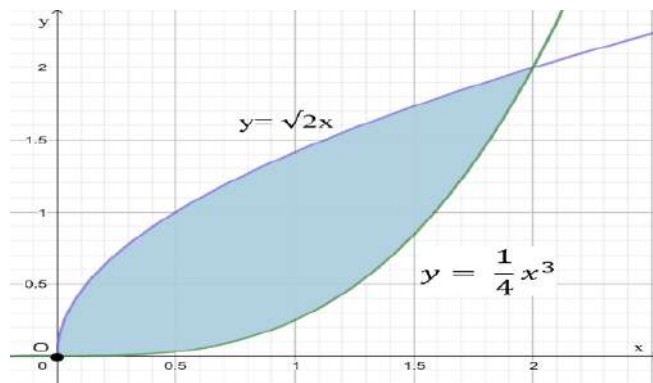
2-мысал: $y = \frac{1}{4}x^3$ және $y = \sqrt{2x}$ функциялар графигімен шектелген фигураның ауданын табуымыз қажет.

Шешуі: Ең алдымен осы графиктердің қиылысу нүктелерін тауып аламыз. Олардың координаттары мына теңдеуді қанағаттандырады:

$$\frac{1}{4}x^3 = \sqrt{2x} \Rightarrow \frac{x^6}{16} = 2x$$

яғни, бұдан әрі біз x_1 мен x_2 -ні есептеп аламыз:

$$\begin{aligned}x^6 - 32x &= 0 \\x(x^5 - 32) &= 0 \\x_1 = 0; \quad x_2 &= 2\end{aligned}$$



Сурет 2. $y = x^3/4, y = \sqrt{2x}$ функцияларының графигі

Осыдан интегралдау шегін тауып алдық, енді төмендегі формула бойынша фигураның ауданын табамыз. Мұндағы басты проблема фигураның құдды жапыраққа ұқсауы баланы шатастырады. Біз бұл проблеманы шешуде оқушыға формулаларды жаттатуымыз қажет және осы тектес фигураларды көргенде бірден Ньютон-Лейбниц формуласы еске түсу қажеттігін үнемі еске салып отыруымыз қажет.

$$S = \int_a^b (f_2(x) - f_1(x)) dx$$

Енді осы берілген формулаға тиісті мәндерді қойып ауданды есептейміз, бұл балаға еш қиындық тудырмайды.

$$\begin{aligned}S_{\text{фигура}} &= \int_0^2 \left(\sqrt{2x} - \frac{x^3}{4} \right) dx = \int_0^2 \left(\sqrt{2} \cdot x^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{4} \cdot x^3 \right) dx = \left(\sqrt{2} \cdot \frac{x^{\frac{1}{2}+1}}{\frac{1}{2}+1} - \frac{1}{4} \cdot \frac{x^{3+1}}{3+1} \right) \Bigg|_0^2 = \\ &= \left(\frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{x^3} - \frac{x^4}{16} \right) \Bigg|_0^2 = \frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot 2\sqrt{2} - \frac{16}{16} = \frac{8}{3} - 1 = \frac{5}{3} = 1\frac{2}{3}\end{aligned}$$

Жауабы: біздің есептеуіміз бойынша берілген фигураның ауданы $1\frac{2}{3}$ шаршы бірлікке тең.

3-мысал: Ох осімен $(4;0)$ және $(1;3)$ нүктелер арқылы өтетін түзумен және $y = 4x - x^2$ берілген параболамен шектелген фигураның ауданын есептейік.

Шешуі: Екі нүкте арқылы өтетін түзудің теңдеуі келесі түрде анықталады:

$$\begin{aligned}\frac{x-4}{1-4} &= \frac{y-0}{3-0} \Rightarrow \frac{x-4}{-3} = \frac{y}{3} \cdot 3 \\ y &= 4-x \\ 4x - x^2 &= 4-x \\ x^2 - 5x + 4 &= 0 \\ x_1 &= 1; \quad x_2 = 3\end{aligned}$$

Демек, А $(1;3)$ және В $(4;0)$ екенін көрсеттік, енді S_{OAC} және S_{ACB} есептеп алайық:

$$S_{OAC} = \int_0^1 (4x - x^2) dx = \left(2x^2 - \frac{x^3}{3} \right) \Bigg|_0^1 = 2 - \frac{1}{3} = \frac{5}{3}$$

$$S_{ACB} = \int_1^4 (4 - x) dx = \left(4x - \frac{x^2}{2}\right) \Big|_1^4 = (16 - 8) - \left(4 - \frac{1}{2}\right) = 8 - 3\frac{1}{2} = 4\frac{1}{2} = 4.5$$

немесе

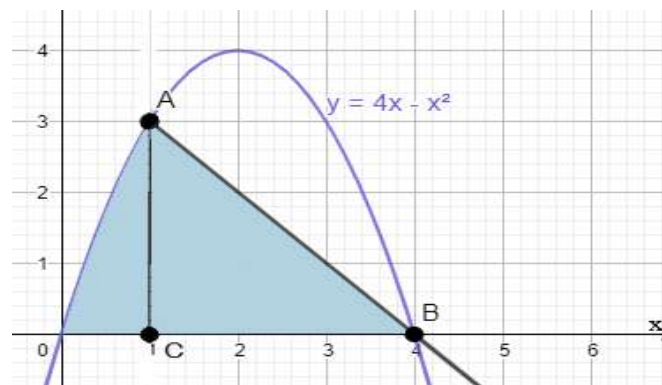
$$S_{ACB} = \frac{1}{2} BC * AC = \frac{1}{2} * 3 * 3 = \frac{9}{2} = 4.5$$

АВ түзуінің теңдеуі:

$$S_{OAB} = S_{OAC} + S_{ACB} = \frac{5}{3} + \frac{9}{2} = \frac{37}{6} = 6\frac{1}{6}$$

Қысқаша жазып көрсетер болсақ төмендегідей болады:

$$S_{OAB} = \int_0^1 (4x - x^2) dx + \int_1^4 (4 - x) dx = 6\frac{1}{6}$$



Сурет 3. Ох осімен (4;0) және (1;3) нүктелер арқылы өтетін түзімен және $y = 4x - x^2$ берілген фигураның графигі

Жауабы: берілген фигурамның ауданы $6\frac{1}{6}$ шаршы бірлікке тең.

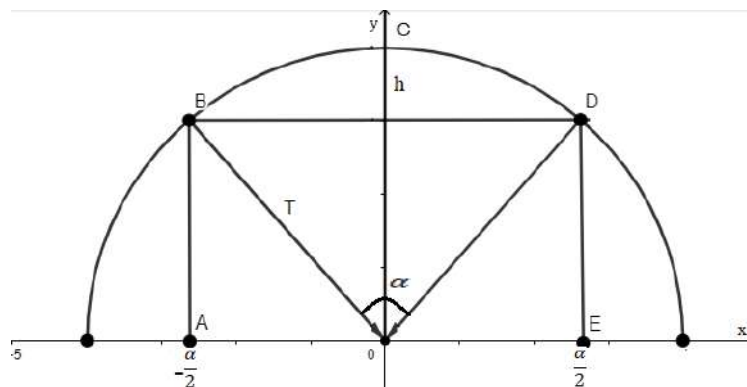
4-мысал: Негізі а және биіктігі h болатын шеңбер сегментінің ауданын есептейік. Шеңбер радиусы r-ға тең.

Шешуі: Координаталар осін төменгідей орналастырамыз (Сурет 4). ABCDE қисықсызықты трапецияның ауданы төмендегідей болады:

$$S_{ABCDE} = \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \sqrt{r^2 - x^2} dx = \frac{1}{2} \left[x \sqrt{r^2 - x^2} + r^2 \arcsin \frac{x}{r} \right]$$

Енді осы формуланы ашып көрсетейік:

$$\begin{aligned} \int \sqrt{r^2 - x^2} dx &= r \cdot \cos t \cdot r \cdot \cos t dt = \left| \frac{x = r \cdot \sin t}{\sqrt{r^2 - x^2} = r \cdot \cos t} \quad dx = \cos t dt \right| = \\ &= r \cdot \cos t \cdot r \cdot \cos t dt = \\ &= \frac{r^2}{2} \int (1 + \cos 2t) dt = \frac{r^2}{2} \cdot \left(t + \frac{1}{2} \sin 2t \right) = \frac{r^2}{2} \cdot (t + \sin t \cdot \cos t) = \\ &= \frac{r^2}{2} \left(\arcsin \frac{x}{r} + \frac{x}{r} \cdot \sqrt{1 - \frac{x^2}{r^2}} \right) = \left(\frac{r^2}{2} \cdot \arcsin \frac{x}{r} + \frac{x}{2} \sqrt{r^2 - x^2} \right) = \\ &= \frac{\alpha}{2} \sqrt{r^2 - \frac{a^2}{4}} + r^2 \cdot \arcsin \frac{x}{2r} \end{aligned}$$



Сурет 4. Шеңбер сегменті

Суретте көріп отырғанымыздай $\sqrt{r^2 - \frac{a^2}{4}} = r - h$, ал $\arcsin \frac{a}{2r} = \frac{\alpha}{2}$

Мұндағы α – шеңбер негізіне сүйене орналасқан орталық бұрыш, демек

$$S_{ABCDE} = \frac{a}{2} (r - h) + \frac{ar^2}{2}$$

Сол себепті бізге қажетті шеңбер алаңын табу үшін, $ABCDE$ қисықсызықты трапециясының ауданынан $ABCD$ тіктөртбұрышының ауданын шегеру қажет, осылайша

$$S_{BCD} = S_{ABCDE} - S_{ABDE} = \frac{a}{2} (r - h) + \frac{ar^2}{2} - a (r - h) = \frac{ar^2}{2} - \frac{a}{2} (r - h)$$

бұдан байқайтынымыз:

$$a = 2r \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, r - h = r \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

Енді орындарына қойып, төмендегідей

$$S_{BCD} = \frac{ar^2}{2} - \frac{r^2}{2} \cdot 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{r^2}{2} (a - \sin \alpha)$$

Бұл формула қарапайым математикадан жақсы таныс, оны геометриялық жолмен алуға болады [10].

5-мысал

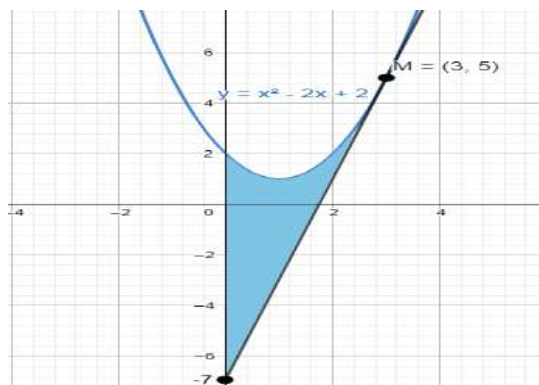
$y = x^2 - 2x + 2$ параболасы мен оған жанама орналасқан $M(3;5)$ нүкте, ордината осімен шектелген фигураның ауданын табайық.

$$y_0 = 3^2 - 6 + 2 = 5$$

$$y' = 2x - 2$$

$$y'(3) = 2 \cdot 3 - 2 = 4$$

$$y = 5 + 4(x - 3) = 5 - 4x - 12 = 4x - 7$$



Сурет 5. $y = x^2 - 2x + 2$ параболасы және оған жанама орналасқан $M(3;5)$ нүкте графигі

Бұл есепте оқушы жанама теңдеуін еске салуы қажет:

$$f(x) = f(x_0) + f'(x) \cdot (x - x_0)$$

Енді осы алаңның ауданын есептейміз, ол үшін:

$$\begin{aligned} S &= \int_0^3 (x^2 - 2x + 2 - 4x + 7) dx = \int_0^3 (x^2 - 6x + 9) dx = \int_0^3 (x - 3)^2 d(x - 3) = \left. \frac{(x - 3)^3}{3} \right|_0^3 \\ &= 0 - \frac{(-27)}{3} = 9 \end{aligned}$$

Жауабы: берілген парабола мен оған жанама орналасқан нүкте арасындағы аудан 9-ға тең. Аталмыш есепте оқушы тап болатын басты проблемасы параболла мен жанама арасындағы фигураны дұрыс сызу, және жанама теңдеуін дұрыс қолдану. Біз бұл есептерді проблемалық әдіс арқылы шештік деуіміздің себебі, фигуралардың стандартты болмауы мен әр түрлі орналасуы болп табылады. Демек бала түрлі, күнделікті көріп жүрген фигуралар мен басқаша орналасуын көргенде қиындыққа тап болмас үшін, оқушылардың көзін үйрету, оларға формулалар арқылы жол көрсету.

Қорытынды

Дарынды оқушылар сыныптан тыс жұмыстарда, әсіресе үйірмелер мен олимпиадаларға дайындық кезінде, сондай-ақ зерттеу жүргізу кезінде анықталған интегралдардың көптеген қолданыстарына тап болады.

Есептердің бұл типологиясының негізі олардың шешімін мұқият талдау және осы мәселенің негізгі белгілерінің бірін қабылдау болып табылады, ол қазіргі уақытта математикалық мазмұнды оқыту процесіне ең қолайлы белгі. Берілген гипотезаларды тексеру, шын мәнінде, шешімнің идеяларын бағалау мен таңдауға дейін азаяды, яғни бағалауды осы мақсатта жүргізілген математикалық эксперименттермен (эмпирикалық ойлау), сондай-ақ теориялық жолмен (индуктивті пайымдау, формальды пайымдау) жасауға болады. Жүргізілген әдістемелік зерттеулер көрсеткендей, қазіргі заманғы әдістемелік құралдар осы процесте үлкен оң рөл атқара алады. Олар осы процесстегі қиындықтарды жеңуге ғана емес, сонымен қатар әртүрлі проблемалық жағдайларды жасауға өте жақсы көмектеседі. Оқушыларға жаңа қызықты шешімдер идеяларын ұсына алады, гипотезаларын тез және нақты тексеруге мүмкіндік береді. Бір сөзбен айтқанда, олар оқушы өзінің математикасын жасаушы бола алатын жағдай жасайды.

Гипотезалардың пайда болу процесі және оларды тексеру оқушылардан белгілі бір қабілеттерді қажет етеді. Олардың біріншісі - проблемаларды байқау қабілеті, ойлау қабілеті бірдей маңызды рөл атқарады. Бұл қабілеттердің дамуы қазіргі мектептің басты мақсаттарының бірі болып табылады. Өйткені, проблемалық оқыту - олардың дамуымен бірге жүретін қолайлы жағдай. Осы бағыттағы жұмысты жалғастыру тұрғысынан жақындау қателігін азайту үшін интеграл сегментінің ұштарындағы туындылардың максималды бұйрықтарының таралуын оңтайландыру мәселесін қарастыру қызықты болып көрінеді.

Ұстаз осы проблемалық оқыту барысында оқушылардың ойына, пікір алмасуда қарама-қайшылықтарына дұрыс бағдар жасай отырып, қойылған мәселенің жауабын табу әдістерін, жолдарын үйретеді. Сонымен, проблемалық оқытудың ең басты ерекшелігінің бірі: оқушыға дайын білім берілмей, одан кез келген проблеманы өзара ізденіс арқылы шешу, табу талап етіледі.

Бұдан шығатын қорытынды анықталған интеграл тақыры болсын, басқада жалпы кез келген тақырыпта, яғни математиканы оқыту барысында оқушының алдына белгілі бір проблеманы қойып, оны шешуге жол көрсету арқылы, баланың қызығушылығын, ізденімпаздығын, ойлау қабілетін арттыруға көмектеседі, өздігінен жұмыс жасауға және берік білім мен оқытудың жоғары нәтижесіне қол жеткізеді. Ал проблемалық оқыту технологиясы таптырмас қолайлы да, ұтымды жол десек артық айтпас едік.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Бабичева И.В. Подготовка к олимпиадам. Дифференциальное и интегральное исчисления: Учебное пособие, Лань, 2017. 95 с.
- 2 Молодцова Т.Д., Шалова С.Ю., Кобышева Л.И. Проблемная лекция как средство формирования исследовательской компетентности будущих педагогов. Современные проблемы науки и образования, 2017. – № 4
- 3 Петров А.С. Курс дифференциального и интегрального исчисления. - М.: Наука, 2010. - 326 с.

- 4 Ф.Б.Бөрібекова, Н.Ж.Жанатбекова. Қазіргі заманғы педагогикалық технологиялар. Оқулық, -Алматы: 2014. 174-б.
- 5 Алпысбаева А.Ә. Проблемалық оқыту әдісі. – Алматы, 2015. – 59 б.
- 6 Крылов В. И. Приближенное вычисление интегралов. - М.: Наука, 1967. - 216 с.
- 7 Жайлашева Ж. Оқытуда жаңа педагогикалық технологияларды қолдану // Математика және физика ғылыми-әдістемелік журналы, 2014, №1, 50-53 бет.
- 8 Жеңісов Ә.Д. Есептерді шешу құрылымы. – Алматы: Талап, 2016. – 68 б.
- 9 Абылкасымова А.Е., Кучер Т.П., Жұмагулова З.А. Решебник к учебнику: Математика, Ч-1. – Алматы, 2018. 184с.
- 10 Н.Я. Виленкин, К.А. Бохан және т.б. Задачник по курсу математического анализа. Москва 1971. Ч-1. – Издательство «Просвещение»

References

- 1 Babicheva I.V. (2017) Podgotovka k olimpiadam. *Differencial'noe i integral'noe ischisleniya. [Preparation for the Olympiads. Differential and integral calculus]* Lan, 95 p.(In Russian)
- 2 Molodcova T.D., Shalova S.Ju., Kobysheva L.I.(2017) *Problemnaja lekcija kak sredstvo formirovanija issledovatel'skoj kompetentnosti budushhih pedagogov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Problem lecture as a means of forming the research competence of future teachers // Modern problems of science and education]* (In Russian)
- 3 Petrov A.S. (2010) *Kurs differencial'nogo i integral'nogo ischislenija [Course of differential and integral calculus]* Nauka, p. 326 (In Russian)
- 4 F.B.Boribekova, N.Zh.Zhanatbekova. (2014) *Qazirgi zamangy pedagogikalıyq tehnologialar [Pedagogical technologies of our time]* Almaty: p. 174 (In Kazakh)
- 5 Alpyysbaeva A.Á. (2015) *Problemalıyq oqıtıy ádisi [Problem-based learning method]* Almaty, p. 59 (In Kazakh)
- 6 Krylov V. I. (1967) *Priblizhennoe vychislenie integralov [Approximate calculation of integrals]* (In Russian)
- 7 Zhajlasheva Zh. (2014) *Oqıtıyda jańa pedagogikalıyq tehnologialardy qoldanıy [Application of new pedagogical technologies in teaching]* scientific and methodological *Journal of Mathematics and physics*, №1, p. 50-53 (In Kazakh)
- 8 Jeńisov Á.D. (2016) *Esepterdi sheshıy qurylymy [Problem solving structure]* Talap, p. 68 (In Kazakh)
- 9 Abylkasymova A.E., Kucher T.P., Zhumagulova Z.A. (2018) *Reshebnik k uchebniku: Matematika [The answer book to the textbook: Mathematics]* Part 1. (In Russian)
- 10 N. Ia. Vilenkin, K. A. Bohan jáne t.b. *Zadachnik po kursu matematicheskogo analiza. [A problem book for the course of mathematical analysis. Publishing House "Enlightenment"]* Moscow, Part 1(In Russian)

МРНТИ 14.35.09
УДК 378.02:37.016

<https://doi.org/10.51889/3232.2022.59.69.015>

К.М. Шияпов¹, Ш.Е. Алтынбеков^{2*}, Б.С. Уалиханова³

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

³Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Шымкент қ., Қазақстан

*e-mail: altynbekov_shadiar@mail.ru

БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМІНІҢ ЗЕРТТЕУ ҚАБІЛЕТІН ДАМУДА МАТЕМАТИКАЛЫҚ ОЛИМПИАДА ЕСЕПТЕРІНІҢ ТҮРЛЕРІ

Аңдатпа

Бұл мақала заманауи білім берудің өзекті мәселесіне, яғни математика мұғалімдері мен педагогикалық мамандықта оқитын студенттердің зерттеу қабілеттерін математикалық олимпиада есептерін шығарту қабілеті арқылы кәсіби құзыреттілікті қалыптастыруға арналған. Олимпиаданың мақсаты студенттердің, болашақ математика мұғалімдерінің кәсіби құзыреттілігінің қалыптасуына тәуелсіз сараптама жүргізу, олардың танымдық белсенділігін ынталандыру және шығармашылық әлеуетін ашу арқылы білім сапасын арттыру, сондай-ақ оқушылардың жоғары білім алу нәтижелеріне қол жеткізу үшін қажетті жоғары әдістемелік және пәндік білімі мен кәсіби құзыреттілігі бар математика мұғалімдерін анықтау, оларды ынталандыру және қолдау болып табылады. Олимпиаданың негізгі міндеттері: құзыреттілікке бағдарланған педагогикалық білім беруді іске асырудың ұйымдастырушылық-әдістемелік жағдайларын жасау, болашақ математика мұғалімі білім бағдарламасын бітірушілерді даярлау сапасын арттыруға жәрдемдесу, математика мұғалімдерінің зияткерлік мүмкіндіктері мен кәсіби қасиеттерін дамыту, жеке өздігінен білім алу негізінде жаңа құзыреттіліктерді қалыптастыру және мамандықтың үздік өкілдерін анықтау болып табылады. Мақала соңында математика пәні мұғалімдері мен студенттерінің зерттеу қабілетін дамытуға арналған математикалық олимпиада тапсырмаларының мысалы келтірілген.

Түйін сөздер: математика мұғалімдері, педагогикалық мамандық студенттері, олимпиадалық тапсырма, зерттеушілік дағды.

Аннотация

К.М. Шияпов¹, Ш.Е. Алтынбеков², Б.С. Уалиханова³

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

²Южно-Казахстанский университет им. М.Ауезова, г. Шымкент, Казахстан

³Южно Казахстанский государственный педагогический университет, г. Шымкент, Казахстан

ВИДЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ

Статья посвящена актуальной проблеме современного образования, формированию профессиональных компетенций через способность учителей математики и студентов педагогических специальностей решать задачи математической олимпиады. Целью олимпиады является проведение независимой экспертизы формирования профессиональных компетенций студентов, будущих учителей математики, повышение качества образования через стимулирование их познавательной активности и раскрытие творческого потенциала, а также выявление, стимулирование и поддержка учителей математики, обладающих высокими методическими и предметными знаниями и профессиональными компетенциями, необходимыми для достижения учащимися результатов получения высшего образования. Основными задачами олимпиады являются: создание организационно-методических условий реализации компетентностно-ориентированного педагогического образования, содействие повышению качества подготовки выпускников образовательной программы будущего учителя математики, развитие интеллектуальных возможностей и профессиональных качеств учителей математики, формирование новых компетенций на основе личностного самообразования и выявление лучших представителей профессии. В конце статьи приведен пример заданий математической олимпиады для развития исследовательских способностей учителей и студентов математики.

Ключевые слова: учителя математики, студенты педагогических специальностей, олимпиадное задание, исследовательские навыки.

Abstract

TYPES OF MATHEMATICAL OLYMPIAD PROBLEMS AS A MEANS OF DEVELOPING THE RESEARCH ABILITIES OF A FUTURE MATHEMATICS TEACHER

Shiyapov K.M.¹, Altynbekov Sh.E.², Ualikhanova B.S.³

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

²Auezov South-Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

³South Kazakhstan State pedagogical university, Shymkent, Kazakhstan

This article is devoted to the actual problem of modern education, i.e. the formation of professional competencies through the ability of mathematics teachers and students of pedagogical specialties to solve the problems of the Mathematical Olympiad. The purpose of the Olympiad is to conduct an independent examination of the formation of professional competencies of students, future teachers of mathematics, improving the quality of education through stimulating their cognitive activity and revealing creative potential, as well as identifying, stimulating and supporting mathematics teachers with high methodological and subject knowledge and professional competencies necessary for students to achieve the results of higher education. The main objectives of the Olympiad are: creation of organizational and methodological conditions for the implementation of competence-oriented pedagogical education, assistance in improving the quality of training graduates of the educational program of the future mathematics teacher, development of intellectual capabilities and professional qualities of mathematics teachers, formation of new competencies based on personal self-education and identification of the best representatives of the profession. At the end of the article, an example of tasks of a mathematical Olympiad for the development of research abilities of teachers and students of mathematics is given.

Keywords: mathematics teachers, students of pedagogical specialties, Olympiad assignment, research skills.

Кіріспе

Жаңа буын стандарттарын енгізу жағдайында кәсіби даярлаудың ең маңызды міндеті - өзін-өзі дамытуға және ынтымақтастыққа қабілетті, өзін қазіргі білім беру мен әлеуметтік кеңістікке бағдарлай алатын, өзін лайықты бағалауға дайын шығармашылық маманды қалыптастыру болып табылады [1].

Мектеп бағдарламасына тікелей қатысты математикалық сұрақтар (оның ішінде арнайы мектептер мен қосымша білім беру бағдарламалары) болашақ мұғалімдерді дайындауда, демек, педагогикалық университеттердің бағдарламаларын құруда бірінші кезекте назар аударуға лайық.

Қосымша математикалық білімнің өзі олимпиадалық қозғалысқа, түрлі турнирлер мен конкурстарға, соның ішінде оқушылардың ғылыми жұмыстарының конкурстарына байланысты. Сондықтан мұғалімге оларды ұйымдастырудың әдістемесі туралы түсінік берген жөн. Сонымен қатар, үйірмелік оқыту әдістері туралы, мысалы, жапырақ жүйесінің артықшылықтары мен кемшіліктері және олимпиадаларға дайындық туралы түсініктің болуы маңызды. Дарындылық мәселесі жан-жақты, сондықтан егжей-тегжейлі талқылауға мүмкіндік жоқ, бірақ көбінесе "әлсіз" студенттер өздерінің "ақылсыздығына" байланысты емес, бірақ тақырыпқа түсініксіз мағынасы бар ресми ережелер жиынтығы ретінде қарайтындығына байланысты екенін атап өткен жөн. Мұндай тәсілмен, әрине, тиімділік туралы айту қиын.

Сондықтан, мұндай догматикалық қатынасты жеңумен, пәндік салада, тіпті кейбір жағдайларда да, сезімге қол жеткізумен байланысты әдістемелік әдістер өте маңызды. Бұл әдіс И.С. Рубановтың жұмысында (формальды түрде математикалық индукция әдісіне арналған) талқыланады [2].

Математикалық дәлел ұғымының пропедевтикасы А.Я. Белов пен А.К. Ковальджидің мақаласында талқыланады, мәтіндерді жазу мәселелері Н. Вавилов, П.Эрдеш, Б. Стечкиннің еңбектерінде кездеседі. А. Белов пен Н.С. Келлиннің "Қатаң дәлел болу керек" атты жұмысы көрнекілік мәселесіне арналған [3-7]. С. Шаталовтың барлық түсініктері бар анықтамалық сигналдарға арналған жұмыстары туралы айту керек. Мұғалімнің кәсіби сапасына қойылатын талаптар қазіргі жағдайда айтарлықтай өзгерді. Болашақ мұғалімдердің өз бетінше ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу дағдыларын қалыптастыруда басым орынға ие болды. Қазіргі заманауи мұғалім - бұл әдеттен тыс ойлауды білетін, тез өзгеретін жағдайға нақты жауап беретін адам. Мұғалім стандартты емес еңбек әрекеттеріне дайын болуы, өз бетінше шешім қабылдауы және олар үшін жауап беруі керек.

Негізгі бөлім

Болашақ мамандардың зерттеушілік дағдыларын дамытудың маңызды компоненті студенттердің конкурстық іс-шараларға, олимпиадалық есептерді шығару дағдысына ие болып, сол олимпиаданың өзіне қатысуы болып табылады.

Болашақ мамандыққа деген сүйіспеншілікті тәрбиелеуге, импровизация мен шарттан тыс ойлауға тәрбиелеуге ықпал ететін маңызды факторлардың бірі - олимпиадалар екенін атап өткен жөн. Қазақстан Республикасында математикалық білім беруді дамыту тұжырымдамасын іске асыру аясында бәсекеге қабілетті математикалық іс шаралардың жаңа формалары мен масштабтарына ие болуда. Физикалық-математикалық бақылау немесе математикалық флешмоб форматында өткізілген интернет - олимпиадалар үлкен танымалдылыққа ие болуда. Мұндай жарыстар, ең алдымен, физика, математика және инженерия саласындағы ғылымды және кәсіптік бағдар беруді насихаттауға бағытталған.

Олимпиадаға қатысу үшін үлгерімі жоғары студенттерден іріктеп алып, содан кейін қатыстырады, бірақ мұндай формалар студенттердің жаппай зерттеу дағдыларының дамуын толық объективті бағалауға мүмкіндік береді деп айтуға болмайды [8].

Күндізгі немесе онлайн түрінде өткізілетін студенттік математикалық олимпиадалар университеттегі оқу процесінің белсендіргіші болып саналады.

Бұл олимпиадаларда ұсынылған есептер стандартты емес сипатта және шешуге шығармашылық көзқарасты қажет етеді. Әдетте, студенттер күрделі математикалық идеяны жеңіл түрде көрсетеді, оны сарапшылардан қазылар алқасы бағалайды.

Осыған байланысты математикалық білім берудің маңызды компоненттерінің бірі алгебра, анализ бастамаларының рөлін асыра бағалау қиын. Алгебра, анализ бастамаларының нақты білімдер мен практикалық маңызды дағдыларды меңгеруде, кеңістіктік ойлауды, математикалық мәдениетті, логикалық ойлауды қалыптастыру мен дамытуда маңызды.

Қалыптасқан логикалық және графикалық мәдениет, берік геометриялық білім, қатаң дәлелдер жүргізе білу - бұл құзыреттіліктердің барлығы болашақ математика мұғалімінің зерттеу дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Дайындық бағытында негізгі кәсіби білім беру бағдарламасы аясында қалыптасқан қосымша кәсіби құзыреттіліктер саны жаратылыстану ғылымдарының мамандықтары бар педагогикалық білім және физика -математикалық олимпиадалар, байқаулар, ғылыми жобалар мен конференциялар [9-11]. Бұл құзыреттілікті математикалық сауаттылық арқылы қалыптастыру үшін оқу бағдарламасына алгебра пәндері кіреді; функциялар, олардың түрлері, тригонометриялық функциялар, тригонометриялық теңдеу мен теңсіздіктер, ықтималдық, туынды, оның қолданылуы, кездейсоқ шамалар және олардың сипаттамасы.

Зерттеушілік дағдыны дамытуда болашақ мұғалімге «Жаратылыстану ғылымы және педагогикасы» жоғары мектебінің базасында өткізілетін математикалық олимпиадалар мен жарыстарға қатысу көмектеседі [12-14]. Дәстүрлі іс шара - бұл математикалық жарыстардың жалпы қазақстандық студенттік турнирі, оған классикалық жоғары оқу орындарының командалары қатысады. Бәсекелестік рухы, жеңілгісі келмеу болашақ мұғалімдерді пәнді педагогикалық университеттің пәндік бағдарламасынан тыс тереңірек зерттеуге итермелейді. Жарыстың бұл түрі командалық жарыс болып табылады және ұжымда жұмыс істеу қабілетін дамытуға ықпал етеді. Алгебра, анализ бастамалары математиканың негізі болып табылады, бірақ сонымен бірге олар байқауға қатысушылардың қызығушылығын тудырады, көбінесе әдеттен тыс жақсы шешімі бар. Геометриялық тапсырманы орындау үшін пәнді терең зерттеу қажет, көбінесе мұндай тапсырмалардың бірнеше шешімдері болады, бұл командаларда және қарсыластар арасында белсенді пікірталастар туғызады.

Математикалық жарыстарда жеңіске жету үшін студент өз ойын нақты айта біліп, және топ мүшелерін мұқият тыңдай алу керек.

Әдіснамалық негіздері

Математикалық жарыстар дегеніміз - өзін-өзі дамытуға және үздіксіз шығармашылық ізденіске ынталандыру. Төтенше мәселелерді шешу студенттерді бейтаныс жағдайда жұмыс істеуге тән психологиялық стрессті жеңуге үйретеді; ерекше жағдайларда тез арада шығудың ең жақсы жолын табыңыз. Олимпиадаларға табысты қатысу үшін болашақ мұғалімге математикалық пәндерді терең меңгеру, барлық шығармашылық потенциалды өзін-өзі жұмылдыру, зерттеу дағдылары мен тапқырлық қажет. Олимпиадалық есептерге тоқталайық.

Есеп 1. Кез-келген анықталғандық x –тің мәні бар екенін дәлелдеңіз:

$$(\sin^2 x)^{\cos^2 x} + (\cos^2 x)^{\sin^2 x} \leq 1 + \frac{1}{2} \sin^2 2x$$

Есен 2. $\operatorname{tg} 3x = \frac{3\operatorname{tg}x - \operatorname{tg}^3x}{1 - 3\operatorname{tg}^2x}$ формуласын дәлелдеңіз.

Есен 3. $\operatorname{tg}^2 20^\circ$, $\operatorname{tg}^2 40^\circ$, $\operatorname{tg}^2 80^\circ$ сандары төмендегі теңдеудің түбірі болатынын дәлелдеңіз.

$$x^3 - 33x^2 + 27x - 3 = 0$$

Есен 4. $f(x) + f\left(\frac{1}{1-x}\right) \equiv x$ теңдігінде $x \neq 0$ және $x \neq 1$ сәйкес келетін $f(x)$ функцияларын табыңыз.

Есен 5.

а) $A = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[n]{n!}}{n}$ шегін табыңыз.

б) $y(x)$ функциясы $(0; \infty)$ интервалында $y(x) > 0$, $y'(x) > 0$ болғанда үздіксіз дифференциалданады.

Егер интеграл $\int_1^{\infty} \frac{dx}{y + y'}$ шықса, онда $\int_1^{\infty} \frac{dx}{y}$ болатынын дәлелдеңіз.

Есен 6. Автобус билеттерінің нөмірлері 000000-нан 999999-ға дейін. Олардың ішінде қаншауы бақытты сан болып есептеледі, яғни алғашқы үш санның қосындысы соңғы үш санның қосындысына тең?

Зерттеудің нәтижелері

Біз сабақ барысында "Парақша жүйесін" қолдандық.

Парақша жүйесінің формалары әртүрлі болуы мүмкін, бірақ тұтастай алғанда ол келесі ретте болады:

1. Студент тапсырмалар парағын алады. Кейде теорияның минимумы қосылады.
2. Есепті шешіп, студент қолын көтереді, тексеруші оған жақындайды.
3. Егер мәселе дұрыс шешілсе, тексеруші тізімге "плюс" белгісін енгізеді.
4. Егер дұрыс болмаса есеп шығару мәселесін әрі ойлануы керек.
5. Белгілі бір мерзімге, олардың күрделілігін ескере отырып, шешілген есептердің санына қойылатын талаптар бар, кейбір есептерді шешу міндетті деп болады.

Парақтардың мақсаттарының бірі - жұмыс барысында математиканың жаңа саласын дамыту. Біріншіден, "білім беру бағдарламасы" қажетті фактілер мен тұжырымдамалар тізімделген кезде жүзеге асырылады, содан кейін есептердің күрделілігі өскен сайын студенттер қажетті теорияны өз бетінше жасайды, ал мұғалімнің рөлі олардың өзіндік жұмысын тексеру және түзету болып табылады.

Зерттеу нәтижесінде парақшалар жүйесі оң нәтижелер берді, бірақ уақыт өте келе ол барлық жерде қолданыла бастады. Сондықтан, ол қызмет ететін педагогикалық мақсаттарды, сондай-ақ қол жеткізу үшін диалог пен басқа да жұмыс түрлерін қажет ететін басқа мақсаттарды талқылау қажеттілігі туындады.

М.Әуезов атындағы ОҚУ-да оқитын Болашақ математика мұғалімдеріне «Олимпиадалық есептерді шығару әдістемесін» өткізу барысында, олардың зерттеушілік дағдылары қалыптасатыны байқалды.

Зерттеу нәтижелерін талдау

Университеттік білім берудегі басты кейіпкер-студент және оны оқыту мен тәрбие сапасын арттыру міндеті зерттеушілік дағдысы мен танымдық қызметін жандандыру проблемасымен тығыз байланысты [15]. Студент білім беру процесінің белсенді қатысушысы болуы керек. Оқу сапасын, студенттердің білім сапасын арттырудың, шығармашылық ойлауды дамытудың маңызды резервтері студенттердің белсенді оқу іс-әрекетінсіз мүмкін емес және ол өз кезегінде оқу процесін жетілдіруден тұрады. Тәжірибе көрсеткендей, дәрістер, практикалық сабақтар сияқты оқу процесінің дәстүрлі формаларын қолдана отырып, ойлаудың шығармашылық сипатын үйрету мен зерттеушілік дағдысын қалыптастыру әрдайым мүмкін емес. Яғни, студенттік ойлаудың шығармашылық сипатын, одан әрі зерттеушілік дағдысын қалыптастырудың қажетті шарты оның шығармашылықтың осы түріне, олимпиадалық есептер шығарумен тікелей қатысты болып табылады.

Қорытынды

Қазіргі заманғы білім беру жүйесіндегі зерттеушілік дағдыны қалыптастыру мәселесі Қазақстанда, кез келген басқа елдегі сияқты, сөзсіз өзекті. Қорыта айтқанда, олимпиадалық қозғалыс бұл мәселені сәтті шешуге көмектеседі. Математикалық олимпиаданы күрделі сынақ ретінде қарастыруға болмайды. Олимпиаданың мақсаты, қатысушылардың математиканы оқуға деген қызығушылығын арттырумен қатар, ерекше терең және берік білімді, дағдыларды, алгоритмсіз ойлау қабілетін, стандартты емес тәсілдерді, ойлау реактивтілігін анықтау болып табылады. Сондықтан, қатысушылар үшін олимпиаданың құндылығы, олар жеңе алмаған тапсырмаларда таңқаларлық артады. Біздің ізденісіміз нәтижесінде, терең зерттеуді, шешімдерді қарқынды іздеуді ынталандыратын шешілмеген есептер, олар өз күштері мен мүмкіндіктерін шынымен бағалауға мүмкіндік береді. Осылайша, егер қатысушы олимпиадаға дайындалу керектігін түсінсе, олимпиада өз мақсатын орындады. Зерттеу жұмысымыз әлі де жалғасын табады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Неведова, Л. А. Развитие ключевых компетенций в проектном обучении/ Л. А. Неведова, Н. М. Ухова// Школьные технологии. – 2006.–№4.– С. 61–66.
- 2 Реброва, И. Ю. Формирование геометрической культуры будущих учителей математики/ И. Ю. Реброва, Е. В. Глазунова// Совершенствование организационной и методической работы университета для повышения качества подготовки по программам высшего образования: Материалы XLIV учеб.-метод. конф. проф.-препод. состава, аспирантов, магистрантов, соискателей ТГПУ им. Л. Н. Толстого.– Тула, 2017.– С. 298–301.
- 3 И.Х. Сивашинский. Задачник по элементарной математике. Изд. Наука. Москва, 1966 г.
- 4 Б.М. Ивлев, А.М. Абрамов, Ю.П. Дудницын, С.И. Шварцбург. Задачи повышенной трудности по алгебре и началам анализа. Москва «Просвещение», 1990 г.
- 5 А.А. Мазаник. Реши сам. Минск, Народная Асвета, 2002 г.
- 6 И.С. Петраков. Математические олимпиады школьников. Москва. Просвещение, 2012 г.
- 7 Сю, Джиагу (2012). Математикалық олимпиада курстарына арналған дәрістер, жоғары бөлімге арналған. Дүниежүзілік ғылыми баспа. ISBN 978-981-4368-94-0.
- 8 Xiong, Bin; Ли, Пенг И (2013). Қытайдағы математикалық олимпиада (2009-2010). Дүниежүзілік ғылыми баспа. ISBN 978-981-4390-21-7. Энциклопедия site:kk.wikisko.ru
- 9 Джукич, Душан (2006). IMO жинағы: 1959-2004 жж. Халықаралық олимпиадаларға ұсынылған мәселелер жинағы. Спрингер. ISBN 978-0-387-24299-6. Энциклопедия site:kk.wikisko.ru
- 10 Темербекова, А.А. Методика обучения математике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Темербекова, И.В. Чугунова, Г.А. Байгонакова. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 511 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56173
- 11 Сафонова, В.Ю. Практикум по методике преподавания математики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.Ю. Сафонова, О.Ю. Глухова. — Электрон. дан. — Кемерово: Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2012. — 96 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44385
- 12 Davis, B. (1996). *Teaching Mathematics: Toward a Sound Alternative (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203054802>
- 13 Davis, B., & Renert, M. (2013). *The Math Teachers Know: Profound Understanding of Emergent Mathematics (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203797044>
- 14 Venkat, H., Rollnick, M., Loughran, J., & Askew, M. (Eds.). (2014). *Exploring Mathematics and Science Teachers' Knowledge: Windows into teacher thinking (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315883090>
- 15 Илиясова Г.Б. Возможности использования систем компьютерной математики при обучении математическому анализу в педагогическом вузе // Хабаршы «Физика-математика ғылымдары» сериясы № 3 (67), 2019 ж. – 44-49 б.
- 16 Д.М. Ахманова, Н.К. Шаматаева, Е. Солтанбек, Г.Н. Шәмірбек. Геометрияны оқытуда оқушылардың шығармашылық белсенділігін қалыптастыру әдістемесі //Абай атындағы ҚазҰПУ-нің хабаршысы, «Физика-математика ғылымдары» сериясы, №3(71), 2020. – Б.31-37

References:

- 1 Nefedova, L. A. Razvitie klyuchevyh kompetencij v proektnom obu-chenii/ L. A. Nefedova, N. M. Uhova// SHkol'nye tekhnologii.– 2006.–№4.– S. 61–66.
- 2 Rebrova, I. YU. Formirovanie geometricheskoj kul'tury budushchih uchitelej matematiki/ I. YU. Rebrova, E. V. Glazunova// Sovershenstvovanie organizacionnoj i metodicheskoj raboty universiteta dlya povysheniya kachestva podgotovki po programmam vysshego obrazovaniya: Materialy XLIV ucheb.-metod. conf. prof.-prepod. sostava, aspirantov, magistrantov, soiskatelej TGPU im. L. N. Tolstogo.– Tula, 2017.– S. 298–301.

- 3 I.H. Sivashinskij. *Zadachnik po elementarnoj matematike*. Izd. Nauka. Moskva, 1966 g.
- 4 B.M. Ivlev, A.M. Abramov, YU.P. Dudnicyn, S.I. SHvarcberg. *Zadachi povyshennoj trudnosti po algebre i nachalam analiza*. Moskva «Prosveshchenie», 1990 g.
- 5 A.A. Mazanik. *Reshi sam*. Minsk, Narodnaya Asveta, 2002 g.
- 6 I.S. Petrakov. *Matematicheskie olimpiady shkol'nikov*. Moskva. Prosveshchenie, 2012 g.
- 7 Syu, Dzhiagu (2012). *Matematikalық olimpiada kurstaryna arnalzan dərister, zhogary bəlimge arnalzan*. Dыniezhыzilik zыlymi baspa. ISBN 978-981-4368-94-0.
- 8 Xiong, Bin; Li, Peng I (2013). *Қытајдағы математикалық olimpiada (2009-2010)*. Dыniezhыzilik zыlymi baspa. ISBN 978-981-4390-21-7. Enciklopediya site:kk.wikisko.ru
- 9 Dzhukich, Dushan (2006). *IMO zhinazy: 1959-2004 zhzh. Halyқаралық olimpiadalarға ұsynылzan мәseleler zhinazy*. Springer. ISBN 978-0-387-24299-6. Enciklopediya site:kk.wikisko.ru
- 10 Temerbekova, A.A. *Metodika obucheniya matematike [Elektronnyj resurs] : uchebnoe posobie / A.A. Temerbekova, I.V. CHugunova, G.A. Bajgonakova. — Elektron. dan. — SPb. : Lan', 2015. — 511 s. — Rezhim dostupa: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56173*
- 11 Safonova, V.YU. *Praktikum po metodike prepodavaniya matematiki [Elektronnyj resurs] : uchebno-metodicheskoe posobie / V.YU. Safonova, O.YU. Gluhova. — Elektron. dan. — Kemerovo : Izdatel'stvo KemGU (Kemerovskij gosudarstvennyj universitet), 2012. — 96 s. — Rezhim dostupa: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44385*
- 12 Davis, B. (1996). *Teaching Mathematics: Toward a Sound Alternative (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203054802>
- 13 Davis, B., & Renert, M. (2013). *The Math Teachers Know: Profound Understanding of Emergent Mathematics (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203797044>
- 14 Venkat, H., Rollnick, M., Loughran, J., & Askew, M. (Eds.). (2014). *Exploring Mathematics and Science Teachers' Knowledge: Windows into teacher thinking (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315883090>
- 15 Ilyasova G.B. *Vozmozhnosti ispol'zovaniya sistem komp'yuternoj matematiki pri obuchenii matematicheskomu analizu v pedagogicheskom vuze // HABARSHY «Fizika-matematika zыlymdary» seriyasy № 3 (67), 2019 zh. — 44-49 b.*
- 16 D.M. Ahmanova, N.K. SHamataeva, E. Soltanbek, G.N. SHəmirbek. *Geometriyanу оқytuda оқushylardyң shyғarmashыlyқ belsendiligin қalyptastyru әdistemesi // Abaj atyndaғы ҚазҰПУ-нің habarshysy, «Fizika-matematika zыlymdary» seriyasy, №3(71), 2020. — B.31-37*

ИНФОРМАТИКА COMPUTER SCIENCE

МРНТИ 28.23.25, 28.01.29
УДК 378.4

<https://doi.org/10.51889/9350.2022.33.96.016>

ANALYSIS OF ANTIFRAUD METHODS AND CYBERSECURITY FOR ONLINE QUIZ APPLICATIONS

Abeshev K.¹, Kulzhanova A.^{1,2*}, Bakibayev T.¹, Dolayev M.¹

¹Alamaty Management University, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

* e-mail: kulzhanova.akbota1594@gmail.com

Abstract

Online quizzes have become an increasingly popular way to test knowledge and engage students in learning. Online quiz systems have become even more prevalent with the rise of remote learning due to the COVID-19 pandemic. However, with the convenience of online quizzes comes the risk of cheating. To combat this, many online quiz systems have implemented various anti-fraud mechanisms. This article will review some of the most popular online quiz systems and their anti-fraud mechanisms. Other topics discussed include methods of statistical data analysis in the context of various statistical operations, such as fraud data; general anti-fraud mechanisms; anti-fraud features of the popular online quiz systems; pros and cons of webcam and microphone monitoring.

Keywords: online education, education, information security, testing platform, fraud detection, antifraud system development.

Аңдатпа

К.Ш. Абешев¹, А.А. Кульжанова^{1,2}, Т.И. Бакибаев¹, М.А. Долаев¹

¹Алматы Менеджмент Университеті, Алматы қ., Қазақстан

²аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

ОНЛАЙН ТЕСТІЛЕУ ҚОЛДАНБАЛАРЫНА АРНАЛҒАН АНТИФРОД ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ КИБЕРҚАУІПСІЗДІК ЖҮЙЕСІНІҢ АНАЛИЗИ

Онлайн викториналар білімді тексерудің және студенттерді оқуға тартудың танымал әдісіне айналды. Онлайн викторина жүйелері COVID-19 пандемиясына байланысты қашықтан оқытудың өсуімен одан да кең тарады. Дегенмен, онлайн викториналардың ыңғайлылығымен студенттердің алдау қаупі бар. Бұған қарсы тұру үшін көптеген онлайн викториналық жүйелер алаяқтыққа қарсы әртүрлі механизмдерді енгізді. Бұл мақалада ең танымал онлайн викторина жүйелері мен олардың алаяқтыққа қарсы механизмдері қарастырылады. Талқыланатын басқа тақырыптарға әртүрлі статистикалық операциялар контекстінде статистикалық деректерді талдау әдістері жатады, мысалы, алаяқтық деректері; алаяқтыққа қарсы жалпы механизмдер; танымал онлайн викториналық жүйелердің алаяқтыққа қарсы мүмкіндіктері; веб-камера мен микрофонды бақылаудың артықшылықтары мен кемшіліктері.

Түйін сөздер: онлайн оқыту, білім беру, ақпараттық қауіпсіздік, сынақ платформасы, алаяқтықты тексеру, алаяқтыққа қарсы жүйені дамыту.

Аннотация

К.Ш. Абешев¹, А.А. Кульжанова^{1,2}, Т.И. Бакибаев¹, М.А. Долаев¹

¹Алматы Менеджмент Университет, г.Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ МЕТОДОВ АНТИФРОД-СИСТЕМ И СИСТЕМ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ОНЛАЙН-ВИКТОРИН

Онлайн-викторины становятся все более популярным способом проверки знаний и вовлечения учащихся в процесс обучения. Системы онлайн-викторин стали еще более распространенными с ростом дистанционного обучения из-за пандемии COVID-19. Однако удобство онлайн-викторин сопряжено с риском мошенничества.

Для борьбы с этим во многих системах онлайн-викторин реализованы различные механизмы защиты от мошенничества. В этой статье будут рассмотрены некоторые из самых популярных систем онлайн-викторин и их механизмы защиты от мошенничества. Другие обсуждаемые темы включают методы анализа статистических данных в контексте различных статистических операций, таких как данные о мошенничестве; общие механизмы борьбы с мошенничеством; антифрод-функции популярных систем онлайн-викторин; плюсы и минусы мониторинга веб-камеры и микрофона.

Ключевые слова: онлайн-образование, образование, информационная безопасность, платформа тестирования, выявление мошенничества, улучшение качества системы антифрода.

Introduction

Many educational institutions are trying to improve their learning processes and use various new technologies. Over the past decades, teaching methods and learning technologies have undergone major changes [1, 2]. The quality and safety of e-learning technologies and online exams are attracting the attention of educators who are actively involved in both offline and online learning. Every year, a multi-billion-dollar budget is allocated for online learning. We can't ignore apps and sites for a comfortable experience. Recently, as the Covid pandemic has forced colleges and schools to replace classroom learning with online learning, the use of e-learning technologies has expanded exponentially. At the same time, there has been a sharp increase in vulnerability in the transition to online cybersecurity education with online educational technologies. The issue was data security and privacy. Among the different types of e-learning, remote online exams are much more prone to fraud than traditional offline exams. So, why do students cheat? Cheating has become a pervasive issue in schools, colleges, and universities across the globe. There are many reasons why students cheat on exams, and understanding these reasons is critical to finding solutions to this problem. In this article, we will explore some of the most common reasons why students cheat on their exams:

1. **Pressure to Succeed.** One of the most common reasons why students cheat on their exams is the pressure to succeed. Many students feel that the only way to get good grades and succeed academically is to cheat. They may feel that their future is at stake and that they will not be able to achieve their goals without good grades. This pressure to succeed can be particularly strong in highly competitive environments, such as selective colleges or programs.

2. **Lack of Preparation.** Another reason why students cheat on their exams is because they are not adequately prepared. Students may feel that they do not have the knowledge or skills needed to do well on the exam, and therefore feel compelled to cheat. This lack of preparation may be due to a variety of factors, such as poor time management, procrastination, or difficulty understanding the material.

3. **Fear of Failure.** Many students cheat because they are afraid of failing. They may feel that they are not smart enough or capable enough to do well on the exam. Cheating may provide a temporary solution to this fear, as it allows students to obtain better grades without having to face the possibility of failure. However, cheating ultimately undermines a student's ability to learn and grow, and can lead to long-term consequences.

4. **Peer Pressure.** Peer pressure is another common reason why students cheat. Students may feel pressure from their peers to cheat, particularly if they believe that everyone else is doing it. This pressure can be particularly strong in situations where cheating is normalized or accepted by the culture or community.

5. **Easy Access to Technology.** The availability of technology has made cheating easier than ever before. Students can easily access information online, collaborate with their peers, or use software to complete assignments or exams. This easy access to technology has created new opportunities for cheating that may not have existed in the past.

6. **Lack of Consequences.** Finally, many students may cheat because they feel that there are no real consequences for their actions. If cheating is not punished or if the consequences are not severe, students may feel that there is no real risk in cheating. This lack of consequences can create a culture where cheating is normalized and accepted, leading to even more cheating in the future [2].

We will compare the most popular quiz apps like Kahoot, Quizlet, Google Forms, ProProfs Quiz Maker, Moodle Quiz, Platonus, and the brand new quiz application - Delicatest, and look at cheat detection methods and how to implement them in them, as well as in our project called Delicatest. We will also try to understand whether they properly address the security issues of online training and testing. The security controls used for online learning are very different from the methods used in traditional classrooms. The teacher watches the students in the classroom. But in online exams, the focus of such dependency is shifting to technical controls such as the webcam and software, which is the focus of this study.

Many educational institutions use a learning management system (training management system) for motivation and organizational needs that are subject to the involvement of advanced effectiveness of learning technologies to support learning [3]. The learning management system can be implemented in various forms of student learning activities [4]. A learning management system is a computer program that helps and guides students in the learning process [5]. It can be recalled that the future learning platform is one of the most important and important issues means of distance learning via the Internet [6].

It is very important to devote time and resources to the development and implementation of the approaches needed to prevent fraud in an organization, as this strongly supports the continued resilience and continuity of the business. Taking into account the losses incurred after the fact of fraud is a highly inefficient and time-consuming process, and most organizations cannot fully recover the losses incurred. However, the methodologies developed to prevent fraud are not able to ensure the complete integrity of the organization [4]. Accordingly, an organization should apply other specific policies to ensure system continuity after fraud has occurred. This is mainly achieved through fraud detection. Fraud detection methodologies typically use ad-hoc procedures that rely heavily on analytical approaches and reporting systems to identify and summarize the presence of inconsistencies and anomalies.

Materials and methods

Literature reviews, unlike original research papers, do not draw new conclusions from data; rather, they aim to analyze what has been published in primary research on a particular subject. As a result, the main goal of this literature review is to provide readers with a better understanding of risk, risk management, and its manifestations in fraud planning and succession in quiz applications [3]. First, you need to understand what a quiz is. The quiz is the shortest, most common, and most random form of assessment. What is a quiz app? You create a test and give it a name. You can then add questions and answers to the test. In the context of the course, teachers most often conduct tests to better understand how well students have mastered the topic. The test covers a small amount of material, such as one lesson, page, or concept. Quiz question formats include one or two answer choices, answer gaps, multiple choice, and true or false. In the context of the course, teachers most often conduct tests to better understand how well students have mastered the topic. The test covers a small amount of material, such as one lesson, page, or concept. Quiz question formats include one or two answer choices, answer gaps, multiple choice, and true or false.

The literature search for this review was a descriptive review search that relied primarily on two major electronic databases, including Google Scholar and Scopus. The articles used in this descriptive review were selected based on the search terms like cybersecurity, antifraud system, authentication, authorization, and information security, either alone or in combination. All report titles and abstracts have been carefully studied. The full texts of potentially relevant articles were examined, and the reference lists of these publications were searched for other related articles.

Let's consider methods of statistical data analysis. Statistical data analysis for fraud detection performs various statistical operations such as fraud data collection, fraud detection, and fraud verification [4]. These technologies are divided into the following types:

1. The calculation of statistical parameters refers to the calculation of various statistical parameters such as means, quantiles, performance measures, and probability distributions for fraud-related data collected during the data collection process [7].
2. Regression analysis allows you to study the relationship between independent and dependent variables. This helps to understand and determine the relationship between several fraud variables, which also helps to predict future fraudulent activities [5].
3. In Probability Distributions and Models.
4. The probabilities of various fraudulent activities in a business are compared either in terms of various parameters or in terms of probability distributions [6].
5. Data matching is used to compare two sets of collected data (i.e. fraud data). The process can be carried out either based on algorithms or programmed cycles [8].

What mechanism should be used to combat fraud? The type of anti-fraud mechanism that should be implemented will depend on the nature of the exam and the level of scrutiny required. However, some general anti-fraud mechanisms that could be effective include:

1. Randomizing questions and answers: This makes it more difficult for students to share answers with each other or to look up answers online. It ensures that each student has a unique set of questions and answers.

2. Time limits: Setting time limits for exams can prevent students from having enough time to cheat or look up answers online. This ensures that students demonstrate their knowledge in a more authentic way.

3. Multiple question banks: Providing a variety of question banks with many variations can make it more difficult for students to share answers with each other or to memorize answers ahead of time.

4. Lockdown browsers: Lockdown browsers can prevent students from accessing external resources or other programs during the exam, which ensures that they cannot cheat or communicate with other students.

5. Webcam and microphone monitoring: As we discussed in a previous question, webcam and microphone monitoring can be controversial, but it can be effective in preventing cheating and ensuring exam integrity.

Ultimately, the anti-fraud mechanism that should be implemented will depend on the specific needs and requirements of the exam. Educators should evaluate the available options and choose the mechanism or combination of mechanisms that are best suited for the exam at hand. Additionally, it is important to communicate the importance of academic integrity and the consequences of cheating to students to help create a culture of honesty and fairness.

Let's look at the Antifraud features of the popular online quiz systems:

1. Kahoot

Kahoot is a popular online quiz system that is widely used in classrooms around the world. Kahoot's anti-fraud mechanism is centered around a two-step login process. When a student logs in to Kahoot, they must enter a username and password, as well as a PIN code specific to the quiz. This makes it more difficult for students to share quiz content with each other. Kahoot also includes monitoring features that alert teachers when a student is suspected of cheating. For example, if a student answers questions too quickly, the teacher can receive an alert and investigate further.

2. Quizlet

Quizlet is another popular online quiz system that is used by many teachers and students. Quizlet uses a variety of anti-cheating measures, including timed quizzes, randomized questions, and verification codes that prevent students from sharing quiz content with each other. The timed quizzes ensure that students do not have enough time to cheat or look up answers online. The randomized questions mean that each student gets a different set of questions, making it more difficult for students to share answers. The verification codes ensure that students cannot share quiz content with each other outside of the platform.

3. Google Forms

Google Forms is a popular quiz system that is widely used by teachers to create and distribute quizzes. Google Forms has built-in anti-cheating features that are designed to prevent students from cheating. For example, teachers can limit responses to one per user, which ensures that students cannot retake the quiz or submit multiple answers. Google Forms also includes features that allow teachers to shuffle answer choices, making it more difficult for students to share answers. Additionally, Google Forms uses captcha tests to prevent automated bot attacks.

4. ProProfs Quiz Maker

ProProfs Quiz Maker is a quiz system that is designed specifically for educators. It offers a range of security features that are designed to prevent cheating. For example, ProProfs Quiz Maker allows teachers to password protect their quizzes, which ensures that only authorized students can access the quiz. ProProfs Quiz Maker also includes timed quizzes, which ensure that students do not have enough time to cheat or look up answers online. In addition, ProProfs Quiz Maker uses IP address tracking to monitor and prevent cheating. Lastly, the question bank contains a large number of variations to prevent students from sharing answers.

5. ExamSoft

ExamSoft is a secure testing platform that is designed for high-stakes exams. It is widely used by professional organizations, such as bar examiners, medical boards, and law schools. ExamSoft offers a range of anti-fraud mechanisms that are specifically designed to ensure exam integrity. When students take an exam on ExamSoft, the platform locks down their computers, preventing access to other programs or the internet. This means that students cannot cheat by accessing external resources or communicating with other students. ExamSoft also uses facial recognition technology to verify the identity of the student taking the exam. Finally, live proctoring is available to monitor exams and ensure that no cheating occurs.

6. Platonus

Platonus is an information system that is designed to provide effective information support for the management of the education system, as well as the management of the educational process of higher and

secondary educational institutions. The information system Platonus will provide a set of tasks in the following areas: a) Improving the efficiency of management in the field of education based on the information and technical support for solving the problems of monitoring compliance with the check of the contingent; b) Improving the quality of the provision of educational services based on the improvement of information technology support for the activities of higher and secondary educational institutions, their employees, and students; c) Raising the awareness of students of higher and secondary educational institutions on the issues of conducting the educational process, as well as the implementation of activities in the field of education based on providing the possibility of electronic interaction with the relevant authorized bodies [9].

7. Moodle Quiz

Moodle is a popular learning management system that is widely used in schools and universities. Moodle Quiz is the built-in quiz system that is included in Moodle [10]. Moodle Quiz allows teachers to set a variety of anti-cheating measures, such as randomizing question order and answers, setting time limits, and providing immediate feedback on correct answers. The randomization of questions and answers ensures that students do not have the same set of questions or answers, making it more difficult for students to share answers. The time limit ensures that students do not have enough time to cheat or look up answers online. Finally, providing immediate feedback on correct answers ensures that students cannot share answers with each other.

8. Delicatest

We will also consider the functionality of the online quiz system Delicatest. Delicatest allows you to compose test questions. Questions can be exported and imported to CSV so that they can be shared with colleagues. You can use images for questions, use the Latex functionality for mathematical formulas, and even insert program code. Let's consider the main idea of the antifraud process of Delicatest. The main idea that we currently have to implement in our project is as follows.

1. We have a quiz that has a list of questions.
2. We have a student who wants to take the quiz.
3. Every time the student answers a question, we check if the student has already answered this question before. If the student has already answered this question, we do not allow the student to answer the question again. We also do not allow the student to change the answer.
4. We also check the time that the student has taken to answer the question. If the student has taken too much time to answer the question, and the question was relatively simple, this answer becomes suspicious.
5. If the student answers a question too quickly, and the question was relatively difficult, this answer also becomes suspicious. Now, the question is to recognize if the question itself was difficult or not.

We have a list of questions. We can use the number of correct answers to a question to recognize if the question was difficult or not. If the number of correct answers is high, the question is easy. If the number of correct answers is low, the question is hard. We can also use the number of students who answered the question to recognize if the question was difficult or not. If the number of students who answered the question is high, the question is easy. If the number of students who answered the question is low, the question is hard. But that is not all. Our goal is to know how much time is necessary to answer the question. We only look at the correct answers and save the time that the student has taken to answer the question. Now, the speed of each student is different. So, we need to normalize the time that the student has taken to answer the question. We can do this by dividing the time that the student has taken to answer the question by the average time that the students have taken to answer the question. Now, we have a normalized time. We can use this normalized time to recognize if the question was difficult or not. If the normalized time is high, the question is easy. If the normalized time is low, the question is hard.

After all the questions are answered, having all the normalized times, we can detect cheating [6]. We can detect cheating by comparing the normalized time of each student to the normalized time of the other students. If the normalized time of a student is too high or too low, this student is most probably cheating. Also, we can detect cheating using the unique code. We generate a unique code for each student. This code is generated using the student's name, the quiz's name, and some random numbers. This code is saved to the local storage of the student's browser. The student cannot change this code. It happens that one student is helping another. Each student has a personal link to the quiz, and the student can share this link with his friends. When the student shares the link with his friends, the student's unique code stays unchanged, and it is sent to the server together with the answers. If we see the same code for different users, this is a sign of cheating.

In Figure 1, we can see an IP address. This is the IP address of the student who answered the question. To protect the personal data of students, the surnames, names, and mail of the students were covered up.

Дата	Группа	Имя	ИП	Электронная почта	Сколько	Результат %
09.02.23	ML	[REDACTED]	IP адрес: 95.161.227.283	16:55 - 17:10	ссылка	80 Fix
09.02.23	ML	[REDACTED]	IP адрес: 95.161.227.284	16:55 - 17:00	ссылка	100 Fix
09.02.23	ML	[REDACTED]	IP адрес: 95.161.227.283	16:55 - 17:15	ссылка	80 Fix
09.02.23	ML	[REDACTED]	IP адрес: 95.161.227.283	16:55 - 17:11	ссылка	86 Fix
09.02.23	ML	[REDACTED]	IP адрес: 95.161.227.283	16:55 - 17:00	ссылка	100 Fix
09.02.23	ML	[REDACTED]	IP адрес: 95.161.227.283	16:55 - 17:10	ссылка	86 Fix

Figure 1. List of identical IP addresses of the students

We relied on this field for some time to detect cheating. However, we found out that this is not a reliable way to detect cheating. The reason is that students can use a VPN to change their IP address. Also, when after the Covid pandemic, students started to take the quiz from universities, and they were using the same IP address. So, this field is not reliable for detecting cheating. We have another method here to mention. We generate a unique code for each student. This code is generated using the student's name and the quiz's name. We use this code to detect cheating. We will talk about this method in the next section.

Delicatest makes it possible to track the activity of students. For example, using the telegram bot, you can track how many students have passed the test out of those enrolled for passing the test, how many are passing at a given time, and the average score, it allows exporting to csv, xls formats, and also provides detailed information on the scores of each student. Let's see how it looks with the help of Figure 2.

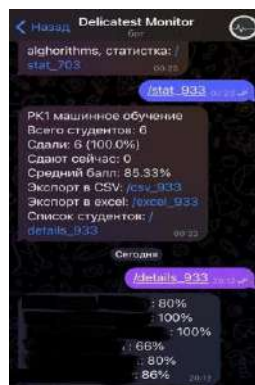


Figure 2. An example of using a telegram bot for data analytics on passed tests in Delicatest

What features are more important? There are several anti-fraud mechanisms that are important in preventing cheating in online quiz systems. However, the most important mechanisms depend on the nature of the quiz and the level of scrutiny required. For high-stakes exams, measures such as locking down the computer, using facial recognition technology to verify the identity of the test taker, and live proctoring are critical to ensuring exam integrity. These measures ensure that students cannot cheat by accessing external resources or communicating with other students. For low-stakes quizzes, anti-fraud mechanisms such as timed quizzes, randomization of questions and answers, and verification codes can be effective. These mechanisms make it more difficult for students to share answers or cheat by looking up answers online. Additionally, tracking features that monitor and identify unusual activity or behavior can be helpful in detecting cheating. Ultimately, the most effective anti-fraud mechanisms are those that are tailored to the specific needs and requirements of the quiz or exam. Educators should carefully evaluate the available options and choose the mechanisms that best suit their needs. If we talking about Webcam and Microphone monitoring, webcam and microphone monitoring during an online exam can be a controversial issue. Some people believe that this type of monitoring is necessary to prevent cheating and ensure exam integrity, while others view it as a violation of

privacy. In this article, we will explore the pros and cons of webcam and microphone monitoring during online exams to determine whether it is appropriate [11].

Let's take a look at the pros of webcam and microphone monitoring:

1. Prevents Cheating

Webcam and microphone monitoring can be an effective way to prevent cheating during online exams. When students know that they are being monitored, they are less likely to cheat, which ensures that the exam results are more accurate and reflect the student's actual knowledge.

2. Ensures Exam Integrity

Webcam and microphone monitoring can also ensure exam integrity by preventing students from accessing external resources or communicating with other students during the exam. This ensures that the exam is fair and that all students have an equal opportunity to demonstrate their knowledge.

3. Deters Potential Cheaters

The presence of webcam and microphone monitoring can act as a deterrent to potential cheaters. When students know that they are being monitored, they are less likely to cheat, which can help to maintain the integrity of the exam.

Let's also look at the cons of webcam and microphone monitoring:

1. Violation of Privacy

Webcam and microphone monitoring can be seen as a violation of privacy. Students may feel uncomfortable knowing that they are being monitored during the exam and may feel that their privacy has been violated.

2. Technical Issues

Webcam and microphone monitoring can also be challenging from a technical perspective. Students may have technical difficulties that prevent them from participating in the exam or that disrupt their performance. This can lead to inaccurate results or unfair treatment of students.

3. Ineffective for Some Forms of Cheating

Webcam and microphone monitoring may not be effective for preventing some forms of cheating, such as using a second device or communicating with others outside of the monitoring range. In these cases, students may still be able to cheat despite the monitoring. And of course, the main question is, what mechanism to use? The type of anti-fraud mechanism that should be implemented will depend on the nature of the exam and the level of scrutiny required. However, some general anti-fraud mechanisms that could be effective include: Randomizing questions and answers. This makes it more difficult for students to share answers with each other or to look up answers online. It ensures that each student has a unique set of questions and answers:

1. Time limits: Setting time limits for exams can prevent students from having enough time to cheat or look up answers online. This ensures that students demonstrate their knowledge in a more authentic way.

2. Multiple question banks: Providing a variety of question banks with a large number of variations can make it more difficult for students to share answers with each other or to memorize answers ahead of time.

3. Lockdown browsers: Lockdown browsers can prevent students from accessing external resources or other programs during the exam, which ensures that they cannot cheat or communicate with other students.

4. Webcam and microphone monitoring: As we discussed in a previous question, webcam and microphone monitoring can be controversial, but it can be effective in preventing cheating and ensuring exam integrity.

Ultimately, the anti-fraud mechanism that should be implemented will depend on the specific needs and requirements of the exam. Educators should evaluate the available options and choose the mechanism or combination of mechanisms that are best suited for the exam at hand. Additionally, it is important to communicate the importance of academic integrity and the consequences of cheating to students to help create a culture of honesty and fairness.

Conclusion

With the growth of information, information and data processing plays an important role in the efficient operation of departments within the organization and outside it, for example, in educational institutions. Processing data is time-consuming because there are large and ever-growing volumes of data in any organization. Accordingly, information systems, in light of advances in computer systems, have been developed to rationalize specific methods associated with data processing, in particular for collecting, storing, processing, and analyzing data, as well as for extracting and disseminating information for certain purposes. However, in addition to the wide range of benefits that information systems provide to organizations, they also

present some potential risks to the organization. The risks associated with the implementation and development of information systems are closely related to the development of information and data security. Consequently, worldwide attention and investment in resources towards standardization and the development of specific frameworks with which to reduce the associated risks can be increased. There are many online quiz systems available today, each with their own unique features and anti-fraud mechanisms. It is important for educators to evaluate these systems based on their specific needs and requirements. While some systems may be better suited for low-stakes quizzes, others are designed for high-stakes exams. By using these anti-fraud mechanisms, educators can ensure that students are learning and demonstrating their knowledge in an honest and fair manner.

In the article we have covered:

1. Methods of statistical data analysis in the context of various statistical operations, such as fraud data;
2. General anti-fraud mechanisms;
3. Anti-fraud features of the popular online quiz systems;
4. Pros and cons of webcam and microphone monitoring.

Within such structures, risks are identified, systematized, analyzed both qualitatively and quantitatively, and then responded to, which is combined with the development of specific policies to prevent the occurrence of such risk events. Webcam and microphone monitoring during an online exam can be appropriate, but it is important to consider the pros and cons carefully. While it can be an effective way to prevent cheating and ensure exam integrity, it may also be seen as a violation of privacy and may not be effective for preventing all forms of cheating. Educators should consider these factors when deciding whether or not to use webcam and microphone monitoring during online exams. Additionally, it is important to communicate with students about the purpose and importance of webcam and microphone monitoring and to ensure that the monitoring is carried out in a fair and consistent manner. It can be concluded that the integrity of information plays an important role in modern society. Every day we are exposed to risks and fraud, so the invention of information and data protection tools is important today. In conclusion, cheating is a complex problem that has many different causes. Understanding these causes is critical to finding solutions to this problem. To prevent cheating, it is important to create a culture of academic integrity that emphasizes the importance of learning and honesty. This can be done through educational programs, clear policies and consequences for cheating, and support for students who may be struggling academically. By addressing the root causes of cheating, we can create a more honest and fair educational system that benefits everyone.

References:

- 1 Slusky L. *Cybersecurity of online proctoring systems //Journal of International Technology and Information Management*. – 2020. – T. 29. – №. 1. – С. 56-83.
- 2 Bauer T. N. et al. *Privacy and cybersecurity challenges, opportunities, and recommendations: Personnel selection in an era of online application systems and big data*. – 2020.
- 3 Hadlington L. *Human factors in cybersecurity; examining the link between Internet addiction, impulsivity, attitudes towards cybersecurity, and risky cybersecurity behaviours //Heliyon*. – 2017. – T. 3. – №. 7. – С. e00346.
- 4 Obaidat M. S., Traore I., Woungang I. (ed.). *Biometric-based physical and cybersecurity systems*. – Cham: Springer International Publishing, 2019. – С. 1-10.
- 5 *Fraud detection // linkedin.com URL: <https://www.linkedin.com/pulse/fraud-detection-nishi-kumari> 29.11.2022.*
- 6 Meszaros J., Buchalceva A. *Introducing OSSF: A framework for online service cybersecurity risk management //computers & security*. – 2017. – T. 65. – С.300-313.
- 7 Prasad R., Rohokale V. *Cyber security: the lifeline of information and communication technology*. – Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2020.
- 8 Wulandari I. A. I. et al. *Application of lesson study during the COVID-19 pandemic in online learning using problem-based learning to increase student collaboration skills //AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing LLC, 2023. – T. 2569. – №. 1. – С. 020013.
- 9 Abeldina Z. et al. *Experience in Education Environment Virtualization within the Automated Information System" Platonus"(Kazakhstan) //International Journal of Environmental and Science Education*. – 2016. – T. 11. – №. 18. – С. 12512-12527.
- 10 Mustafa A. S., Ali N. *The Adoption and Use of Moodle in Online Learning: A Systematic Review*. – 2023.
- 11 Isaac O. et al. *Online learning usage within Yemeni higher education: The role of compatibility and task-technology fit as mediating variables in the IS success model //Computers & Education*. – 2019. – T. 136. – С. 113-129.

STUDY OF IMPACT SIGNS ON THE QUALITY OF EDUCATION BY MACHINE LEARNING ALGORITHMS

A.K. Bazarbai^{1*}, A.K. Berdaly¹, Z.M. Abdiakhmetova¹, V. Jotsov²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²University of Library Studies and Information Technologies, Sofia City, Bulgaria

*e-mail: arassatbazarbay@gmail.com

Abstract

Currently, the rapid development of information flow, the expansion of new digital services affects the quality of education of students. In the field of education, many scientists have studied in their works the identification of signs that affect student progress. In the research work, a database is created, including the physiological and psychological characteristics of students. Predictions are made based on the database with machine learning algorithms. Linear regression, Support vector machine, Random Forest methods are used to determine the best algorithm. Algorithms are evaluated using Regression Evaluation metrics. The result of the study provides the best algorithm and necessary indicators for learning progress. The main goal of the article is to study the signs of impact on the quality of education with the help of machine learning algorithms and write and analyze the results in the Python programming language.

Keywords: machine learning algorithm, python programming language, support vector method, random forest, dataset, linear regression, features.

Аңдатпа

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІМЕН БІЛІМ САПАСЫНА ӘСЕР ЕТУ БЕЛГІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

A.K. Базарбай¹, A.K. Бердалы¹, З.М. Абдирахметова¹, В. Йотцов²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

²Кітапхана ісі және ақпараттық технологиялар университеті, София қ., Болгария

Қазіргі уақытта ақпарат ағынының қарқынды дамуы, жаңа цифрлық қызметтердің кеңеюі студенттердің білім сапасына әсер етуде. Білім беру саласында көптеген ғалымдар өз еңбектерінде оқушылардың үлгеріміне әсер ететін белгілерді анықтауды зерттеген. Зерттеу жұмысында оқушылардың физиологиялық және психологиялық ерекшеліктерін қамтитын мәліметтер қоры жасалады. Болжамдар мәліметтер базасы негізінде машиналық оқыту алгоритмдерімен жасалады. Ең жақсы алгоритмді анықтау үшін сызықтық регрессия, Қолдау векторлық машинасы, Random Forest әдістері қолданылады. Алгоритмдер Регрессияны бағалау метрикасының көмегімен бағаланады. Зерттеу нәтижесі оқу үлгерімінің ең жақсы алгоритмі мен қажетті көрсеткіштерін береді. Мақаланың негізгі мақсаты – машиналық оқыту алгоритмдерінің көмегімен білім сапасына әсер ету белгілерін зерттеу және нәтижелерді Python бағдарламалау тілінде жазу және талдау.

Түйін сөздер: машиналық оқыту алгоритмі, Python программалау тілі, тірек векторлық әдісі, кездейсоқ орман, деректер жинағы, сызықтық регрессия, белгілер.

Аннотация

A.K. Базарбай¹, A.K. Бердалы¹, З.М. Абдирахметова¹, В. Йотцов²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

²Университет библиотечного дела и информационных технологий, г. София, Болгария

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ ВЛИЯНИЯ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ

В настоящее время стремительное развитие информационных потоков, распространение новых цифровых сервисов влияет на качество образования студентов. В области образования многие ученые изучали в своих работах выявление признаков, влияющих на успеваемость учащихся. В исследовательской работе создается база данных, включающая физиологические и психологические особенности студентов. Прогнозы делаются на основе базы данных с алгоритмами машинного обучения. Линейная регрессия, метод опорных векторов, методы случайного леса используются для определения наилучшего алгоритма. Алгоритмы оцениваются с использованием показателей регрессионной оценки. Результат исследования обеспечивает наилучший алгоритм и необходимые показатели успеваемости. Основная цель статьи – изучить признаки влияния на качество

образования с помощью алгоритмов машинного обучения и записать и проанализировать результаты на языке программирования Python.

Ключевые слова: алгоритм машинного обучения, язык программирования python, метод опорных векторов, случайный лес, набор данных, линейная регрессия, признаки.

Introduction

Currently, the trend of digitalization of society is going very fast. This, in turn, simplifies many tasks encountered in everyday life. Of course, this phenomenon will find a place in the field of education and will have an impact on the development of this field. Lydia Sandra, Ford Lumban Gaol, and Tokuro Matsuo [1] reviewed factors that may affect student performance and technologies that help predict student performance.

To date, lesson plans have been drawn up in general terms, so they are the same for all students. However, students have different types of learning abilities, so the same lesson plan may not be ideal for all students. Imagine a scenario where a student is able to learn quickly with visuals/shapes/diagrams, but is provided with text-based learning material - the material may be difficult for the student to absorb. Before ML and machine learning, there was no practical way to detect this and come up with a possible solution. As a result, this puts a lot of pressure on the student and sometimes leads to failure even though the student may have had good potential. If the material were presented only in a different way, then the student could easily understand and assimilate it.

The use of artificial intelligence is a great solution for this situation. Individual lesson plans can potentially lead to better learning because technology can evaluate student data and determine the best practices in which students can learn. This will also determine the best subject mapping based on student interests.

The study addressed many issues, one of which was to identify important characteristics that could be used to predict student performance. The results indicated that internal evaluation and summative evaluation were the most consistent traits used to predict academic performance. In addition, other important traits such as personal and internal evaluation, previous records, extracurricular activities and social attributes were identified. One of the main goals of this work was to study the use of machine learning algorithms to predict the progress of students. The study was conducted in mid-May 2021 and the data collected is from the IEEE Access and Science Direct databases. Data collection was performed according to standard database search rules: exclusion and inclusion criteria, as well as search results. The work includes logistic regression, Bayesian method, K-nearest neighbor (KNN), regression tree, random forest, decision tree, long-short-term memory (LSTM), support vector method (SVM), multi-layer perceptron neural network (MLP), algorithms such as artificial neural network (ANN) are used. Artificial neural network (ANN), support vector method (SVM), decision tree, Bayesian method, logistic regression methods are algorithms that have shown good results [2].

Another study [3] on this topic states that due to the large amount of data in the database in the field of education, it has become difficult to predict the progress of students. The main purpose of the research work is to provide an overview of artificial intelligence systems used to predict academic learning. The research paper presents an automated evaluation system for evaluating the progress of students and analyzing their achievements. Here, the author uses a tree-like algorithm to accurately predict student progress. The data clustering method was used to analyze a large set of students' databases. It can be seen that this method speeds up the search process and gives accurate classification results. A new model of teaching was proposed using information about the student obtained during college registration. The final data set is provided as input so that machine learning algorithms can apply and predict student performance. In the study, 13 algorithms of 5 categories were selected from machine learning algorithms: Bayesian, SVM, MLP, IBK, linear regression and tree-type algorithms. As a result of the research, using Binomial Logistic Regression gave 97.06% accuracy, Decision Tree 88.24%, Entropy 91.18%, K-Nearest Neighbor showed 93.72% accuracy. Among the machine learning algorithms, Binomial logistic regression gave the best results.

The following research paper [4] argues that the economic success of any country largely depends on the availability of higher education and that this is one of the main concerns of any Government. According to Hussein Altabrawee, American student loan debt has increased because many students are unable to complete higher education on time. As for machine learning methods, fully connected artificial neural network, Bayesian, decision tree and logistic regression were used in the work to build a machine learning model. The ROC (receiver operating characteristic) index was used to compare the accuracy of the four models. The dataset used to build the models was collected from liberal arts college students during the 2015 and 2016 academic years using a student survey and test booklet. The dataset contains information on 161 students. The activities of this study include creating a student dataset, collecting data, pre-processing the data, building and

evaluating four machine learning models, finding the best model, and analyzing the results. The composition of the data set is wide-ranging: from the learner's age and gender, to the extent to which family members help with the student's lessons. The effect of the above-mentioned four models on the data set was expressed by the ROC index. Artificial Neural Network has a value of 0.807, Bayesian 0.697, Decision Tree 0.762 and Logistic Regression 0.767 and the most efficient model is found to be Artificial Neural Network [5]. Many other works have been carried out in this direction, and a brief overview of those works is given according to several properties (Table 1).

Table 1. Review of Research Papers

Article	Features	Data set size	Machine learning algorithm	Best Algorithm	Features
Meier et al, 2015 [4]	Prices	700	The proposed new algorithm, KNN, linear regression, logistic regression, SVM	A new proposed algorithm	The number of signs is small
Guleria et al, 2014 [5]	Progress in class, participation in class, performance of assignments, laboratory work, session progress	120	Decision tree	Decision tree	Number and algorithm of small signs
Xu et al, 2017 [6]	Evaluation, work experience	1169	Linear regression, logistic regression, RF, kNN, proposed progressive prediction algorithm	Proposed progressive prediction algorithm	The number of signs is small
Arsad et al, 2013 [7]	Prices	896	ANN	ANN	Number and algorithm of small signs
Li et al, 2013 [8]	Prices	72	PCA	PCA	Number and algorithm of small signs
Gray et al, 2014 [9]	Abilities, personality, motivation of learning strategy	914	NB, DT, logistic regression, SVM, ANN, KNN SVM, KNN, NB	SVM, KNN, NB	The number of signs is small
Buniamin et al, 2016 [10]	Prices	391	Neuro-fuzzy classification	Neuro-fuzzy classification	The number of signs is small
Alharbi et al, 2016 [11]	student demographics, overall performance, student Modules	898 for training 1789 for testing	Logistic regression, ANN, DL, BN, DA, DT and ensemble approach	There are no overall winners	The best model is not defined
Livieris et al, 2012 [12]	Prices	279	ANN, DT, NB, rule learning, SVM	ANN, SVM	Small number of signs
Hamsa et al, 2016 [13]	Internal Grades, Sessional Grades and Drop Score	168	Fuzzy Genetic Algorithm and DT	The FGA model is less rigorous than the DT	Few data sets
Sarker et al, 2014 [14]	Personal and demographic information, student satisfaction and integration	149	ANN, logistic regression	logistic regression	Fewer datasets and algorithms
Huang et al, 2011 [15]	Grade point average and grades	239	Linear regression, ANN, SVM.	SVM	Small number of signs

Studying the aforementioned works, we noticed that they lacked the scope of data sets, the methods used during data collection, the lack of predictive features, and the lack of machine learning algorithms.

Machine learning can be used to predict student learning outcomes. The system is accurate, sensitive and specific in terms of using machine learning algorithms to predict student performance in the early stages of learning [5]. They mainly perform the following tasks:

- Automatic collection of exam scores.
- Exam performance data Implicit variables are then discovered based on these data, such as prior knowledge, talent, and diligence of the student.

Based on this information, a prediction model is created to predict student learning outcomes.

2. Materials and methodology

Educational software must be very accurate as it affects the learning process of students. They are also used for assessment and tutoring of students. Hence, they must go through an intensive testing process before implementation. Software testing verifies that the software conforms to the attributes of the system, as well as its ability to achieve its intended goals. As software complexity grows, the testing process becomes more intense [6]. The learning elements are software metrics and specification, control graph, call graph execution data, test case failure report, and coverage data.

Software testing includes the following steps:

- Analysis of the problem area and its corresponding data sets.
- Algorithm analysis.
- Analysis of implementation options. An automated testing process is used to reduce the cost of testing and the time required to complete it.

Intelligent learning environment refers to systems that use both supervised and unsupervised learning. It is very useful for representing student learning in terms of knowledge, metacognitive abilities, and learning behavior in order to predict the student's future behavior. These systems are usually based on statistical pattern recognition. These models are achieved by collecting, processing, examining and testing data. This can be done by manually labeling the data and then applying supervised learning algorithms to identify behavior. To further reduce the implementation time, unsupervised learning algorithms such as k means clustering to identify common learning behavior can be used, and supervised learning is implemented to actually build the user model based on the identified patterns.

2.1. Participants

Data sets from the Internet source (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/student+performance>) were used in this research. This dataset includes 395 (187 girls, 208 boys) students. The participants were students from the Portuguese schools named Gabriel Pereira and Musinho da Silveira, without neurological or mental disorders [6].

2.2. Selection of signs

Data attributes include student grades, demographic, social, and school characteristics and are collected through school reports and surveys. Indicators include age and gender of learners, parents' work and healthy daily diet. The number of signs is equal to 33. The signs were followed by properties that may have been overlooked given the shortcomings of the aforementioned research, but are of significant predictive value (Figure 1).

2.3. Work performed

Machine learning algorithms trained by three different teachers were applied to the sorted dataset. In particular, Linear regression, Support vector machine, Random Forest methods. The textual value data was converted to numerical value using the LabelEncoder module of the Python programming language. The data was split into two because the machine learning algorithms were trained by the teacher. To train the preliminary model, a training data set and a test data set for prediction were separated [7].

school	sex	age	address	famsize	Pstatus	Medu	Fedu	Mjob	Fjob	...	famrel	freetime	goout	Dalc	Walc	health	absences	G1	G2	G3
GP	F	18	U	GT3	A	4	4	at_home	teacher	...	4	3	4	1	1	3	6	5	6	6
GP	F	17	U	GT3	T	1	1	at_home	other	...	5	3	3	1	1	3	4	5	5	6
GP	F	15	U	LE3	T	1	1	at_home	other	...	4	3	2	2	3	3	10	7	8	10
GP	F	15	U	GT3	T	4	2	health	services	...	3	2	2	1	1	5	2	15	14	15
GP	F	16	U	GT3	T	3	3	other	other	...	4	3	2	1	2	5	4	6	10	10
GP	M	16	U	LE3	T	4	3	services	other	...	5	4	2	1	2	5	10	15	15	15
GP	M	16	U	LE3	T	2	2	other	other	...	4	4	4	1	1	3	0	12	12	11
GP	F	17	U	GT3	A	4	4	other	teacher	...	4	1	4	1	1	1	6	6	5	6
GP	M	15	U	LE3	A	3	2	services	other	...	4	2	2	1	1	1	0	16	18	19
GP	M	15	U	GT3	T	3	4	other	other	...	5	5	1	1	1	5	0	14	15	15
GP	F	15	U	GT3	T	4	4	teacher	health	...	3	3	3	1	2	2	0	10	8	9
GP	F	15	U	GT3	T	2	1	services	other	...	5	2	2	1	1	4	4	10	12	12
GP	M	15	U	LE3	T	4	4	health	services	...	4	3	3	1	3	5	2	14	14	14
GP	M	15	U	GT3	T	4	3	teacher	other	...	5	4	3	1	2	3	2	10	10	11
GP	M	15	U	GT3	A	2	2	other	other	...	4	5	2	1	1	3	0	14	16	16

Figure 1. Data set

Linear regression is a method that determines the model of dependence of variable x with a linear dependence function on one or more other variables (factors, regressors, independent variables). Capturing the dependence between input and output variables in a linear model distinguishes the linear regression method from other methods. If we consider the dependence between a single input and a single output variable, the regression is simple and the following regression equation is defined for it: $y = ax + b$. The work was done using the Linear Regression module built into the Python programming language. We worked with split data using fit() and predict() methods. The final results were obtained in the form of an array [8].

Support vector machine is a teacher-trained machine learning model with training algorithms that analyze data and identify patterns. The method of support vectors for both classification problems, also used for regression analysis. The peculiarity of the method is the determination of planes dividing all points into classes [9]. The Python programming environment helped to simplify the work. Because the Support Vector method is a built-in method in this environment. After invoking the module, the linear type of kernel that divides the points into classes of the method is selected. Using the Predict () method, the variables were predicted and the result was obtained in the form of an array.

Random Forest is a Machine Learning method used to solve regression and classification problems. It uses ensemble learning, which is a method that combines many classifiers to solve complex problems. In the work, the RandomForestRegressor library was launched and the necessary parameters were set. Data were predicted using the fit() and predict() methods of this module. The final result is achieved in the form of an array [10].

Results

Most efficient classifiers in a range of disciplines are support vector machines (SVM). It can also be used to diagnose and treat cardiovascular disease. With a modest margin of separation between the two objects, this method works effectively in high-dimensional situations. Aside from samples, it works well with a wide range of other dimensions as well another drawback of this approach is that it requires a lot of time and memory to run. As a result, the performance metrics may suffer while dealing with noisy and confusing data [11]. SVM, despite its flaws, offers a number of valuable applications because of its appropriate and cost-effective categorization. Linear regression, Support vector method and Random forest algorithms were applied to the collected data set. These algorithms have achieved good results for prediction purposes. As mentioned above, the result is obtained in the form of arrays. Figure 2 shows the results obtained by the Linear Regression method.

```
array([ 5.92431866, 10.70981935, 10.48604256, 6.97682276, 1.33269023,
       -3.16271817, 5.80856325, 4.8255278 , 5.04927279, 7.02938248,
        9.2116912 , 7.87801775, 7.88734034, 11.18645587, 3.94567677,
       -2.82710306, 13.61026047, 6.24229375, 5.2546867 , 7.59215563,
       12.31582624, 12.23445724, 10.67683712, 6.35567804, 5.63038122,
        6.25061206, 11.99087005, 9.68436036, 4.72345842, 6.13400196,
        7.16816436, 2.63963535, 13.67916046, 11.50850488, 7.66692063,
        8.73483111, 6.62385271, 2.83258597, -1.78469759, 5.60751638,
       13.53935825, 12.63807143, 5.67415779, 8.17924455, 4.20132426,
        10.94647203, 7.81055369, 4.86244401, 8.51589707, 10.03441079,
```

Figure 2. Linear regression result

Using the linear kernel of the support vector method, the indicators in Figure 3 were obtained.

```
array([ 6.07381508, 10.97065736, 10.95551508, 8.03815575, 1.88848695,
       -3.02123005, 6.09314178, 5.18012788, 5.68262987, 7.94833358,
        9.15958054, 8.06596321, 7.99897873, 11.83887521, 4.98010759,
       -2.47341315, 13.24048775, 6.23696593, 5.92906032, 7.95649432,
       12.23170433, 12.09152301, 10.95297858, 6.53102662, 5.88605232,
        6.76356503, 12.03043622, 9.8716055 , 5.7365891 , 6.15057343,
        7.13935305, 2.95078734, 13.17860609, 12.08603449, 7.1990561 ,
        8.0697712 , 7.15049114, 3.72652255, -2.41525341, 6.01225867,
```

Figure 3. The result of the method of support vectors

The Random Forest method using ensemble training gave significantly more accurate results compared to other methods. Figure 4 shows the result of the Random Forest method.

```
array([ 2.29357143, 10.94483333, 10.84483333, 7.48116667, 1.07058333,
        1.20836905, 6.54 , 4.56033333, 5.59226299, 7.48066667,
        8.61242063, 7.59442857, 7.88792857, 12.81577381, 4.66458333,
        1.21445238, 13.31678571, 6.48366667, 4.45307143, 7.555 ,
       12.42875 , 12.33802381, 10.915 , 6.13904762, 6.17107143,
        6.63064286, 12.47845238, 10.32211905, 5.60965476, 6.30640476,
        6.38765476, 3.29444048, 13.39319048, 12.64203571, 7.62233333,
        7.5055 , 6.77416667, 3.86552381, 0.669 , 6.13240476,
```

Figure 4. The result of the random forest method

In the study, the performance of the algorithms was evaluated using Regression evaluation indicators.

$$\frac{1}{m} \sum_1^m (y_i - \hat{y}_i)^2 \tag{1}$$

$$\frac{1}{m} \sum_1^m |(y_i - \hat{y}_i)| \tag{2}$$

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{residual}}{SS_{total}} \tag{3}$$

Mean squared error (1), mean absolute error (2) and R-squared (3) indicators are calculated due to the main expected and predicted variables. The work of the algorithms was calculated and compared with the following formulas (1,2,3) [13].

According to the results of these evaluation indicators, the mean square error of the linear regression method is 2.311, the mean absolute error is 1.131, R square is 0.856, the mean square error of the support vector method is 0.945, the mean absolute error is 2.085, the R square is 0.870, the mean square error of the random forest method is 1.706, the mean absolute error 0.946, R square was equal to 0.894.

The results are shown in Figure 5.

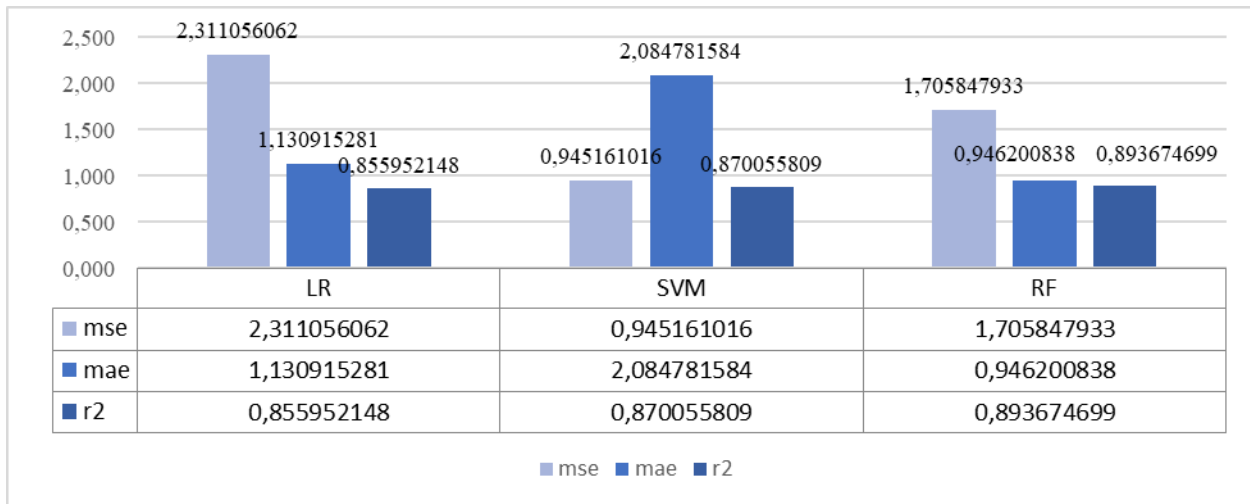


Figure 5. Analysis

Beside the limitations, the research has proposed a set of features to enhance effective e-learning in order to build and improve the quality of the education system by current popular techniques. At the same time, we proposed research on facilities to improve the performance of training institutions based on successful application of artificial intelligence [14].

In the classification problem, the characteristics of the data always affect the classification results. Depending on the purpose of the problems, they propose different factors that affect different systems. Therefore, the number and value of the attributes will be one of the factors determining the model results. The question of how to best complete a course is always posed to each student. It depends on many influencing factors, but this information is not always fully provided by the student.

The random forest method has shown to be the most suitable method with its indicators. Figure 6 shows the signs that affect the quality of a student's knowledge horizontally and vertically.

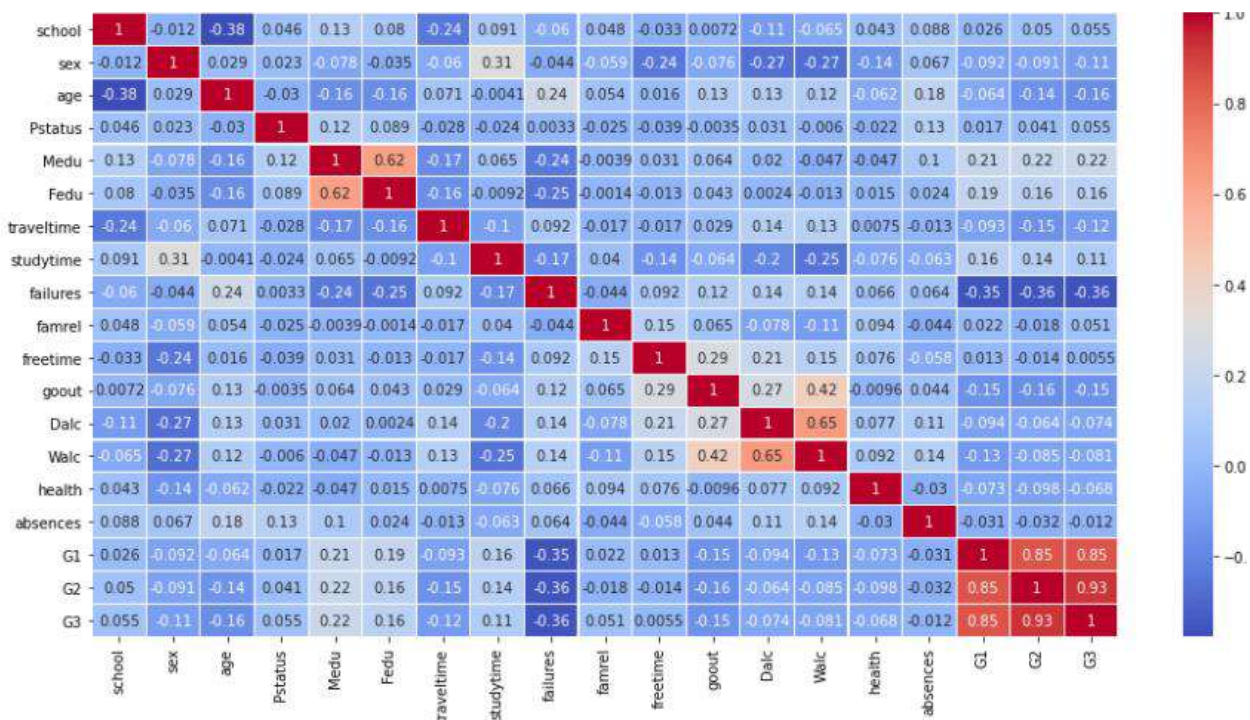


Figure 6. Correlation table

This correlation table shows the relationship of these features. To evaluate the connection, we used a scale from 0 to 1, which means that 0 indicates a low connection and 1 indicates a high connection. The table shows that the classes of the student's father and mother, healthy eating on weekdays and weekends of the week and grades for the previous quarter are closely related.

Discussion

This article looked at regression techniques for machine learning. The progress of the students takes an important place in the educational process. Therefore, in the research work, prediction and assessment of student performance was carried out. The prediction was made using a database created on the basis of student questionnaires and school reports. The database contains various symbols. Characteristics such as the student's age and gender, daily walking time and access to the Internet were included. It is worth noting that it is a feature of the signs. Since signs directly affect the final result in forecasting, it is worth paying attention to their selection. Improving our research, in the future it is planned to add such important indicators as the "index of use of digital tools". Of course, these predictions were made using machine learning algorithms. Linear regression, support vector method and random forest methods have achieved good prediction results. The basis for this is the regression evaluation indicators used to evaluate the performance of the algorithms. According to the research, the profession of the parents influences their child's education. If we take a look at real life, we will witness that a student whose parents work in the field of education deepens in the field of education and reaches scientific degrees [15].

In today's competitive world, an institute must be able to forecast student performance, classify people based on their talents, and seek to improve that performance in future exams in order to be successful. Prior to beginning a course, students should be instructed to focus their attention on one single topic area. With the use of studies like this, an institute may be able to reduce its failure rates. This study predicts students' success in a specific course based on their previous achievement in similar courses. Machine learning, an approach for discovering hidden patterns in massive volumes of existing data, is involved. These patterns may be useful in the future for study and predictions.

Significance of the study - In the era of artificial intelligence, machine learning facilitates the individual teaching and learning process to improve the effectiveness of educational applications. The efficiency and effectiveness of the education system can be improved through dynamic adaptive learning and teaching strategies. In modern pedagogical systems, there are only a few teaching systems that are dynamic and able to meet the individual needs of students.

The availability of these systems should be increased by including agents and learning objects in educational applications. Such intelligent learning systems should be adaptive, capable of learning and dynamic. Many educational technologies are projects available either as standalone learning systems or as web-based learning tools. All of these projects use methods such as multimedia interaction, learning models, and asynchronous learning. For the architectural design of pedagogical information, the necessary integrated approach is provided.

Conclusion

In conclusion, the results showed that the used algorithms have a high predictive ability. The research paper explained the obvious importance of signs for prediction. Learner performance predictions powered by machine learning algorithms support teachers in making early predictions of student performance and making decisions about improving student performance. In addition, machine learning algorithms can be used to both predict high-achieving students and identify students at risk of failure, so that learners at risk of failure can receive early and timely additional support.

Of course, these are the useful aspects of machine learning that we know, and we think that in the future we will recognize many unknown aspects through further research and analysis. In the future, it is planned to improve the models and take into account the signs that are invisible in forecasting, but can have a significant impact on the model's performance. In order to increase the accuracy of prediction, the addition of new signs is being considered. The obtained results allow us to determine the effective factors for improving the educational process and determine the perspective of this research work.

References:

- 1 Lidia Sandra, Ford Lumbangaol, Tokuro Matsuo *Machine Learning Algorithm to Predict Student's Performance: A Systematic Literature Review*, Vol. 10, Issue 4, pp. 1919-1927, 2021.
- 2 J. Dhilipan, N. Vijayalakshmi, S. Suriya, Arockiya Christopher *Prediction of Students Performance using Machine learning*, pp. 0-8, 2020.
- 3 Hussein Altabrawee, Osama Ali, Amir Qaisar *Predicting Students' Performance Using Machine Learning Techniques*, Vol.(27), pp. 194-205, No.(1): 2019.
- 4 Y. Meier, J. Xu, O. Atan and M. Van Der Schaar, "Predicting grades," *IEEE Trans. Signal Process*, vol. 64, no. 4, pp. 959–972, 2016.
- 5 P. Guleria, N. Thakur, and M. Sood, "Predicting student performance using decision tree classifiers and information gain," *Proc. 2014 3rd Int. Conf. Parallel, Distrib. Grid Comput. PDGC 2014*, pp. 126–129, 2015.
- 6 J. Xu, K. H. Moon and M. Van Der Schaar, "A Machine Learning Approach for Tracking and Predicting Student Performance in Degree Programs," *IEEE J. Sel. Top. Signal Process.*, vol. 11, no. 5, pp. 742–753, 2017.
- 7 P. M. Arsad, N. Buniyamin and J. L. A. Manan, "A neural network students' performance prediction model (NNSPPM)," *2013 IEEE Int. Conf. Smart Instrumentation, Meas. Appl. ICSIMA 2013*, no. July 2006, pp. 26–27, 2013.
- 8 K. F. Li, D. Rusk and F. Song, "Predicting student academic performance," *Proc. – 2013 7th Int. Conf. Complex, Intelligent, Softw. Intensive Syst. CISIS 2013*, pp. 27–33, 2013.
- 9 G. Gray, C. McGuinness and P. Owende, "An application of classification models to predict learner progression in tertiary education," in *Souvenir of the 2014 IEEE International Advance Computing Conference, IACC 2014*, 2014.
- 10 N. Buniyamin, U. Bin Mat and P. M. Arshad, "Educational data mining for prediction and classification of engineering students achievement," *2015 IEEE 7th Int. Conf. Eng. Educ. ICEED 2015*, pp. 49–53, 2016.
- 11 Z. Alharbi, J. Cornford, L. Dolder and B. De La Iglesia, "Using data mining techniques to predict students at risk of poor performance," *Proc. 2016 SAI Comput. Conf. SAI 2016*, pp. 523–531, 2016.
- 12 E. Livieris, K. Drakopoulou and P. Pintelas, "Predicting students' performance using artificial neural networks," *Proc. 8th Pan-Hellenic Conf. "Information Commun. Technol. Educ.*, pp. 28–30, 2012.
- 13 H. Hamsa, S. Indiradevi and J. J. Kizhakkethottam, "Student Academic Performance Prediction Model Using Decision Tree and Fuzzy Genetic Algorithm," *Procedia Technol.*, pp. 46-18, 2016.
- 14 F. Sarker, T. Tiropanis and H. C. Davis, "Linked data, data mining and external open data for better prediction of at-risk students," in *Proceedings - 2014 International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2014*, pp. 18-21, 2014.
- 15 S. Huang and N. Fang, "Work in progress: Early prediction of students' academic performance in an introductory engineering course through different mathematical modeling techniques," *Proc. - Front. Educ. Conf. FIE*, vol. 1, pp. 3–4, 2012.

МРНТИ
УДК 004.8: 330.4

<https://doi.org/10.51889/5459.2022.44.65.018>

Ф.Р. Гусманова^{1*}, Г.А. Абдулкаримова², К.С. Дальбекова³, С.Б. Беркимбаева³, С.Б. Кенжегулова³

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³Кенжеғали Сағадиев атындағы халықаралық бизнес университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: grfarida77@gmail.com

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ ЖӘНЕ БИЗНЕС-АНАЛИТИКАНЫҢ ӨЗАРА ӘРЕКЕТІН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта Business Intelligence жүйелерін әзірлеуде жасанды интеллект құралдарымен интеграциялау, осылайша Business Intelligence жүйелерінің мүмкіндіктерін машиналық оқыту алгоритмдерімен кеңейту басымдыққа айналды. BI жүйесінің құралдары көптеген кәсіпорындар шешім қабылдау үшін пайдаланатын деректермен (бизнес интеллект) жүйелік жұмыстың бөлігі болып табылады. Жасанды интеллект пен бизнес-аналитиканың интеллекттің өзара әрекеттесуі нақты уақыт режимінде кеңейтілген деректерді талдауға мүмкіндік берді. BI жүйесін дайындаушылар пайдаланушылардың әртүрлі қажеттіліктерін ескеруге тырысады, сондықтан олар әртүрлі тәсілдерді дайындайды. Сондай-ақ, мақалада бизнес-аналитиканың құралдары талқыланады – бұл көптеген кәсіпорындар шешім қабылдау үшін пайдаланатын деректермен жұмыс істеу жүйесінің бөлігі.

Мақаланың мақсаты – Business Intelligence жүйелерінде жасанды интеллектті пайдалану мүмкіндіктерін талдау және жасанды интеллект алгоритмдерін Business Intelligence жүйесіне біріктірудің әртүрлі тәсілдерін сипаттау.

Түйін сөздер: Business Intelligence (BI); жасанды интеллект (Artificial intelligence, AI); Машиналық оқыту (Machine learning, ML); Python; Power BI.

Аннотация

Ф.Р. Гусманова¹, Г.А. Абдулкаримова², К.С. Дальбекова³, С.Б. Беркимбаева³, С.Б. Кенжегулова³

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан,

²Казахский Национальный Педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

Университет международного бизнеса имени Кенжеғали Сағадиева, г.Алматы, Казахстан

В настоящее время приоритетным направлением в разработке Business Intelligence-систем (BI-решений) стала интеграция с инструментами искусственного интеллекта, тем самым расширение возможностей BI-систем алгоритмами машинного обучения. Инструменты BI-систем – это часть системной работы с данными (бизнес-аналитики), которой пользуются многие предприятия для принятия решений. Взаимодействие искусственного интеллекта и бизнес-аналитики сделало возможным расширенную аналитику данных в режиме реального времени. Разработчики BI-систем стараются учесть различные потребности пользователей, поэтому разрабатывают разные подходы. Также в работе рассмотрены инструменты бизнес-аналитики – это часть системной работы с данными, которой пользуются многие предприятия для принятия решений. Цель статьи – проанализировать возможности применения искусственного интеллекта в Business Intelligence-системах и описать различные подходы к интеграции алгоритмов AI в BI-систему.

Ключевые слова: Business Intelligence (BI); искусственный интеллект (Artificial intelligence, AI); Machine learning (ML); Python; Power BI.

Abstract

ANALYSIS OF THE INTERACTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND BUSINESS ANALYTICS

Gusmanova F.R.¹, Abdulkarimova G.A.², Dalbekova K.S.³, Berkimbaeva S.B.³, Kenzhegulova S.B.³

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

Kenzhegali Sagadiyev University of International Business, Almaty, Kazakhstan

Currently, integration with artificial intelligence tools has become a priority in the development of Business Intelligence systems (BI solutions), which has expanded the capabilities of BI systems with machine learning algorithms. BI system tools are part of the system work with data (business intelligence) that many enterprises use to make decisions. The interaction of artificial intelligence and business intelligence has enabled advanced real-time data analytics. BI system

developers try to take into account the different needs of users, so they develop different approaches. The paper also discusses business intelligence tools - this is part of the data management system that many enterprises use to make decisions. The goal of the article is to analyze the possibilities of using artificial intelligence in Business Intelligence systems and describe various approaches to integrating AI algorithms into a BI system.

Keywords: Business Intelligence (BI); artificial intelligence (Artificial intelligence, AI); Machine learning (ML); Python; Power BI.

I. Кіріспе

Бизнес аналитика құралдары бизнес операциялары үшін өте маңызды, бірақ олар ешқандай революциялық тұрғыда жаңа мәселе болып табылмайды. Олар әлемнің әртүрлі компанияларында ондаған жылдар бойы қолданылып келеді. Ал экономикалық жағдайлар неғұрлым тез өзгерсе, бұл бағыт соғұрлым тез дамиды. Егер бұрын BI платформалары өткен деректер негізінде бүгінгіні түсінуге көмектесе, енді олар оқиғаларға негізделген болашақты болжауға көбірек тырысуда. Мұндай функционалдар ең танымал BI жүйелерінде пайда болуда. Әзірлеушілер BI құралдарын мүмкіндігінше қарапайым етуге тырысады: пайдаланушы тіпті маман емес адамға да түсінікті болатындай жауап алады. Бұл жерде олар жасанды интеллектке және BI-ны бірлесе отырып қолдануға сүйенеді.

Жалпы мағынада машиналық оқыту мағынасында деректердегі заңдылықтардың белгілі бір түрін алгоритм арқылы іздеуге және анықталған заңдылықтар негізінде мәселені шешуге негізделген жасанды интеллект саласының бірі ретінде түсініледі [1]. Бизнес-аналитикада машиналық оқыту фондық режимде жұмыс істей алатын және пайдаланушының сұрауы бойынша іске қосылатын BI жүйесіне тікелей салынған машиналық оқыту алгоритмдерін білдіреді. Басқаша айтқанда, бұл сыртқы құралдар мен деректерді өңдеу бағдарламаларынан сценарийлерді импорттауды қажет етпей, машиналық оқыту үлгілерін жасау және орындау ортасына қол жеткізу. Бизнес-талдаушылар жасанды интеллект және машиналық оқыту функцияларымен толықтыру, атап айтқанда, кеңейтілген немесе толықтырылған аналитика деген жалпы атау алды [2]. Жасанды интеллекттің бизнес-аналитика жүйелерімен бірлескен интеграциядағы әлеуеті Aastha Jain [3], Jakiya Sultana [4], Prakhar Mehrotra [5], Shrutika Mishra [6] және т.б. еңбектерінде атап өтілді. Жоғарыдағы зерттеулерді жалпылай келе, авторлардың көпшілігі BI жүйелері бизнесте ғана емес, сонымен бірге экономиканың мемлекеттік секторында да белсенді түрде қолданылатын болады деген пікірмен келіседі деген қорытынды жасауға болады. Кірістірілген машиналық оқыту алгоритмдерін BI жүйелерімен жиналған деректерге, соның ішінде ағындық деректерге қолдану компаниялардың AT архитектурасының және олардың бизнес модельдерінің өзгеруіне әкелетін кәсіпорында деректер талдауын ұйымдастырудың түбегейлі жаңа тәсіл болып табылады. BI жүйелерінің жетілдірілген мүмкіндіктері әдістемелік жағынан да, практикалық тұрғыдан да әлі де аз зерттелген, өйткені олар 2020–2021 жылдары ғана пайдаланушыларға кеңінен қолжетімді болды. Бұл жұмыстың өзектілігін түсіндіреді. Зерттеудің мақсаты жасанды интеллектті (AI) алгоритмдерін BI жүйесіне біріктіру тәсіліне байланысты Business Intelligence жүйелерінде AI қолданудың озық мүмкіндіктерін ашу болып табылады.

II. Жасанды интеллектті business-intelligence жүйесіне біріктіру нұсқалары

Жасанды интеллект алгоритмдерін BI жүйесінің архитектурасына екі жолмен: әзірлеуші дайындаған AI алгоритмдері арқылы тікелей BI платформасының кодына және Python/R сценарийлерін пайдаланушының BI платформасының ортасында орындауы арқылы енгізуге болады. Әдетте, олар әртүрлі мәселелерді шешетіндіктен екі нұсқа да бір BI жүйесінде біріктірілген.

Бірінші нұсқа – AI алгоритмдерін тікелей BI платформасының кодына кірістіру – BI жүйесінің жұмысын жеделдету үшін (мысалы, деректер типтерін автоматты түрде анықтау, қателерді анықтау және ауыстыру, деректер моделіндегі байланыстырады автоматты түрде анықтау, және т.б.) пайдаланылады, соңғы пайдаланушылардың дайындық деңгейіне қарамастан ыңғайлырақ жұмыс істеуі үшін (табиғи тілді қолдау, цифрлық көмекшілер, пайдаланушының фондық сұрауларын талдау және ұсыныстар жүйесі және т.б.), әзірлеушілерге есеп беру үшін код жазбай, машиналық оқыту алгоритмдерін автоматтандыру («what – if» талдауы, кластеризациялау, жіктеу, уақыт қатарларын талдау). Программа кодына кірістірілген алгоритмдер мен жасанды интеллект модельдерін үшінші буын өнімдерін әзірлейтін BI жүйелерінің көптеген жеткізушілері ұсынады.

әзірлеушілерге есеп беру үшін код жазбай, машиналық оқыту алгоритмдерін автоматтандыру

Екінші нұсқа – BI платформасының ортасында Python/R сценарийлерін орындау. Бұл тәсілмен жүйе архитектурасы бір немесе бірден екі программалау тілімен интеграцияны қамтамасыз етеді. Әдетте,

көбінесе деректерді талдау және машиналық оқыту үшін пайдаланылатындықтан Python және R тілдеріне қолдау көрсетіледі. Сонымен қатар, бұл тәсілдің вариациялары да бар – кодты жазу алдын ала өңдеу және деректерді өңдеу (аномалияларды іздеу, деректерді тазалау және деректерді жіктеу, деректерді жіктеу және т.б.) сатысында да, визуализацияны құру сатысында да қол жетімді болуы мүмкін. (Python немесе R тілінде кодты жазу арқылы өзіндік визуалды элементтерді дайындау). Айта кету керек, бұл тәсіл алдыңғы сияқты, деректерге кез келген модельдер мен машиналық оқыту алгоритмдерін қолдануға мүмкіндік береді, бірақ талдаушыны BI платформасын жасаушылар автоматтандырылған тапсырмалардың бірнеше кластарымен ғана шектемейді. Data scientist – өз есептерінде қолдау көрсетілетін программалау тілдерінің кітапханалары жүзеге асыратын машиналық оқытудың кез келген модельдерін пайдалануы мүмкін немесе өзіндік кодын жаза алуы мүмкін. Сонымен қатар, дайындық деңгейі жоғары және код жазу мүмкіндігі бар деректер талдаушыларына назар аудару архитектураның осы нұсқасының алдыңғысынан түбегейлі айырмашылығы болып табылады. Бұл деректерді демократияландыруға ықпал етпейтініне қарамастан, біздің ойымызша, қисынды болып қалуы үшін және қате тұжырымдарға әкелмейтін мамандар модельдің математикалық, статистикалық және ықтималдық ерекшеліктерін түсінуі қажет болатындықтан пайдаланушылардың машиналық оқыту үлгілеріне қол жеткізуіне әлі де шектеулер мен кедергілер болуы керек.

BI жүйесінде жасанды интеллект жүзеге асырудың қарастырылған екі нұсқасының кез келгені деректерді талдау үрдісін автоматтандыруға бағытталған. Дегенмен, бұл машиналық оқыту деректер талдаушыларын алмастырады немесе жүйелердің функционалдық мүмкіндіктерінің күрделенуі деректерді талдау, математикалық статистика және алгоритмдер саласында дайындықсыз қарапайым пайдаланушылардың жұмыс істей алмайтындығына әкеледі дегенді білдірмейді, жүйемен жұмыс істей алады және осылайша бұл үрдістен шығарылады. Керісінше, жасанды интеллект деректер талдаушыларын тиімдірек етеді және оларды күнделікті жұмыстан босатады. Әдетте, деректер талдаушылары мәселені шешуге бөлінген уақыттың көп бөлігін деректерді жинауға, дайындауға және алдын ала өңдеуге жұмсауға мәжбүр. Соның нәтижесінде, олардың бизнеске терең талдау жасауға, қорытындылар мен ұсыныстар дайындауға уақыттары азаяды. Кеңейтілген аналитика data scientist деректер ағындарын орнату, оларды автоматты түрлендіру, деректердегі қателерді түзету (қателерді автотүзету) және оларға қолданылатын машиналық оқыту алгоритмдері үшін пайдалануға болатындықтан деректер ғалымдарын күнделікті жұмыстан босатады. Сонымен қатар, талдаушылар стандартты емес, күрделі есептерді шешуге назар аудару алады.

III. Business Intelligence жүйелерінде жасанды интеллектті пайдалану кезіндегі артықшылықтар мен шектеулер

Бизнес-пайдаланушылар үшін BI жүйесінде машиналық оқытуды интеграциялаудың артықшылықтарына келетін болсақ, онда олардың жүйемен өзара әрекеттесуі де ыңғайлы, ақпаратты және интерактивті болады [7]:

1) чат-боттар мен сандық көмекшілер. Пайдаланушылар бақылау тақтасында немесе аналитикалық панельде арнайы чат ботына немесе табиғи тілде белгілі Siri, Alexa, Alice және т.б. сияқты цифрлық көмекшіге қосымша сұрақтар қоя алады;

2) табиғи тілді қолдау. Сондай-ақ, өзара әрекеттесу қосымша жүйелік дағдыларды қажет етпейтіндіктен және қызықты ақпаратты табу үшін барлық бақылау тақталары мен аналитикалық панельдерге сүнгудің қажеті жоқ болғандықтан, ол BI жүйесін сәтті пайдалана алатын пайдаланушылар шеңберін кеңейтеді. Табиғи тілде сұрақ қою жеткілікті, және жүйе өзі қажетті өңделген және визуалды деректерді таңдайды;

3) ұсыныстар жүйелері. Пайдаланушы сұрауларының тарихына сүйене отырып, машиналық оқыту алгоритмдері одан әрі талдау мен әрбір деңгейге арналған бағыттарды автоматты түрде ұсынады. Бұл пайдаланушыларға қызметкерлердің дайындық деңгейіне және пәндік саладағы біліміне қарамастан, терең талдау жасауға, түпкі себептерді анықтауға және қатысты деректерді көруге көмектеседі.

Кез келген технология сияқты, кеңейтілген аналитиканың талдаушылар оны енгізу және пайдалану кезінде ескеруі тиіс шектеулері бар.

Оларға келесі мәселелер жатады [8]:

1) реляциялық деректер қорларымен қойылған шектеулер. Реляциялық деректер қорларында деректер қатаң анықталған байланыстары бар жазық кестелер түрінде сақталады. Машиналық оқыту күрделі SQL сұрауларын жазуды қажет етпестен деректердегі тәуелділікті табуға бағытталған.

Жүктелген кестелер түріндегі талдаудың шекаралары, олардың құрылымы мен талдау кезеңі алдын ала анықталғандықтан реляциялық деректер қорымен жұмыс істеу кезінде пайдаланушылар жағдайды туннельдік көзқарасқа ие деп айтуға болады. Егер деректер көзі NoSQL дерекқорлары немесе деректер көлдері (күрделі деректермен және аналитикалық конструкциялардың кез келген вариациясымен жұмыс істеуге арналған) сияқты құрылымданбаған немесе жартылай құрылымдық қоректер болса, машиналық оқыту ең тиімді жұмыс істейтін болады.

2) жоғары есептеу қуаты қажет. Модель барабар және мағыналы болуы үшін оқу деректер жинағында жеткілікті бақылаулар болатындықтан машиналық оқыту модельдері үлкен деректерде жақсы жұмыс істейді. Тұтастай деректерді талдау процесінің шығындарын арттыратын үлкен деректерді сақтау және өңдеу компаниядан сәйкес АТ-инфрақұрылымын талап етеді. Мысалы, Power BI жүйесінде үлкен деректермен жұмыс істеу үшін Microsoft серверінде Big Dataмен жұмыс істеу үшін үлкен көлем беретіндіктен жазылым құны бойынша ең жоғары болып табылатын Premium лицензияларын сатып алу талап етіледі;

3) модельдердің дәлдігі мен олардың сәйкестігін тексеру талап етіледі. Кеңейтілген бизнес-аналитика жаңа деректерді BI жүйесіне жүктеген сайын жаңартылатындай машиналық оқыту модельдерін құруды автоматтандыруға мүмкіндік береді. Дегенмен, модель шуды генерациялайтындықтан және/немесе қисынды емес болжамдар мен нәтижелерге әкелетіндіктен бастапқы деректердің статистикалық сипаттамаларында елеулі өзгерістер болу қаупі жоғары (мысалы, үлестірудегі өзгерістер, деректер масштабы, бос орындар және жаңа қателер пайда болу). Шешімді қабылдау циклін тұйықтайтындықтан автоматты түрде генерацияланатын модельдер уақыт ағымына сәйкес актуализациялануы керек. Сондықтан, машиналық оқыту деректерді талдау саласындағы пайдаланушылардың дайындығының шегін қаншалықты төмендетеді деген мәселе де бір мәнді емес;

4) BI жүйелерінде автоматтандырылған машиналық оқыту алгоритмдері зерттеушінің тәжірибесін және оның шығармашылық, дәстүрлі емес ойлау қабілетін талап ететін күрделі сценарийлермен жұмыс істеуге жарамайды.

IV. Business- Intelligence жүйелеріндегі машиналық оқыту алгоритмдері

Кластеризациялау, жіктеу және регрессия – көптеген BI жүйелерінде талдаушылар жиі пайдаланатын стандартты машиналық оқыту модельдері болып табылады.

Кластеризациялау есебі – мұғалімсіз машиналық оқыту есебі. Бір кластың объектілері ең жақын статистикалық сипаттамаларға ие болатындай, ал басқа кластардың объектілері мүмкіндігінше ерекшеленетіндей объектілердің бастапқы үлгісін қиылыспайтын жиындарға – кластерлерге бөлу қажет. Алгоритм классификацияланатын объектіден кластер центроидтарына дейінгі қашықтықтарды есептеуге негізделген. Объект центроидқа дейінгі қашықтығы ең кіші болатын кластерге жатады. Кластерлеудің көптеген – жүзеге асыруда ең қарапайымынан, мысалы, k-орташа алгоритмі және агломеративті кластеризациялаудан жетілдірілген – DBSCAN, Берч әдісі, Уорд әдісі, спектрлік кластеризациялау, Гаусс қоспасы әдісі және т.б. алгоритмдері бар [9].

Әдістердің бірін таңдауды зерттеуші анықтайды. Бастапқы деректерді үлестіруге назар аудару керек, сонымен қатар әртүрлі әдістерді қолданып көру керек және алынған модельдің дәлдігін бағалау қажет. BI жүйелерінде, әдетте, ең қарапайым кластеризациялау алгоритмі – k-орташа әдісі салынған, өйткені ол үлкен есептеу қуатын қажет етпейді және стандартты режимде орындалуы мүмкін. Егер талдаушылар күрделі үлестірумен сипатталатын және BI жүйесіне енгізілген әдісті пайдаланып кластерлерге бөлу қиын үлгімен жұмыс істесе, онда BI жүйесіне машиналық оқытуды біріктірудің басқа нұсқасын - тікелей Python немесе R скриптарын орындау арқылы таңдау ұсынылады. Бұл тәсіл арқылы талдаушы кеңейтілген деректерді талдау алгоритмдерін қолдана алады.

Кластеризациялау мәселесі келесідей анықталады:

X – объектілердің, Y – кластерлердің ақырлы жиыны болсын.

Сонымен қатар, $p = (x, x')$ ара қашықтық функциясы берілсін.

Әрбір $x_i \in X^m$ объектісі үшін, $y_i \in Y$ элементін a алгоритмінің көмегімен сәйкестікке қоятын $a: X \rightarrow Y$ оқытушы іріктеуді анықтау қажет, мұндағы $X^m = \{x_1, \dots, x_m\}$

Бұл жерде бір кластерде p метрикасына жақын объектілер болуы керек, ал әртүрлі кластерлердің объектілері іріктелген метрика бойынша көп болуымен ерекшеленуі керек. Кластар саны алдын ала белгілі немесе белгісіз мысалы, талдаушының пәндік саладағы тәжірибесімен немесе оның білуімен

байланысты болуы мүмкін. p метрикасы ретінде әдетте Чебышев қашықтығы, евклидтік қашықтық немесе Манхэттен қашықтығы пайдаланылады.

Классификациялау мәселесінің кластеризациялау мәселесінен айырмашылығы, оқытушы іріктеу объектісінің белгілі бір класқа жататынының алдын ала белгілі болуында. Классификациялау мәселесі мұғаліммен машиналық оқыту мәселесінің классикалық мысалы болып табылады. Бізде берілген белгілері бар объектілердің ақырлы жиыны – олардың әрқайсысы үшін оның белгілі бір класқа – жауапқа жататындығы белгілі оқыту деректері. Классификациялаудың міндеті – үйренген модель белгілері бойынша оған тән болатындай белгілі класстардың біріндегі жаңа объектіге қатысты болатындығы [10]. Классификация бинарлық және көптік болуы мүмкін. Бинарлық классификация тек екі кластың бар болуын – сұраққа оң (+1) және теріс (-1) және сұраққа жиі иә/жоқ жауап форматы ретінде қарастырылады. Мысалы, клиент қайталап тапсырыс жасайды ма, суретте адам бар ма, хат спам ба және т.б. Жауаптардың (класстардың) саны екіден көп болған жағдайда, көптік классификация мәселесі шешіледі. Мысалы, сыртқы белгілері бойынша ит тұқымын анықтау, бейнедегі объектінің (адам, жануар, объект) сәйкес келуін, мәтін бойынша жаңалық категориясын анықтау (саясат, экономика, спорт, мәдениет) және т.б. Есептің математикалық қойылымын тұжырымдаймыз:

X – объектілердің, Y – жауаптардың ақырлы жиыны болсын.

Сонымен қатар, оқытушы іріктеу элементтері үшін үшін а: $X \rightarrow Y$ бейнелеуі де белгілі.

$X^m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$ жиыны үшін әрбір $x \in X$ элементіне $y \in Y$ элементі сәйкестікке қойылатындай b алгоритмін анықтау қажет.

Регрессия мәселесі мұғаліммен машиналық оқыту мәселесінің тағы бір мысалы болып табылады. Біз сондай-ақ объектілер үшін жауаптарды білеміз, бірақ классификациялау мәселесінен айырмашылығы, жауаптардың үздіксіз шамалар болуында. Регрессиялық есептің мысалы ретінде маманның еңбекақысын оның жасына, білім дәрежесіне, ЖОО-дағы орташа баллына, жұмыс тәжірибесіне байланысты анықтау болып табылады. Бұл жағдайда жауап ретінде біз нақты санды немесе программалау тілінде айтқанда жылжымалы нүктелі санды аламыз [9]. Классификациялау мәселесін шешу барысында, нәтижесінде біз нақты бағалауды – объектінің алдын ала анықталған жиынның белгілі бір класқа тиістілігін аламыз.

Регрессияның классикалық есебінде оқытушы іріктеу нақты $x_i = (x_{i,1}, \dots, x_{i,d})$ мәнді векторларды сипаттайтын жеке $X = \{x_i\}_{i=1}^n$ объектілер жиынын береді. x объектісінің нәтижесі ретінде үзіліссіз нақты мәнді t айнымалысы болып табылады. X белгілер векторы бойынша, \hat{t} регрессия мәнінің, сенімділік (t_-, t_+) интервалының немесе $p(t|x)$ регрессия айнымалысының мәндер жиынында апостериорлық үлестірудің нүктелік бағасын қайтаратын алгоритмді (регрессор) құру талап етіледі.

V. Бизнес аналитиканың танымал құралдары

Осы жұмыстың аясында бизнес аналитиканың аналитикалық мәселелерді шешу барысында қолданылатын ең танымал құралдары қарастыру ұсынылады.

Зерттеу шеңберінде нәтижелері 1-кестеде келтірілген бизнес құралдарының функционалдық мүмкіндіктеріне талдау жүргізілді. Заманауи АТ нарығында жетекші орынды Tableau программалық өнімі алады. Tableau программалық өнімін пайдаланудың қарапайымдылығы drag-and-drop функциясының көмегімен деректерді талдауға мүмкіндік береді. Құрал компанияларға ақпаратты көрнекті түрде беруге, басқа ұйымдарды қосуға және деректермен алмасуға мүмкіндік беруге көмектеседі. Пайдаланушылар ақпараттық панельдерді дайындай алады, оларды жариялай алады және оларды әріптестерімен, серіктестерімен бөлісе алады [11]. Ең көп сұралатын BI құралдарының бірі – QlikView. QlikView құралы пайдаланушыларға кәсіби даму дағдыларыңыз аналитикалық интерфейстерді жылдам дайындауға және орналастыруға мүмкіндік береді. Бизнесің өзгеріп отыратын талаптарына тез жауап береді, өнімді эзирлеу және нарыққа шығару уақытын қысқартады және бүкіл ұйымның жақсы аналитикалық бейнесін береді [11]. Бизнес-аналитика мүмкіндіктерінің кең ауқымы IBM CognosAnalytics саласында қамтамасыз етілген. Осы құралдың шеңберінде корпоративтік және жүктелген файлдарға қол жеткізу автоматты модельдеу, деректерді визуализациялау, кәсіби есеп беру; көрсеткіштердің кірістірілген карталары; жоспарлы есептер; диаграммаларды қабаттасу, кадрдан тыс дауыстық хабарламалар және интерактивті элементтері бар оқиғаға біріктіру қол жетімді болып табылады. IBM CognosAnalytics, сонымен қатар үлестіру және жоспарлау мүмкіндіктері бар интерактивті басқару панельдерін қамтамасыз етеді. Мұнда көптеген талдау құралдары, соның ішінде «what-if (не-егер)», кеңейтілген талдау, аналитикалық есеп беру және

тренд талдауы бар. Пайдаланушылар мобильді құрылғылардан және тіпті офлайн режимінде есептермен жұмыс істей алады. Құрал жақсы масштабталады және ұйымдармен бірге өсуге қабілетті [12]. РМ технологиясына қызығушылық пен Ресейде импортты алмастырудың өсуіне байланысты өздерінің жеке меншікті құралдарын жасау әрекеттері барған сайын артып келеді. Олардың бірі – Procceset.

Кесте 1. Бизнес құралдардың функционалдық мүмкіндіктері мен мүмкіндіктеріне талдау нәтижелері

Программалық өнім, елі	Tableau, АҚШ	QlikView, Швеция	IBM Cognos Analytics, Канада	Procceset, Ресей	Power BI, АҚШ
Құны / Тегін нұсқаның болуы	Cloud, SaaS, Web	Cloud, SaaS, Web	Cloud, SaaS, Web	MS Excel, Azure Cloud Service	MS Excel, Azure Cloud Service, SQL Server
Орнату	Mac/ Windows	Mac/ Windows	Мобильдік құрылғылар үшін Windows/ iOS	Windows	Windows
Функционалды мүмкіндіктер	- сегменттеу және когортты талдау; - сценарийлер және what-if (сезімталдылық талдау «не егер?») - күрделі есептеулер мен статистикалық функциялар; - уақыттық қатарлар және болжау; - сыртқы қызметтермен интеграция	- ad hoc есептері (реттелмеген сұраныс бойынша генерациялау, ad hoc query); - басқару панелі; - деректерді талдау; - деректерді визуализациялау	- корпоративтік және жүктелген файлдарға қол жеткізу; - автоматтандырылған модельдеу деректер көздерін тексереді және біріктіреді; - мәліметтерді визуализациялау; - кәсіби есеп беру; - көрсеткіштердің кірістірілген жүйесі; - жоспарлы есептер; - диаграммаларды қабаттасу, кадрдан тыс дауыс беру және интерактивті элементтермен оқиғаға біріктіру	- жиі қайталанатын үрдістерді автоматты түрде модельдеу; - еңбек шығындарын анықтау мүмкіндігімен үрдістер аясында қызметкерлердің іс-әрекетін цифрландыру; - пайдаланылатын ақпараттық жүйелерден деректердің кеңейтілген жинауы; - үрдістерде мүмкін болатын ауытқуларды анықтау; - ұзақ үрдістер мен операцияларды, үрдіс аясындағы операциялардың қайталануын, орындалу тізбегіндегі сәтсіздіктерді анықтау	- деректер қоректерінің – үшінші тарап қосымшаларын, бұлттық, ағындық деректерді, Excel кітаптарын үлкен санын қосу; - өзіндік қосымшаларының API арқылы қосылу; - кез келген құрылғыдан интерактивті бақылау панельдеріне қол жеткізу және деректерді нақты уақытта көрсету

Дегенмен, мұндай бағдарламалық жасақтаманы жасау өте қымбат үрдіс болып табылады. Сондықтан да, көптеген программисттер ProM (TU / e) тегін құралын пайдалану мүмкіндігін жоққа шығармайды. Бұл программалық өнімнің мүмкіндіктері әртүрлі параметрлер бойынша талдауды қамтиды. Тапсырушылар жүйесімен интеграциялаудың арқасында ProceSet пайдаланушы ең маңыздыны – операциялық артықшылықтарды есептеу үшін деректерді қамтамасыз етуді талдай білетіндей үрдістің параметрлер жиынын береді [12].

ProceSet автоматтандыруда қанша үнемдеуге болатынын есептеуге көмектесетін деректерді береді. ProceSet, басқа ProcessMining жүйелеріне қарағанда, барлық әрекеттерді және әрбір қызметкердің бизнес-үрдістерінің әрбір кезеңінде жұмсаған нақты уақытын көрсетеді. PowerBI сияқты BI құралы ең қарапайым және түсінікті интуитивті интерфейсі бар жүйенің беделіне ие болды. Ол сондай-ақ кез келген дерек көздерінен ақпаратты жинауды жүзеге асыруға көмектеседі. Бұл әр түрлі сервистер, деректер қоры, файлдар, GoogleDocs, Yandex-Disk, Excel, csv, бумалар, құжаттар, ғаламтордан алынған деректер, программаға ай сайын әзірлейтін және Power BI командасымен программаға қосатын API және басқа да әр түрлі коннекторлар болуы мүмкін. Алынған деректерді өңдеу, оларды бір пішінге және стандартқа келтіру, бизнесті басқарудың қажетті параметрлерін бақылау және талдау үшін өзіндік жеке формулаларды, метрикаларды, көрсеткіштерді және KPI дайындау және модельдеу, графикалық түрдегі барлық метрикаларды, KPI, кестелерді интерактивті визуализациялау, көрсеткіштерді, KPI, кестелерді интерактивті визуализациялау, бизнесті басқаруда жедел ақпаратты қадағалау, салыстыру және талдау үрдісін жақсартуға және жылдамдатуға көмегін тигізетін осы өнімнің артықшылығының бірі болып табылады. Сондай-ақ, Microsoft Power BI өнім желісінде мақсаттар мен міндеттерге байланысты платформа құралдарын барынша пайдалануға көмектесетін нұсқалар бар. Power BI Desktop – ортақ пайдалануға болатын сұраныстарды өндейтін кірістірілген ішкі жүйесі, деректерді модельдеу және визуализация жүйесі бар ДК үшін пайдалануда ыңғайлы және түсінікті қосымша. Power BI Mobile – аты айтып тұрғандай, бұл нақты уақыт режиміндегі деректерді жаңартулары бар әртүрлі құрылғылардан жылдам қол жеткізуге арналған қосымша. Windows, iOS, Android – Мобильді құрылғылардың барлық түрлерінде жұмыс істейді, деректер Microsoft Intune қызметімен қорғалады, ыңғайлы функциялардың арасында push-хабарландырулары бар [1]. Power BI Service – бұлттық қызметтің нұсқасы. Платформа бюджетінің жоспарында бірнеше нұсқа бар: Power BI Desktop – толығымен тегін, Power BI жүйесінде тіркелмей-ақ жұмыс істей беруге болады; ал Power BI Service қызметінде Pro және Premium нұсқалары бар. Ақылы нұсқалардың басты ерекшелігі - бірнеше пайдаланушыларға масштабтау мүмкіндігі (Pro нұсқасы) және деректердің өте үлкен көлемімен жұмыс істеу (Premium нұсқасы) [12].

Осылайша, әрбір кәсіпорын өз үрдістерін автоматтандыруға және оны барынша тиімді жасауға ұмтылады. Деректерді талдау құралдары деректер негізінде шешімдер қабылдауға, оларды визуализациялауға ғана емес, сонымен қатар практикалық жұмыстың қиындықтарын модельдеуге және «жеңуге» көмектеседі. Осы зерттеу саласында бизнес-талдаудың ең көп таралған шетелдік және ресейлік құралдары анықталды, шектеулері мен даму әлеуеті бар олардың функционалдық мүмкіндігі талданды.

VI. Қорытынды

Жұмыста негізгі айырмашылығы кірістірілген жасанды интеллектпен негізгі функционалдылықты кеңейту және/немесе қажетті машиналық оқыту құралдарын BI жүйесіне кейіннен интеграциялау мүмкіндігі болып табылатын үшінші буындағы BI жүйелерінің функционалдығы мен ерекшеліктері зерттелді. Сонымен қатар, BI жүйесінде машиналық оқыту бизнес пайдаланушылардың өздеріне ыңғайлы жұмыс істеуі үшін фондық режимде орындалатын машиналық оқыту алгоритмдерін және BI жұмысының нақты принциптеріне негізделген классикалық машиналық оқыту тапсырмаларын білдіреді және жүйелердің өздері және осының арқасында ML мүмкіндіктерін нақты және/немесе нақты уақытта дерлік қолдануға мүмкіндік береді.

BI жүйесіне ML интеграциясы, бір жағынан, олардың дайындық деңгейіне қойылатын талаптардың шегін төмендететіндіктен және жүйемен түпкілікті бизнес пайдаланушылардың жұмысын жеңілдететіндіктен компаниядағы деректерді демократияландыру үрдісіне ықпалын тигізеді. Бағдарлама кодына енгізілген ML алгоритмдерінің есебінен BI жүйелері сұраныстарды табиғи тілде өңдей алады, салыстырмалы түрде байланысқан деректерді қарау бойынша ұсыныстар бере алады, ауытқуларды анықтап, қорытындылар жасай алады. Екінші жағынан, егер компания программалау

тілдерін ВІ жүйесіне (әдетте Python немесе R) тәуелсіз интеграциялау мүмкіндігін таңдаса, онда ML-ді пайдалану арқылы деректер талдаушыларының дайындық деңгейіне қойылатын талаптар, керісінше, айтарлықтай жоғарылайды.

Мамандар код жаза білу және алгоритмдер мен машиналық оқыту теориясын білу ғана емес, сонымен қатар құрастырылған модельдерді сыни тұрғыдан бағалау және оларды уақыт өте келе жаңарту үшін математикалық статистика, ықтималдықтар теориясы және математика саласында жеткілікті білімге ие болуы керек. Жұмыста машиналық оқытуды ВІ жүйесіне енгізудің ерекшеліктері екі нұсқамен берілген: ВІ жүйесінде Python/R сценарийлерін тікелей орындау және автоматтандырылған машиналық оқыту қызметі арқылы біріктіру. Бірінші тәсілмен аналитиктер программалау тілдерін деректерді алдын ала өңдеу сатысында да, есептердегі визуализациялау кезеңінде де пайдалана алады. Бұл тәсіл деректерді тиімдірек өңдеу және тазалау мақсатында үлкен деректерді дайындау үшін пайдалануда ұсынылады. Екінші тәсіл кодты жазуды қажет етпейді, бірақ шешілетін тапсырмалар класы шектеулі болады.

Қазіргі уақытта автоматтандырылған режимде жіктеу, кластерлеу, регрессия және мәтінді өңдеудің кейбір модельдеріне (кілттік фразаларды талдау, сезімді талдау) және кескіндерге (суреттерге тегтерді қосу) қолдау көрсетіледі. Бұл тәсіл есептемелерде машиналық оқыту моделінің нәтижелерін тікелей қажет болған кезде қолдалануға негізделген.

References:

- 1 Trask A. *Grockay deep learning*. Trask Andrew CoderNet // SPb.: Peter. 2019. 352 p.
- 2 *Augmented analytics Added analytics [Electronic resource] // Tadviser. 2021. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Article: Extended_analytics \(Augmented_analytics\)_Added_analytics \(date accessed: 25.12.2022\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Article: Extended_analytics (Augmented_analytics)_Added_analytics (date accessed: 25.12.2022).*
- 3 Jain, A., Shah, D., Churi, P. (2020). A Review on Business Intelligence Systems Using Artificial Intelligence. In: Smyts, S., Tavares, J., Balas, V., Ilyasu, A. (eds) *Computational Vision and Bio-Inspired Computing. ICCVBIC 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1108*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-37218-7/107>
- 4 Sultana J., Jimoh A. *Business Intelligence // Handbook of Research on Applied AI for International Business and Marketing*. 2021. P. 191–206.
- 5 Mehrotra P. *Applications of Artificial Intelligence in the Realm of Business Intelligence // Res. Anthol. Artif. Intell. Appl. Secur. IGI Global, 2021. P. 358–386*.
- 6 Mishra S., Tripathi A.R. *AI business model: an integrative business approach // J. Innov. Entrep. 2021 101. SpringerOpen, 2021. T. 10, № 1. P. 1–21*.
- 7 *Beyond the Hype: How to Get Real Value from AI in Analytics - IT report - TechRepublic // Qlick View. 2020. 20 p.*
- 8 *AI: The New BI - How Algorithms Are Transforming Business Intelligence and Analytics // IBM Research. 2018. 17 p.*
- 9 Muller G. *An Introduction to Machine Learning with Python. A guide for data scientists*. Andreas Müller, Sara Guido | CoderNet // Moscow time. 2017. 393 p.
- 10 Plas D.V. J. Vander Plas, *Python for Complex Problems. Data Science and Machine Learning // O'Reilly. 2018. 576 p.*
- 11 Laney D. *Infonomics: how to monetize, manage, and measure information as an asset for competitive advantage / Laney B. Douglas. – New York: Routledge, 2017. – 584 p.*
- 12 *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide). Third Edition. – Toronto: International Institute of Business Analysis, 2015. – 322 p.*

МРНТИ 20.01.07
УДК 004

<https://doi.org/10.51889/5346.2022.49.53.019>

Ч.К. Кусаинов¹

¹ *Казахский Национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан
e-mail: c.kussainov@satbayev.university

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Аннотация

На сегодняшний день компаниям приходится работать в жесткой конкурентной среде, где перед топ-менеджментом встают новые задачи по определению методов, позволяющих эффективно анализировать инвестиционные риски и отбирать максимально прибыльные активы. В данной статье для решения задачи дифференциации степеней инвестиционных рисков применена теория нечеткой логики. Предлагаемый подход анализирует степень инвестиционных рисков на основе базовых финансовых показателей инвестиционных проектов. Интервалы значений финансовых показателей для оценки инвестиционных рисков основаны на предельных значениях и правилах нечеткой логики, предложенные специалистами в данной области. Данный подход помогает автоматически группировать инвестиционные проекты по уровням риска и проводить первичный отбор низкорисковых инвестиционных проектов. В качестве демонстрации результатов аналитической модели нечеткой логики использовался тестовый набор эмпирических данных.

Ключевые слова: инвестиционные риски, нечеткая логика, дифференциация рисков, финансовые показатели

Аңдатпа

Ч.К. Кусаинов¹

¹ *Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
**АНЫҚ ЕМЕС ҚАРЖЫЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕР БОЙЫНША ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ТӘУЕКЕЛДЕРДІ
ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯЛАУ**

Бүгінгі таңда компанияларға қатаң бәсекелестік жағдайында жұмыс істеуге мәжбүр, инвестициялық тәуекелдерді тиімді талдауға және ең табысты активтерді таңдауға мүмкіндік беретін әдістерді анықтау үшін сондықтан топ-менеджментке жаңа міндеттер арттылады. Бұл мақалада инвестициялық тәуекел дәрежесін саралау мәселесін шешу үшін анық емес логика теориясы қолданылады. Ұсынылған тәсіл инвестициялық жобалардың негізгі қаржылық көрсеткіштері негізінде инвестициялық тәуекел дәрежесін талдайды. Инвестициялық тәуекелдерді бағалауға арналған қаржылық көрсеткіштер мәндерінің интервалдары осы сала мамандары ұсынған шекті мәндер мен анық емес логикалық ережелерге негізделген. Бұл тәсіл инвестициялық жобаларды тәуекел деңгейлері бойынша автоматты түрде топтастыруға және тәуекелі төмен инвестициялық жобаларды бастапқы іріктеуді жүзеге асыруға көмектеседі. Аналитикалық анық емес логикалық модельдің нәтижелерін көрсету ретінде эмпирикалық деректердің сынақ жинағы пайдаланылды.

Түйін сөздер: инвестициялық тәуекелдер, анық емес логика, тәуекелді саралау, қаржылық нәтиже.

Abstract

DIFFERENTIATION OF INVESTMENT RISKS BASED ON FUZZY FINANCIAL INDICATORS

Kussainov Ch. K.¹

¹ *K.I. Satbayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan*

Today, companies have to work in a tough competitive environment, where top management faces new challenges to determine methods that allow them to effectively analyze investment risks and select the most profitable assets. In this article, the theory of fuzzy logic is applied to solve the problem of differentiating the degrees of investment risks. The proposed approach analyzes the degree of investment risks based on the basic financial indicators of investment projects. The intervals of values of financial indicators for assessing investment risks are based on limit values and fuzzy logic rules proposed by specialists in this field. This approach helps to automatically group investment projects by risk levels and carry out the initial selection of low-risk investment projects. As a demonstration of the results of the analytical fuzzy logic model, a test set of empirical data was used.

Keywords: investment risks, fuzzy logic, risk differentiation, financial performance.

Введение

На сегодняшний день с учетом высокой активности малого и среднего бизнеса, инвесторам и инвестиционным институтам приходится рассматривать существенное количество потенциально прибыльных инвестиционных проектов для вложения. Все инвестиционные проекты несут в себе определенный уровень риска. Одна из основных задач для инвестора состоит в предварительном анализе инвестиционных проектов согласно степеням инвестиционных рисков. Инвестиционные проекты по размеру финансовых рисков в основном делятся на приемлемые, критические и катастрофические [1]. Не только инвестиционные проекты делятся на группы рисков, но и инвесторы делятся на группы устойчивости к финансовым рискам такие как группы с низким, средним и высоким риском [2]. Как дифференцировать инвестиционные риски и какие устанавливать пределы для каждого финансового показателя зависит от личного предпочтения или устойчивости к финансовым рискам каждого инвестора. Имея в арсенале финансовые показатели проектов, инвесторы рассматривают самые разные стратегические варианты вложения. Одни выбирают быстрый возврат инвестиции, другие заинтересованы в максимальном возврате [3], третьи делают акцент на объемы первоначальных инвестиционных вложений. Поэтому определение инвестиционного риска варьируется от инвестора к инвестору и не может быть четко прописано. В дополнении из-за многих внешних и внутренних факторов бизнеса такие финансовые показатели как, чистая приведенная стоимость, денежный оборот, ставка дисконтирования, период возврата инвестиции [4], определяющие эффективность инвестиционных проектов, прогнозируются неточными и приблизительными оценками. Для расчета эффективности инвестиционных проектов во многих случаях используют сценарный анализ для определения оптимистической, реалистичной и пессимистичной [5] или анализ чувствительности, которая оценивает влияния изменений независимых финансовых параметров на результаты зависимых финансовых параметров [6]. Для более реалистичного анализа правильнее будет указать интервал прогнозируемых оценок, чем точечное значение. Для анализа интервальных показателей можно применить методы теории нечеткой логики. Также нечеткая логика формализует и преобразует на математический язык неточные лингвистические переменные, выложенные на человеческом языке [7] такие как степени инвестиционных рисков. Чтобы дифференцировать инвестиционные риски на практике используются основные финансовые показатели такие как чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности, срок окупаемости [8]. Также для дифференцирования инвестиционных проектов немаловажным элементом является объем первоначальных инвестиции, так как проекты с отличными финансовыми показателями могут быть неподъемными для некоторых представителей инвесторов. Для ряда финансовых показателей существуют только предельные показатели, которые предлагают либо принять проект, либо отклонить. Но при рассмотрении нескольких финансовых показателей одного проекта могут встречаться значения, которые противоречат предельным требованиям параметров для принятия положительного ответа. Например, показатель чистой приведенной стоимости (NPV) показывает положительное значение и проект предполагает стать прибыльным, но в тоже время срок окупаемости (П) может превышать предельный инвестиционный срок, что может привести к принятию отрицательного решения по инвестиционному проекту. В таких ситуациях, когда выводы становятся неточными или противоречивыми, на помощь приходит метод нечеткой логики. Существует весомое количество исследований [9-14] по использованию нечеткой логики в анализе и оптимизации инвестиции и инвестиционных проектов. Алгоритмы, созданные на основе нечеткой логики, помогут выстраивать стратегию работы с разными уровнями инвестиционного риска.

Методология исследования

Существует разные модели нечеткого вывода Мамдани, Сугено, Ларсена и Цукамото. Разработка аналитической модели для классификации инвестиционных рисков основывается на модели нечеткой логики Мамдани [15]:

1. Блок формирования базы правил системы нечеткого вывода.
 - 1.1. Постановка задачи и определение списка финансовых показателей
 - 1.2. Определение лингвистических переменных для входных и выходных данных финансовых показателей
 - 1.3. Определение функции принадлежности входных и выходных параметров
 - 1.4. Определение базы правил для нечеткого вывода
 - 1.5. Ввод значений по входным переменным

2. Блок фаззификации входных параметров.
- 2.1. Нахождение функции принадлежности на примере исходных данных
3. Блок агрегирования
- 3.1. Расчет значений функции принадлежности выходных данных на примере входных данных по каждому из перечисленных базы правил.
4. Блок активизации подусловий в нечетких правилах продукций.
- 4.1. Объединение всех промежуточных значений функции принадлежности в единую функцию принадлежности
5. Блок дефаззификации
- 5.1. Преобразование переменных нечеткого вывода в количественные значения

Задачей в исследовании является создание аналитической модели для классификации инвестиционных рисков. В качестве финансовых показателей инвестиционных проектов и входных лингвистических переменных будут использованы чистая приведенная стоимость, объем начальных инвестиции, внутренняя норма доходности и срок окупаемости. А для выходного параметра используется параметр дифференциации инвестиционных рисков. В данном исследовании используются следующие функции принадлежности. Трапециевидная функция принадлежности представлены четырьмя точками, известными как нечеткое множество $A = (a, b, c, d)$ [10].

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x-b}{c-b}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x > d \end{cases} \quad (1)$$

Треугольная функция принадлежности представлены тремя точками, при $c = d$ и является частным случаем трапециевидной функции [10].

$$MF(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x-b}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (2)$$

Описание лингвистических переменных и их функции распределения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Лингвистические переменные

№	Лингвистические переменные	Функция принадлежности	Значения границ переменных	Ед. измерения
1	NPV (чистая приведенная стоимость)	Трапецеидальная	Низкий [0;6;10;15] Средний [13;22;26;45] Высокий [42;67;77;105]	млн. долларов
2	IRR (внутренняя норма доходности)	Треугольная	Низкий [8.5;10.5;15] Средний [13;19;24] Высокий [21;26;30]	%
3	PP (срок окупаемости)	Треугольная	Короткий [0;1.5;3], Средний [2.5;4;6] Длинный [5.5;7;9]	годы
4	И (первоначальные инвестиции)	Треугольная	Скромный [0;0;7] Малый [0;7;12.5] Средний [7;12.5;17] Большой [12.5;17;25] Массивный [17;25;]	млн. долларов
5	R (Уровни инвестиционных рисков)	Треугольная	Очень низкий [0;22] Низкий [0;50], Средний [22;76], Высокий [50;100], Очень высокий [76;100]	%

В качестве визуального примера функциональной принадлежности и границ на рисунке №1 показан финансовый показатель NPV.

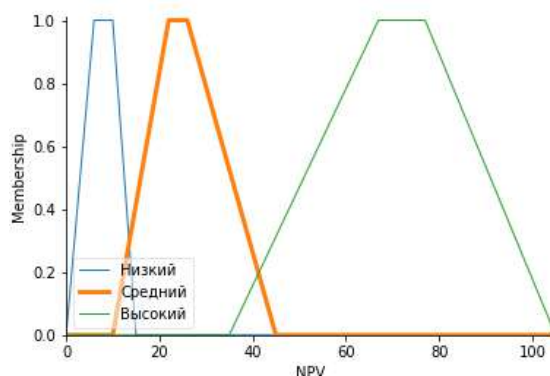


Рисунок 1. График трапецидальной функции показателя NPV

Следующим шагом разработки аналитической модели является определение базы правил нечеткого вывода, который представлен в таблице 2.

Таблица 2. Базовые правила нечеткого вывода

№	Правило	Результат
1	NPV[высокий] и IRR [высокий] и (PP[короткий] или П[скромный])	R(очень низкий)
2	NPV[средний] и IRR [средний] и (PP[средний] или П[средний])	R(средний)
3	NPV[низкий] и IRR[низкий] и (PP[длинный] или П[массивный])	R(очень высокий)
4	NPV[высокий] и IRR [средний] и (PP[средний] или П[малый])	R(низкий)
5	NPV[средний] и IRR [высокий] и (PP[средний] или П[малый])	R(низкий)
6	NPV[низкий] и IRR [средний] и (PP[длинный] П[большой])	R(высокий)
7	NPV[средний] и IRR [низкий] и (PP[длинный] П[большой])	R(высокий)

Для завершения блока формирования базы правил, требуется внести значения по входным данным.

Результаты

Проиллюстрируем применение аналитической модели, описанного для инвестиционного анализа. Мы заполнили примерными данными показателей 4-х инвестиционных проектов, который представлен в таблице 3.

Таблица 3. Матрица распределения значений входных параметров

№ проекта	NPV	IRR	PP	П
1	21.9	23	3	1.5
2	58	18	6	3.6
3	40.6	28	4	2.5
4	98	16	8	5.8

В качестве визуального примера определения уровня инвестиционного риска на рисунке №2 показан расчет инвестиционного проекта №1.

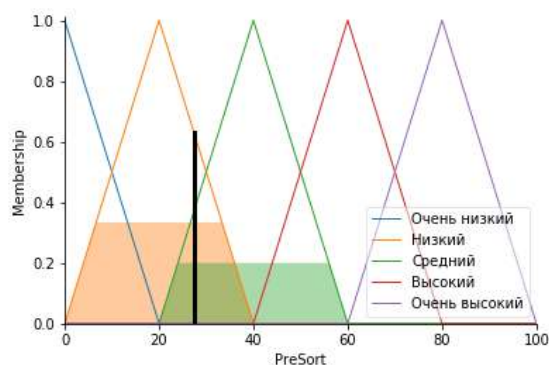


Рисунок 2. Определение инвестиционного риска по проекту №1

Результаты дифференциации инвестиционных рисков по 4-м инвестиционным проектам указаны в таблице 4.

Таблица 4. Финальная дифференциация инвестиционных рисков

	ИП 1	ИП 2	ИП 3	ИП 4
Дифференциация	Низкий	Средний	Низкий	Средний

Дискуссия

Финальная таблица определяет уровни рисков каждого инвестиционного проекта. Анализируя инвестиционные проекты, можно сделать следующие выводы: инвестиционные проекты №1 и №3 являются низкорисковыми, так как IRR высокий, сроки окупаемости короткие и начальные инвестиции небольшие. Инвестиционные проекты №2 и №4 являются проектами со средним риском, потому что показатели IRR средние, срок окупаемости длинные, но начальные инвестиции требуют малых затрат. Таким образом предлагаемое решение помогает автоматизировать предварительную группировку по рискам инвестиционных проектов согласно их финансовым показателям. Данный метод нечеткой логики позволяет настраивать предельные параметры, правила и функций принадлежности каждого параметра согласно индивидуальным предпочтениям инвестора и может использоваться как универсальный инструмент для всех направлений инвестиционной деятельности. Дальнейшим развитием данного метода является глубинный анализ проектов каждой из группы рисков.

Заключение

Следует обозначить, что принятие инвестиционных решений в условиях неопределенности требует учета нечеткости, так как ни точные значения инвестиционных параметров, ни распределения вероятностей этих параметров не могут быть точно известны в действительности. Эффективные модели анализа инвестиционных проектов должны учитывать нечеткие и лингвистические переменные, а также четкие количественные переменные. Создание аналитической модели на основе нечеткой логики показывает свою эффективность для дифференциации инвестиционных рисков при наличии нечетких входных и выходных параметров оценки. Применение нечеткой логики позволяет выходить за рамки строгой определенности при принятии решений и дает шанс гибким вариантам для более глубокого анализа инвестиционных проектов.

Список использованных источников

- 1 Article 16. Gasparian M., Kiseleva I., Korneev D., Lebedev C. A., Lebedev V. Strategic analysis of risks when implementing investment projects. Revista ESPACIOS. 2018. Vol. 39. No. 27.
- 2 Sulaiman, E. K. (2012). An Empirical Analysis of Financial Risk Tolerance and Demographic Features of Individual Investors. Procedia Economics and Finance, 2, 109–115. doi:10.1016/s2212-5671(12)00070-6
- 3 Kannadas S. (2021). Investment behavior of short-term versus long-term individual investors of PAN India – An empirical study. Investment Management and Financial Innovations, 18(2), 223-233. doi:10.21511/imfi.18(2).2021.18
- 4 Carlo Alberto Magni, Andrea Marchioni. Average rates of return, working capital, and NPV-consistency in project appraisal: A sensitivity analysis approach, International Journal of Production Economics, Volume 229,2020, 107769,ISSN 0925-5273, doi:10.1016/j.ijpe.2020.107769.

- 5 Brzaković, Tomislav & Brzakovic, Aleksandar & Petrovic, Jelena. (2016). Application of scenario analysis in the investment projects evaluation. *Ekonomika poljoprivrede*. 63. 501-513. doi:10.5937/ekoPolj1602501B.
- 6 Pranadi, Aloysius Damar & Haramaini, Qashtalani & Setiawan, Agus & Setiawan, Eko & Fachrudien, Chaizar. (2019). Sensitivity Analysis of Financial Parameters in Varying PV Penetrations in the Optimum Location of a Feeder. *Energy Procedia*. 156. 95-99. doi: 10.1016/j.egypro.2018.11.101.
- 7 Zadeh LA. Fuzzy logic. *Computer*. 1988;21: 83–93.
- 8 Zativita FI, Chumaidiyah E. Feasibility analysis of Rumah Tempe Zanada establishment in Bandung using net present value, internal rate of return, and payback period. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2019;505: 012007.
- 9 Modeling of fuzzy logic system for investment management in the railway infrastructure. *Tehnicki Vjesnik*. 2015; 22. doi:10.17559/tv-20140626104653
- 10 Boloş M-I, Bradea I-A, Delcea C. A fuzzy logic algorithm for optimizing the investment decisions within companies. *Symmetry*. 2019;11: 186.
- 11 Dourra H, Siy P. Investment using technical analysis and fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*. 2002;127: 221–240.
- 12 Escobar, Alejandro, Moreno, Julián, & Múnera, Sebastián. (2010). Modeling of investment strategies in stocks markets: an approach from multi agent based simulation and fuzzy logic. *Dyna*, 77(163), 211-221. Retrieved February 02, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532010000300022&lng=en&tlng=en
- 13 Reiner North. Sensitivity validation of a fuzzy system for asset allocation [J]. *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, 2020, 4(2): 169-187. doi: 10.3934/ElectrEng.2020.2.169
- 14 Díaz Córdova, J. F., Coba Molina, E., & Navarrete López, P. (2017). Fuzzy logic and financial risk. A proposed classification of financial risk to the cooperative sector. *Contaduría y Administración*, 62(5), 1687–1703. doi:10.1016/j.cya.2017.10.001
- 15 Nikolaev AB, Sapego YS. Developing incident detection algorithm based on the Mamdani fuzzy inference algorithm. *Int J Adv Stud*. 2017;7: 18.

References:

- 1 Article 16. Gasparian M., Kiseleva I., Korneev D., Лебедев С. А., Lebedev V. Strategic analysis of risks when implementing investment projects. *Revista ESPACIOS*. 2018. Vol. 39. No. 27.
- 2 Sulaiman, E. K. (2012). An Empirical Analysis of Financial Risk Tolerance and Demographic Features of Individual Investors. *Procedia Economics and Finance*, 2, 109–115. doi:10.1016/s2212-5671(12)00070-6
- 3 Kannadas S. (2021). Investment behavior of short-term versus long-term individual investors of PAN India – An empirical study. *Investment Management and Financial Innovations*, 18(2), 223-233. doi:10.21511/imfi.18(2).2021.18
- 4 Carlo Alberto Magni, Andrea Marchioni. Average rates of return, working capital, and NPV-consistency in project appraisal: A sensitivity analysis approach, *International Journal of Production Economics*, Volume 229,2020, 107769,ISSN 0925-5273, doi:10.1016/j.ijpe.2020.107769.
- 5 Brzaković, Tomislav & Brzakovic, Aleksandar & Petrovic, Jelena. (2016). Application of scenario analysis in the investment projects evaluation. *Ekonomika poljoprivrede*. 63. 501-513. doi:10.5937/ekoPolj1602501B.
- 6 Pranadi, Aloysius Damar & Haramaini, Qashtalani & Setiawan, Agus & Setiawan, Eko & Fachrudien, Chaizar. (2019). Sensitivity Analysis of Financial Parameters in Varying PV Penetrations in the Optimum Location of a Feeder. *Energy Procedia*. 156. 95-99. doi: 10.1016/j.egypro.2018.11.101.
- 7 Zadeh LA. Fuzzy logic. *Computer*. 1988;21: 83–93.
- 8 Zativita FI, Chumaidiyah E. Feasibility analysis of Rumah Tempe Zanada establishment in Bandung using net present value, internal rate of return, and payback period. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2019;505: 012007.
- 9 Modeling of fuzzy logic system for investment management in the railway infrastructure. *Tehnicki Vjesnik*. 2015;22. doi:10.17559/tv-20140626104653
- 10 Boloş M-I, Bradea I-A, Delcea C. A fuzzy logic algorithm for optimizing the investment decisions within companies. *Symmetry*. 2019;11: 186.
- 11 Dourra H, Siy P. Investment using technical analysis and fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*. 2002;127: 221–240.
- 12 Escobar, Alejandro, Moreno, Julián, & Múnera, Sebastián. (2010). Modeling of investment strategies in stocks markets: an approach from multi agent based simulation and fuzzy logic. *Dyna*, 77(163), 211-221. Retrieved February 02, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532010000300022&lng=en&tlng=en
- 13 Reiner North. Sensitivity validation of a fuzzy system for asset allocation[J]. *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, 2020, 4(2): 169-187. doi: 10.3934/ElectrEng.2020.2.169
- 14 Díaz Córdova, J. F., Coba Molina, E., & Navarrete López, P. (2017). Fuzzy logic and financial risk. A proposed classification of financial risk to the cooperative sector. *Contaduría y Administración*, 62(5), 1687–1703. doi:10.1016/j.cya.2017.10.001
- 15 Nikolaev AB, Sapego YS. Developing incident detection algorithm based on the Mamdani fuzzy inference algorithm. *Int J Adv Stud*. 2017;7: 18.

A TASK OF SYNTHETIC CORPORA GENERATION FOR THE LOW-RESOURCE LANGUAGE

Rakhimova D.^{1,3}, Adali Eşref², Shormakova A.¹, Asem Turarbek^{1*}, Yerkin Suleimenov³

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

³Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: asem.turarbek@kaznu.edu.kz

Abstract

Recently, various areas of artificial language processing have been actively developing, such as search engines, machine translation technologies, speech technologies, etc. using machine learning technology and non-neural networks. For the implementation and development of these areas, first of all, the task of electronic linguistic resources such as corpora, dictionaries, a set of rules, etc. is acute. These resources should be of a very large volume of good quality. In this article, the problem of shortage of buildings for low-resource languages, which include the Turkic-speaking group, is considered. This is a problem for low-resource languages, such as Kazakh, because there are very few available corpora. This article presents an approach to the creation of synthetic corpora by the method of determining and replacing a candidate word from the list of synonymous dictionary of the Kazakh language.

Test experiments were conducted. As a result, the specified case was enlarged 3.37 times.

Keywords: corpora, Kazakh language, synonyms, linguistic resources.

Аннотация

Д. Рахимова^{1,3}, Эшреф Адали², А. Шормакова¹, А. Турарбек¹, Е. Сулейменов³

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

²Стамбульский технический университет, г. Стамбул, Турция

³Институт информационно-вычислительных технологий, г. Алматы, Казахстан

ЗАДАЧА СОЗДАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ КОРПУСОВ ДЛЯ МАЛОРЕСУРСНОГО ЯЗЫКА

В последнее время активно развиваются различные направления обработки искусственного языка, такие как поисковые системы, технологии машинного перевода, речевые технологии и т. д. с использованием технологий машинного обучения и нейронных сетей. Для реализации и развития этих направлений, в первую очередь, решаются задачи электронных лингвистических ресурсов, таких как корпуса, словари, своды правил и т.п. является острым. Эти ресурсы должны быть очень большого объема хорошего качества. В статье рассматривается проблема нехватки корпусов для малоресурсных языков, к которым относится тюркоязычная группа. Это проблема для языков с низким ресурсом, таких как казахский, потому что доступных корпусов очень мало. В статье представлен подход к созданию синтетических корпусов методом определения и замены слова-кандидата из списка синонимического словаря казахского языка.

Были проведены тестовые эксперименты. В результате указанный корпус был увеличен в 3,37 раза.

Ключевые слова: корпусы, казахский язык, синонимы, лингвистические ресурсы.

Аңдатпа

Д. Рахимова^{1,3}, Эшреф Адали², А. Шормакова¹, А. Турарбек¹, Е. Сулейменов³

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Стамбул техникалық университеті, Стамбул қ., Түркия

³Ақпараттық және есептеу технологиялар институты, Алматы қ., Қазақстан

РЕСУРСТАРЫ АЗ ТІЛ ҮШІН СИНТЕТИКАЛЫҚ КОРПУС ҚҰРУ ЕСЕБІ

Соңғы кездері машиналық оқыту технологиялары мен нейрондық емес желілерді пайдалана отырып, іздеу жүйелері, машиналық аударма технологиялары, сөйлеу технологиялары және т.б. сияқты жасанды тілдерді өңдеудің әртүрлі бағыттары белсенді түрде дамып келеді. Бұл бағыттарды жүзеге асыру және дамыту үшін ең алдымен электронды лингвистикалық ресурстардың корпусстар, сөздіктер, ережелер жинағы және т.б. міндеттері шешіледі. өткір. Бұл ресурстар өте үлкен және сапалы болуы керек. Бұл мақалада түркітілдес топты қамтитын ресурстары төмен тілдердің корпусының жетіспеушілігі мәселесі қарастырылады. Бұл қазақ тілі сияқты ресурстары төмен тілдер үшін проблема, өйткені қол жетімді корпусстар өте аз.

Бұл мақалада қазақ тілінің синонимдік сөздігінің тізімінен үміткер сөзді анықтау және ауыстыру әдісі арқылы синтетикалық корпус жасау тәсілі берілген. Сынақ эксперименттері жүргізілді. Нәтижесінде көрсетілген корпус 3,37 есеге ұлғайды.

Түйін сөздер: корпус, қазақ тілі, синонимдер, лингвистикалық ресурстар.

Introduction

The development of a linguistic corpus is one of the main tasks for processing text data and solving various problems of applied artificial intelligence tasks. The corpus contains special markup, which is additional information about the properties of the texts included in it. The label is the main characteristic of the corpus; it distinguishes the corpus from simple collections (or «libraries») of texts. The richer and more diverse the markup, the higher the scientific and educational value of the corpus [1]. Currently, many languages have their own corpora. This underlines the importance of the case.

The main tasks of the corps include:

- 1) Providing scientific research of vocabulary and grammar of the language;
- 2) Providing open access to the case;
- 3) Provision of a representative building, that is, a sufficiently large building;
- 4) Providing a balanced corpus, i.e. such a corpus that would reflect the real correlation of genres in the language;
- 5) The opportunity to get acquainted with the language and its features;
- 6) The ability to search by morphological parameters;
- 7) The opportunity to learn a language using word translations.

A corpus is constructed primarily to represent language use in a balanced manner in order to study language empirically on the basis of real data. The role and function of corpora in linguistic analyses can be viewed from different perspectives, depending on the research questions at hand. Lüdeling and Kytö (2008, p. ix) summarize the use of corpora in linguistic analyses for three major purposes: (1) empirical support, (2) frequency information, and (3) meta-information.

The corpus query tools help researchers in finding examples of real language use that are relevant to their questions, that is what they now have as an example is a citation of actual language use rather than the alternative—a made-up example or a sample derived by chance and most often de-contextualized. Providing evidence for language structure and use from corpora is not limited to a specific level of linguistic analysis but works at all levels, from sound to form and to function. The data in corpora are tagged and annotated and thus provide the exact type of sampling that empirically supports the hypotheses. As a repository of real language samples, a corpus query returns citations of language use that had not been envisaged before. Additionally, the empirical nature of corpora makes it possible to replicate the analysis conducted, which is not possible with data based on introspection. The language use captured in linguistic corpora further incorporates “meta” information for its users in terms of major participants or components of a communication event. These include the gender of the participants, their age as well as their dialectical background, the medium of the text and its specific genre, among others, all of which provide significant information to a linguist in an analysis of natural language use in context.

When we narrow down the actual corpus linguistic work conducted over the years, we observe that they cover major areas. Meyer (2004) lists these general areas which further include many other subfields of linguistics: Grammatical studies of specific linguistic constructions, lexicography, language variation, historical linguistics, contrastive analysis and translation theory, natural language processing, language acquisition, and language pedagogy.

The ever-growing number of publications and the appearance of special journals in the field clearly underline the increasing importance of corpora in linguistics. It is evident that linguists with different interests will continue to build and use corpora in the future. As before, contributions from neighboring disciplines like computational linguistics and natural language processing research will continue to play a significant role in the future of corpus linguistics. As observed by Sampson (2013), there is currently a rising trend in linguistic analyses to adopt empirical approaches.

Related works

The first large computer corpus is considered to be the Brown Corpus (BC, English Brown Corpus, BC), which was created in the 1960s at Brown University and contained 500 fragments of texts of 2 thousand words each, which were published in English in the USA in 1961. As a result, he set a standard of 1 million word

usage for creating representative corpora in other languages [2]. The British National Corpus (BNC from the English British National Corpus) is a corpus of texts of 100 million words containing samples of written and spoken British English from a wide range of sources[1],[3],[4]. The corpus covers British English of the late 20th century, represented by a wide variety of genres, and is conceived as an example of the typical spoken and written British English of that time. [<http://www.natcorp.ox.ac.uk/corpus/index.xml>]

The National Corpus of the Russian Language with a volume of more than 600 million word uses can serve as an example of a well-developed corpus. It is divided into such half-corps as: basic, syntactic, newspaper, parallel, educational, dialect, poetic, oral, accentological, multimedia, multipark, historical. The national corpus of the Russian language covers, first of all, the period from the middle of the XVIII to the beginning of the XXI century [1].

The existing corpus of Turkic languages include:

1) The Turkish national Corpus of 50 million word usage, which is a balanced and representative corpus of the modern Turkish language. It consists of samples of textual data in a wide variety of genres, covering a period of 20 years (1990-2009) [3].

2) Bashkir poetic corpus with a volume of more than 1.8 million word usage. It is the second poetry corpus in the world. Its peculiarity lies in the fact that the corpus consists of works by Bashkir poets of the XX and the beginning of the XXI century [4].

3) Tatar National Corpus «Tugan tel» with a volume of more than 26 million word usage. The corpus contains texts of various genres, such as fiction, texts THEMSELVES, texts of official documents, educational literature, scientific publications, etc. [5].

4) The written corpus of the Tatar language with a volume of more than 116 million words, with the number of different word forms - about 1.5 million [6].

5) Almaty corpus of the Kazakh language with a volume of 20 million word usage. It is a linguistically representative corpus.

The following is an overview of the existing marked-up corpora for the Kazakh language:

1) NCKL (National Corpus of Kazakh Language) with a volume of 200-250 million words is one of the possible versions of the National Corpus of the Kazakh language as a reference system based on an extensive fund of marked texts of literary Kazakh, the state language of the Republic of Kazakhstan. Main characteristics of NCKL [7]:

1. a convenient tool for scientific research, development of textbooks and workbooks of the Kazakh language, self-study of the Kazakh language, providing most of the word forms with lexico-morphological analysis and Russian-English translation equivalents;

2. annotated corpus with grammatical and bibliographic markings;

3. linguistic representative corpus;

4. the case, which is in the public domain;

5. the balance of the corpus, which includes literary, scientific, journalistic texts.

6. The texts are composed of 5 styles of the Kazakh language (artistic style, scientific style, journalistic style, paper style, speech style).

7. The user can search by word, word form (word variant) and see a list of sentences that use the searched word and their source.

2) KLC (Kazakh Language Corpus) is a large-scale corpus containing more than 135 million words and containing five main stylistic genres (areas): literary, journalistic, official, scientific and informal. KLC contains an annotated corpus for reading and speech (RSC), which includes audio recordings of words, phrases, sentences (from all genres), news articles and excerpts from books that have been carefully selected from the primary part of the corpus. Each audio file is accompanied by a label file and a corresponding text transcript. In addition, some of the transcripts were grammatically annotated, that is, part of the data has several levels of annotation: audio (word segmentation), lexical and morphosyntactic. In total, the RSC contains 10 GB or more than 40 hours of speech [8].

In recent years, the Kazakh language has become an object of major concern to linguists. Several scholars have attempted to make up a corpus of the Kazakh language that would be of great significance in natural language processing tasks, including information retrieval and machine translation. One of the first attempts to compile a Kazakh corpus was made in 2013; it contained more than 135 million words belonging to five different stylistic genres. Rakhimova and Zhumanov (Rakhimova, D., & Zhumanov, Z. (2017). Complex technology of machine translation resources extension for the Kazakh language. Advanced Topics in

Intelligent Information and Database Systems, Studies in Computational Intelligence, 710, 297–307.) created a multilingual parallel corpus of general words in the Kazakh, Russian, and English languages using the Bitextor application and demonstrated how dictionaries could be enriched with new words without special linguistic knowledge.

The above mentioned developments were implemented with the help of modern tools and technologies in IT. When creating a marked-up corpus, special procedures and functions performed on the text are used, such as text pre-processing, text collection and markup (tagging), etc. But unfortunately, these resources are not available to researchers as source material. The above platforms are not user-defined and do not allow you to get full resources. Collecting and processing data for the development of enclosures takes a lot of time and effort. There is also an acute problem of lack of electronic linguistic data for low-resource languages, which include a group of Turkic languages (Kazakh, Kyrgyz, Tatar, Uzbek, etc.) with complex agglutinative morphology and syntactic structural form.

Methodology

The authors present an approach for the development of a synthetic corpus for the Kazakh language. This approach consists of two main parts:

Part 1 - Preprocessing and analysis of the syntactic structure of sentences based on the linguistic rules of the Kazakh language. In this part, text preprocessing is performed. The syntactic analysis of the text allows you to identify candidate words for which alternative synonyms will be determined.

Part 2- For candidate words, a set of synonyms is determined from the catalog and further probability subtraction is performed. Further, the work of this approach will be described in more detail.

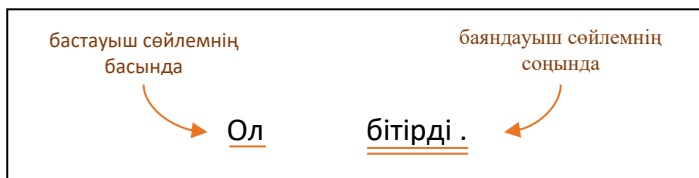
Part 1

The correct structure of the general sentence and the correct transfer of meaning directly depend on the correct location of the members of the sentence in the sentence. How the order of words in a sentence should be is not a matter of the will of the writer or the speaker. Each language has its own internal laws and rules about it. When making sentences, it is better to take them into account and use each word in its place.

As a general rule, the verb is at the end of the sentence, the subject precedes it, the determinant precedes the defining word, the complement and the finisher precede the words to which they relate.

If we show it using examples.

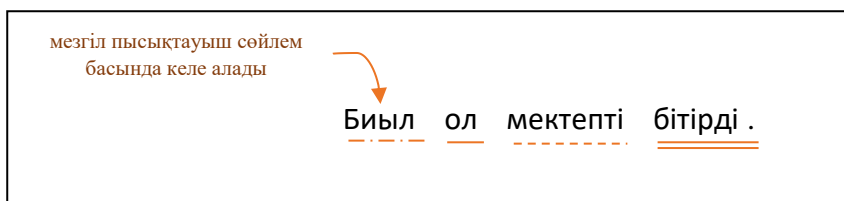
Let's consider a sentence consisting of the initial and the narrator:



We can place the object and adverbial modifier between subject and verb. Adverbial modifier is in front of the verb in most cases. Let's add adverbial modifier and object to the initial sentence

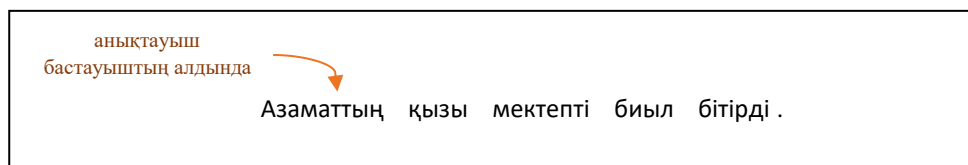


If adverbial modifier means the season, it can be replaced by the subject in the beginning of the sentence.



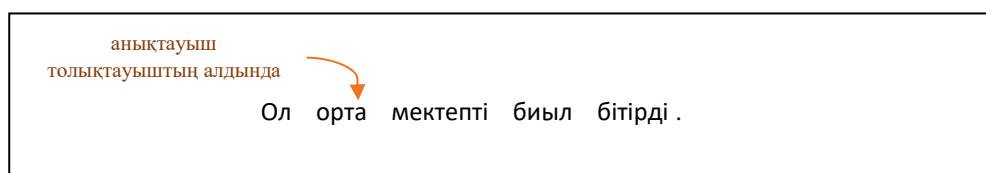
Attribute is placed in front of the member of sentence which is being described. If it's describing the subject, then it goes in front of the subject, same as for objects and adverbial modifiers.

Let's attribute the subject. Firstly, replace "He/She" by the word "Daughter", then add attribute for the word "Girl" itself



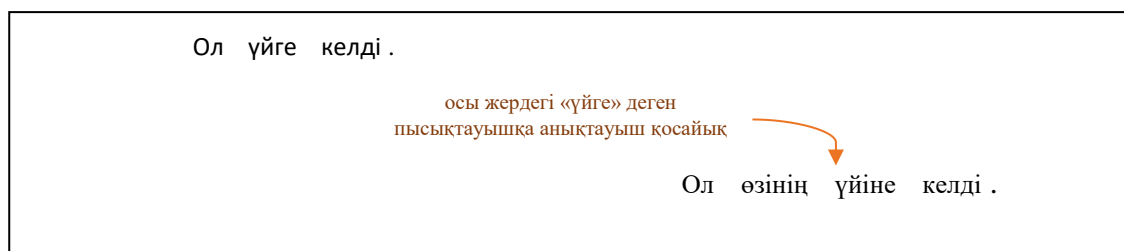
Whose daughter: Azamat's daughter.

Now let's find the object.



What school: middle school.

We can put an attribute to the adverbial modifier if it's a noun. For example:



Subject can be represented as a noun, adjective, numeral, pronoun, dead-end verb, interjection, adverb and imitative word in the sentence. For example,

Numeral: **Adults (who?)** sat on the bench

Dead-end verb: **Polite speech (what?)**- a sign of decency

Imitative word: **Dabyr-dubur (what?)** began to be heard up close.

The verb can work as verb, numeral, noun, adjective, pronoun, auxiliary verb and imitative verb. For example:

Noun: Today's youth is a happy **youth**.

Auxiliary verb and imitative word: Кенет әлдене **тарс етті**. Қуанғаннан жүзі **күлмің-күлмің етеді**. Suddenly there was **a bang**. He has a lot of **fun and fun**.

The object can be represented as a noun or pronoun, numeral, adjective, dead-end verb, adverb that means a noun. For example:

Noun: A person who respects his **parents (who?)** will not be a fund.

The numeral: One hundred-**twenty-four (what?)** is not divided without a residue.

Parts of speech that can be an adverbial modifier: adverb, adjective, the numeral, noun, adverbial verb. For example:

Adjective: The speaker spoke for a **long time**.

Gerund: Aigerim smiled at this word **with a smile**.

Noun, adjective, numeral, pronoun and participle can work as an attribute in the sentence

The numeral: There are **seven** wonders that have gone down in history on the land of Kazakhstan.

Pronoun: **This** book educates a person to virtue and common sense.

Once we know parts of speech of the members of sentence, we can generate different sentences by substituting them within the same sentence.

Generating new sentences by changing the subject:

Ол
Оқушы
Қыз
Айнұр

мектепті биыл бітірді .

Generating new sentences by changing the object:

Ол

мектепті
институтты
курсты
кітап оқуды

биыл бітірді.

Generating new sentences by changing the adverbial modifier:

Ол мектепті

биыл
2020 жылы
үздік
ойнап жүріп

бітірді.

Generating new sentences by changing the attribute:

Ол

орта
жеке
гуманитарлық
бағыттағы 211-ші

мектепті биыл бітірді.

The verb change depends on the complement that precedes it. Because in this sentence, the word «finished» requires that the complement be in the income clause. If I put another verb «came», it requires the complement to stand in the leopard and eastern declensions.

However, it is precisely by giving synonyms for the verb that we can generate new sentences:

Ол мектепті биыл

бітірді
аяқтады
тәмәмдады
жалғастырды

The basic rules of syntactic structures of sentences for the Kazakh language are presented above. And I take into account the linguistic rules and properties of the Kazakh language, the main parts of speech and candidate words have been identified, which can be replaced with various other words, it is possible to increase the number of correct sentences in the corpus. Next, the compilation of synonyms for candidate words will be performed.

Part 2

It is necessary to create synonyms for the Kazakh language. Synonyms when creating a catalog, an online dictionary was used. The thesaurus.com from the site dictionary.com recommended by the world's largest and most reliable free online thesaurus.

Dictionary.com is the world's leading online source for definitions, word origins and more tools. Dictionary.com reveals the secrets of the English language for millions of people. Dictionary.com it is a tool that tries to inspire connections, communication, learning, creativity and things in many areas in a world that works with words. Dictionary.com - the world's leading digital dictionary. This dictionary offers millions of English definitions, spellings, sound pronunciations, sample sentences and word origin. The main proprietary source for this site is the Random House Unabridged Dictionary, which is regularly updated by a team of experienced lexicographers and supplemented by reliable, recognized sources, including American Heritage and Harper Collins, to support various language needs. It also offers a translation service, a crossword solution and a lot of editorial content that will be useful for advanced word lovers and English language learners.

For more than 20 years thesaurus.com it has been helping millions of people improve their English proficiency and find a specific word with more than 3 million synonyms and antonyms.

The Beautiful Soup library was used for using synonyms from thesaurus.com Beautiful Soup is a Python library used to extract data from HTML and XML files, or parser for syntactic analysis of HTML/XML files written in the Python programming language [9].

After finding the wrong words in the initial first task in the research work, thesaurus.com is used to find synonyms of English versions of the same identified wrong words. All English synonyms found are translated into Kazakh using Google translator and saved in a file. Then a catalog of translated Kazakh synonyms will be created. Automatic directory creation is described in the following algorithm.

Algorithm. The algorithm for finding synonyms for a word consists of the following steps:

1. *Incoming data: w_j^{kaz} - translated words in the Kazakh language*
 w_i^{ang} - English word according to the Kazakh language.
2. *Find w_j^{kaz} in the synonym catalog.*
3. *If w_j^{kaz} is in the catalog, show the list of synonyms of w_j^{kaz} , go to the 8th step, else do the 4th step.*
4. *w_j^{kaz} - choosing a synonym with a high probability for replacement (go to the same module).*
5. *Find w_i^{ang} from English synonym words. (3,5 million words)*
6. *Translate synonyms of w_i^{ang} into Kazakh language by Google Translate*
7. *On the new line, replenishment (expansion) of the catalog with Kazakh synonyms of w_j^{kaz} . Release the list of synonyms*
8. *End.*

Following these steps, a list of translated synonyms is created. Then the directory will be created automatically.

The algorithm for creating an automated catalog of synonyms for words is carried out as follows:

- After finding the translated words from the target sentence T, the English version of this word is taken from the S sentence. Then a list of synonyms for the word S* is created from the site [thesaurus.com] and recorded in a file.

- Then, using Google machine translation, each synonym was translated and a list of synonyms in the Kazakh language was compiled.

- In the next step, the found synonyms in the Kazakh language are copied to the directory in the form of an entry with a list of all possible alternatives.

In this way, these steps are applied to the found words. Applicable online dictionary on thesaurus.com can be seen in the following figure 1.



Figure 1. Synonyms of word “baby” in thesaurus.com

The words shown in Figure1 are all possible equivalent words, for example this catalog shows English versions of the wrong words. The *thesaurus.com* site was used in software development using the Beautiful Soup library. For example, the mistranslated word *baby* has synonyms such as:

Baby: *diminutive, dwarf, little, midget, mini, minute, petite, small, wee, tiny* and etc.

Found incorrectly translated synonyms in English words are translated into Kazakh using Google translator and recorded in the catalog. Each new word in the Kazakh language and its equivalents are recorded in a new line of the catalog. The short snippet type of the directory entry looks like this:

1. *Less, not enough, slight, limited*
2. ...
40. *Respectful, good, justice, kind, charming, favorable, wonderful, unusual*
41. *baby, dwarf, very small, small ... etc.*

The vocabulary used in the catalog can be seen in the following table 1.

Table 1. Information about the catalog. Catalog consist of kazakh and English synonyms

Vocabulary in English	Vocabulary in Kazakh
More than 3.5 million	More than 7000

In fact, this is a catalog of synonyms in the Kazakh language, the volume of which is 1000 lines. The directory is indexed by the first word. Each line of the catalog contains synonyms for the wrong words, that is, there are fifteen to Seventeen synonyms in each line of the catalog with 1000 lines of incorrectly translated words. Each new error word and synonyms found are saved to a new line in the directory. If the desired incorrect word is found when searching in the directory, then to use tables related to it, a table with the same number is opened, taking into account the line number of the wrong word in question. For example, the words *polite, good, fair, kind, charming, acceptable, wonderful, unusual* in the above catalog list are located on the fortieth line, that is, the required table number associated with these words is designated as fortieth [10].

Next, using the maximum entropy method, we calculate the probability of the best element from the list of synonyms for various parts of speech for the Kazakh language.

In the maximum entropy model:

$$P(c | x) = \frac{1}{Z} \exp \sum_j \lambda_j f_j \quad (1)$$

Here Z is the normalizing factor.

Equation that calculates the probability of X in Class c given at maximum entropy (equation 2):

$$P_i^e(c | x) = \frac{\exp(\sum_{j=1}^{N^e} \lambda_{ij}^e f_{ij}^e(c, x))}{\sum_{c' \in S^e} \exp(\sum_{j=1}^N \lambda_{ij}^e f_{ij}^e(c', x))} \quad (2)$$

Where,

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{ij}^e(c, x) = 1, \text{ if } x = z_j^e \ \& \ c = s_i^e \ (x \ c \text{-ның тіркесі}) \end{array} \right. \quad (3)$$

0, кері жағдайда

ω^e – polynomial word,

c – class of synonyms,

z_j^e – j -th property word of Class c (S_i^e)

x – word under study,

N^e – number of features for ω^e

λ_{ij}^e – the weight of the feature f_{ij}^e ,

S^e – set of synonyms for ω^e

The calculated results according to formula 3 can be seen in table 2.

Table 2. ω^e word frequency ω^l

S^e	{	ω^e	z^e_1	z^e_2	z^e_3	z^e_4	z^e_5	...	$z^e_{N^e}$
		$s^e_1 \ f_{1j}$	0	1	0	1	0	...	0
		$s^e_1 \ g_{1j}$	0	5	0	6	0	...	0
		$s^e_2 \ f_{2j}$	1	0	0	0	1	...	0
		$s^e_2 \ g_{2j}$	1	0	0	0	6	...	0

Where g_{ij} – frequency. For the synonym s_i^e of the polynomial word ω^e , the frequency g and the property f were used and the weight λ^e was calculated. For this, the data in Table 2 were used:

$$\lambda_{12} = \frac{g_{12}f_{12}}{\sum_{j=1}^{N^e} g_{1j}f_{1j}} = 5/11 = 0,45 \qquad \lambda_{14} = \frac{s_1f_4}{\sum_{j=1}^{N^e} g_{1j}f_{1j}} = 6/11 = 0,54$$

where, g_{ij} - the frequency of word property z_j for synonym s_i (phrase frequency for s_i).

The calculation of weight λ^e of polynomial word ω^e and synonym word s_2^e shown below:

$$\lambda_{21} = \frac{g_{21}f_{21}}{\sum_{j=1}^{N^e} g_{2j}f_{2j}} = 1/7 = 0,14 \qquad \lambda_{25} = \frac{g_{25}f_{25}}{\sum_{j=1}^{N^e} g_{2j}f_{2j}} = 6/7 = 0,85$$

The full result with calculation can be seen in Table 3.

Table 3. Calculation of the semantic cube for the word ω^e

ω^e	z^e_1	z^e_2	z^e_3	z^e_4	z^e_5	...	$z^e_{N^e}$
$s_2 \ f_{2j}$	1	0	0	0	1	...	0
$s_2 \ \lambda_{2j}$	0,14	0	0	0	0,85	...	0
			...				

The calculation of the probability of a class of synonyms by the formula (3) will be as follows:

$$P(s_1 | x) = \frac{e^{0,45} * e^{0,54}}{e^{0,45} * e^{0,54} + e^{0,14} * e^{0,85}} = \frac{0,243}{0,243 + 0,119} = \frac{0,243}{0,362} \approx 0,67$$

$$P(s_2 | x) = \frac{e^{0,14} * e^{0,85}}{e^{0,45} * e^{0,54} + e^{0,14} * e^{0,85}} = \frac{0,119}{0,243 + 0,119} = \frac{0,119}{0,362} \approx 0,33$$

Then apply the classification formula:

$$\hat{c} = \arg \max_{c \in C} P(c | x) \quad (4)$$

Hence, synonym class s_i is chosen where $P(s_i | x)$ is maximum. For example, chosen synonym appears to be s_1 , because the value $P(s_i | x)$ shows the biggest (maximum) [11-15].

Results

To implement the work and test the approach, it was initially necessary to take a corpus of the Kazakh language in the amount of 120 thousand sentences <https://github.com/NLP-KazNU>.

First of all, the text was preprocessed:

Text preprocessing translates text in natural language into a format convenient for further work. Preprocessing consists of various stages, which may differ depending on the task and the implementation of subtasks:

- Translation of all letters in the text to lowercase or uppercase;
- Deleting digits (numbers) or replacing them with a text equivalent (regular expressions are usually used);
- Removing punctuation. It is usually implemented as removing characters from a predefined set from the text;
- Removing whitespaces (whitespaces);

Partial markup- morphological and syntactic analysis of the text is performed using the platform (<https://github.com/apertium/apertium-eng-kaz>).

Next, candidate words are identified for each sentence, in particular, these are parts of speech - nouns, adjectives, pronouns and verbs. Next, a list of synonyms is compiled for a certain word and for each element we subtract the probability of the best element from the list of synonyms for various parts of speech for the Kazakh language. Further, the elements obtained from it were automatically substituted into the text. Using this approach, a syntactic corpus with a volume of 405,612 sentences was obtained.

Conclusion

Based on the results of this work, the following results were obtained: Corpus systems for low-resource Turkic languages were analyzed. Based on the linguistic properties of the Kazakh language, candidate words for replacement have been identified. An algorithm for determining synonyms for the Kazakh language has been developed. An automated catalog of synonyms for the Kazakh language has been developed, in which there are more than 7 thousand entries. From the resulting array of synonyms, words with the highest probabilities for various parts of speech for the Kazakh language were calculated. Test experiments were conducted. As a result, the specified case with a volume of 120 thousand sentences was increased 3.37 times to 405 thousand sentences. This approach is convenient because it does not require large resources and can be adapted for other various low-resource Turkic languages. That will allow you to get high-quality electronic enclosures.

Acknowledgments

This research was performed and financed by the grant Project IRN AP 09259556 and AP08052421 of Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.

References:

- 1 Mohamed, S.A., Elsayed, A.A., Hassan, Y.F., Abdou M.A. *Neural machine translation: past, present, and future. Neural Comput & Applic* 33, 15919–15931, (2021).
- 2 Tukeyev, U., Karibayeva, A., Zhumanov Z.: *Morphological segmentation method for Turkic language neural machine translation. Cogent Engineering*, 7(1), 1-16 (2020).
- 3 Dabre, R., Chu, Ch., Kunchukuttan A.: *A Survey of Multilingual Neural Machine Translation. ACM Comput. Surv*, 53(5), pp. 1-38 (2020).
- 4 Sennrich, R., Haddow, B., Birch A.: *Neural Machine Translation of Rare Words with Subword Units. In: Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 1715-1725 (2016).
- 5 Zhixing, T., Shuo, W., Zonghan Y., Gang Ch., Xuancheng H., Maosong S., Yang L. *Neural Machine Translation: A Review of Methods, Resources, and Tools. Computation and language*, pp. 1-20 (2020).
- 6 do Carmo, F., Shterionov, D., Moorkens, J., Wagner, J., Hossari, M., Paquin, E., Schmidtke, D., Groves, D., Way, A. *A review of the state-of-the-art in automatic post-editing. Machine Translation*, 35, 101-143 (2021).
- 7 Pal, S., Naskar S.K., Vela, M., van Genabith, J.: *A Neural Network based Approach to Automatic Post-Editing. In: Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 281–286. Association for Computational Linguistics, Berlin, Germany (2016).
- 8 Vu, T., Haffari, G.: *Automatic Post-Editing of Machine Translation: A Neural Programmer-Interpreter Approach. In: Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 3048–3053. Association for Computational Linguistics, Brussels, Belgium (2018).
- 9 <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/>
- 10 Tebbifakhr, A., Agrawal, R., Negri, M., Turchi, M.: *Multi-source Transformer for Automatic Post-Editing. Italian Journal of Computational Linguistics* 5(1), 89-103 (2019).
- 11 Abdulmumin, I., Galadanci, B., Isa, A., Kakudi, H., Sinan, I. *A Hybrid Approach for Improved Low Resource Neural Machine Translation using Monolingual Data. Engineering Letters*, 29(4), pp. 1478-1493 (2021).
- 12 Mengtao, S., Wang, H., Pasquine, M., Hameed, I.A. *Machine Translation in Low-Resource Languages by an Adversarial Neural Network. Applied Sciences*, 11(22), 10860 (2021).
- 13 Zhumanov Z., Madiyeva A., Rakhimova D.: *New Kazakh Parallel Text Corpora with On-line Access. In: Nguyen, N., Papadopoulos, G., Jędrzejowicz, P., Trawiński, B., Vossen, G. (eds) Computational Collective Intelligence ICCCI 2017, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10449. pp. 501-508. Springer Professional (2017).
- 14 Abdulmumin I., Galadanci B.S., Isa A.: *Enhanced Back-Translation for Low Resource Neural Machine Translation Using Self-training. In: Misra S., Muhammad-Bello B. (eds) Information and Communication Technology and Applications. ICTA 2020. Communications in Computer and Information Science*, vol. 1350, pp. 355-371. Springer, Cham (2021).
- 15 Lee, W., Jung, B., Shin, J., Lee, J.: *Adaptation of Backtranslation to Automatic Post-Editing for Synthetic Data Generation. In: Proceedings of the 16th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: Main Volume*, 2021, pp. 3685-3691 (2021).

МРНТИ 81.96.00
УДК 621.391

<https://doi.org/10.51889/9525.2022.67.68.021>

Н.А. Сейлова¹*, А.Б. Батыргалиев¹, Ж.А. Джангозин¹, Л.В. Горлов¹, Н.Н. Нургабылов¹

¹Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, г.Алматы, Казахстан
*e-mail: seilova_na@mail.ru

МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МАСКИРУЮЩИХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ

Аннотация

Вопросы обеспечения защиты информации ограниченного доступа от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений решаются организационными или техническими мерами с применением пассивных или активных средств защиты. В свою очередь пассивные методы защиты обеспечиваются за счет экранирования, заземления, развязки и фильтрации, а активные методы применяют системы пространственного электромагнитного зашумления и постановку имитационных (маскирующих) помех. Применение пассивных методов защиты средств вычислительной техники является наиболее предпочтительным, так как их использовании позволяет решить вопросы, связанные с электромагнитной совместимостью и наличием демаскирующих признаков работы средств защиты. Необходимо отметить, что, применение пассивных методов защиты средств вычислительной техники не всегда представляется возможным по причине сложности их реализации, дороговизны, необходимости проведения дополнительных опытно-конструкторских работ. С целью решения подобных задач применяются методы активной защиты, которые создают повышенный фон электромагнитного поля, тем самым маскируя информативный сигнал.

В представленной работе рассматривается средство измерения маскирующих шумовых помех средств активной защиты на основе SDR-приемников, которое применимо при определении качества шумовых помех в рамках оценки эффективности генераторов шума.

Ключевые слова: генератор шума, побочные электромагнитные излучения, средство активной защиты, качество шума, SDR-приемник, маскирующие шумовые помехи.

Аңдатпа

Н.А. Сейлова¹, А.Б. Батыргалиев¹, Ж.А. Джангозин¹, Л.В. Горлов¹, Н.Н. Нургабылов¹
¹Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

БҮРКЕМЕЛЕУ ШУЫЛ БӨГЕУЛЕРІНІҢ САПАСЫН БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫ

Қолжетімділігі шектеулі ақпаратты жалған электромагниттік сәулелену арнасы арқылы ағып кетуден қорғауды қамтамасыз ету мәселелері қорғаудың пассивті немесе белсенді құралдарын пайдалана отырып, ұйымдастырушылық немесе техникалық шаралармен шешіледі. Өз кезегінде, қорғаудың пассивті әдістері экрандау, жерге қосу, ажырату және сүзу арқылы қамтамасыз етіледі, ал белсенді әдістерде кеңістіктік электромагниттік шу және кезеңдік имитациялау (бүркемелеу) кедергі жүйелері қолданылады. Компьютерлік жабдықты қорғаудың пассивті әдістерін пайдалану ең қолайлы болып табылады, өйткені оларды пайдалану электромагниттік үйлесімділікке және қорғау құралдарының жұмысының жасырын белгілерінің болуына байланысты мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Айта кету керек, компьютерлік техниканы қорғаудың пассивті әдістерін қолдану оларды іске асырудың күрделілігіне, жоғары құнына және қосымша әзірлеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігіне байланысты әрқашан мүмкін емес. Осындай мәселелерді шешу үшін электромагниттік өрістің жоғарылау фонын жасайтын белсенді қорғау әдістері қолданылады, осылайша ақпараттық сигналды бүркемелейді.

Ал ұсынылған жұмыста шу генераторларының тиімділігін бағалау шеңберінде шу кедергілерінің сапасын анықтауда қолданылатын SDR қабылдағыштары негізіндегі белсенді қорғаныс жабдығының бүркемелейтін шуыл бөгеулерін өлшеу құралы қарастырылады.

Түйін сөздер: шуыл генераторы, жанама электромагниттік сәулелену, белсенді қорғау құралдары, шуыл сапасы, SDR-қабылдағышы, бүркемелеу шуыл бөгеулері.

Abstract

MOBILE DEVICE FOR ASSESSING THE QUALITY OF MASKERS NOISE INTERFERENCE

Seilova N.¹, Batyrgaliyev A.¹, Jangozin Zh.¹, Gorlov L.¹, Nurgabilov N.¹

¹ K.I. Satbayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan

The protection of information of limited access from leakage through the channel of spurious electromagnetic radiation is solved by organizational or technical measures using passive or active means of protection. Passive protection methods include shielding, grounding, decoupling and filtering, and active methods include the use of systems of spatial electromagnetic noise and imitating (masking) interference. The use of passive methods for protecting computer equipment is the most preferable, since when using them, there are no problems associated with electromagnetic compatibility and the presence of unmasking signs of the operation of protective equipment. However, the use of passive methods for protecting computer equipment is not always possible due to the complexity of their implementation, high cost, the need for additional development work, etc. In such cases, active protection methods are used that create an increased background of the electromagnetic field, thereby masking the informative signal.

The paper considers a means for measuring masking noise interference of active protection equipment based on SDR receivers. This device is applicable in determining the quality of noise interference as part of the evaluation of the effectiveness of noise generators.

Keywords: noise generator, spurious electromagnetic radiation, active protection means, noise quality, SDR receiver, masking noise interference.

Введение

В настоящее время увеличивается количество различных средств вычислительной техники, предназначенной для обработки, хранения и передачи информации. Для защиты этой информации от утечек по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок широко применяются системы активной защиты – генераторы шума (ГШ).

Однако, не всегда осуществляется оценка качества маскирующих шумовых помех этих систем, как в ходе их разработки, проектирования и производства, так и в ходе подтверждения их соответствия требованиям информационной безопасности, а также повседневной эксплуатации. Как правило, в таких случаях ограничиваются проверкой соответствия диапазона рабочих частот, спектральной плотности, виду излучаемой помехи, режимам и условиям работы, а также необходимости соответствия санитарным нормам и др. параметров.

Как правило, оценка качества маскирующих шумовых помех проводится по статистике мгновенных значений амплитуд шумового сигнала (по напряжению), то для набора этой статистики требуется применение соответствующих средств измерения. В частности, для оценки качества маскирующих шумовых помех использовались измерители корреляционных характеристик Х6-4 [1-4]. Однако, как описывалось выше, измерители Х6-4, а также иные приборы, предназначенные для исследования корреляционных характеристик (Х6-3, Х6-5, Х6-8, Х6-11/1 и Х6-11/2) давно сняты с производства.

В этой связи, в качестве устройства оценки качества маскирующих шумовых помех могут использоваться измерительные системы, в состав которых входят измерительный приемник или анализатор спектра, цифровой осциллограф, широкополосная измерительная антенна с измерительным кабелем и в некоторых случаях управляющий компьютер.

Недостатками таких систем являются их относительно большие габариты, низкая мобильность, высокая стоимость, необходимость постоянного подключения к промышленной сети электропитания или иным источниками электрической энергии, а также соответствующие навыки работы у оператора.

Кроме того, достаточно большие размеры средств измерений (анализатор спектра, осциллограф, измерительная антенна со штативом, компьютер для управления измерениями) применимы в лабораторных условиях. Для выездных мероприятий с измерениями на местах установки ГШ (в реальных условиях эксплуатации) приемлемым будет наличие компактного и недорогого средства.

Методы

Принимая во внимание достаточно большие размеры средств измерений (анализатор спектра, осциллограф, измерительная антенна со штативом, ПК для управления измерениями) предложенные способы измерений качества шума более применимы в лабораторных условиях. Для выездных мероприятий с измерениями на местах установки ГШ (в реальных условиях эксплуатации) приемлемым будет наличие компактного и недорогого средства.

Такое средство возможно изготовить на базе цифровых SDR приемников. Например, SDRplay, KerberosSDR, Colibri SDR, Coherent Multi-Tuner-Receivers, HackRF One, RTL-SDR или других аналогичных.

Преимуществами использования SDR приемников являются [5, 6]:

- сравнительно малая масса и размеры;
- малая потребляемая мощность;
- невысокая стоимость;
- не требует настройки;
- наличие устройств с различными характеристиками;
- низкая чувствительность к факторам окружающей среды (температуре, влажности, разбросу параметров компонентов и др.);
- простота реализации перестраиваемых фильтров с подавлением более 80 дБ;
- высокая точность и широкий диапазон перестройки фазы и частоты гетеродина.

На базе таких приемников можно изготовить универсальное устройство оценки качества шумовых помех ГШ. Такое устройство будет способно реализовать следующие способы оценивания качества шумовых помех:

- расчет энтропийного коэффициента качества по предложенному альтернативному методу;
- поиск корреляции шумов в разных поддиапазонах частот;
- использовать статистические и (или) графические методы (тесты) на случайность [1, 7-9].

Для поиска (выявления) наличия возможной корреляции шумов ГШ предлагается проводить измерения маскирующего шума одновременно в двух или большем количестве диапазонов частот и сравнивать их между собой.

Необходимость такой процедуры связана с тем, что диапазон частот маскирующих шумов в ГШ разбивается на поддиапазоны. В каждом из поддиапазонов частот имеется свой канал формирования шумового сигнала либо используется множитель частоты [10, 11].

В случае, когда генерируемый шум в разных поддиапазонах будет иметь одинаковые параметры за исключением частоты, возможно его вычитание в диапазонах, в которых информативные сигналы имеют большую амплитуду (мощность) с дальнейшим восстановлением защищаемой информации. В этом случае также имеет значение наличие дополнительных факторов, таких как, повторяемость исходного информативного сигнала, его амплитуда (мощность) и др.

Достижимый технический результат предлагаемого технического решения – возможность оценки качества маскирующих шумовых помех систем пространственного зашумления мобильным, малогабаритным и автономным устройством в диапазоне частот от 1 кГц до 2 ГГц.

Указанный технический результат при осуществлении полезной модели достигается тем, что мобильный аппаратно-программный комплекс оценки качества маскирующих шумовых помех систем пространственного зашумления содержит в своем составе SDR-приемник (программно-определяемая радиосистема) с широкополосной измерительной антенной и соединенный с управляющим компьютером (ноутбук) с установленным программным обеспечением.

Результаты и обсуждение

Мобильное устройство оценки качества маскирующих шумовых помех систем пространственного зашумления представлен на рисунке 1 (общий вид устройства).

Устройство содержит средство измерения – SDR-приемник 1, соединенный с управляющим компьютером 2 с помощью соединительного кабеля 3 через шину USB. Управляющий компьютер 2 с прикладным программным обеспечением предназначен для управления режимами работы SDR-приемника 2 и расчета качества маскирующих шумовых помех. К входу SDR-приемника 2 подключен первичный преобразователь – приемная (измерительная) антенна 4 с помощью соединительного кабеля 5. Генерируемые системой пространственного электромагнитного зашумления 6 маскирующие шумовые помехи (электромагнитный шум) 7 принимается антенной 4.

Устройство работает следующим образом. По анализу спектра маскирующего шумового сигнала, формируемого генератором шума 6, выбираются частотные интервалы спектра, в которых наблюдается наибольшая неравномерность частотной характеристики шума. Если в генераторе шума 6 используются несколько каналов формирования шумовой помехи, то в каждом из них должно быть выбрано не менее одного такого интервала;

SDR-приемник 1 последовательно настраивается на центральную частоту каждого из частотных интервалов. Принимаемые SDR-приемником 1 электромагнитные шумовые сигналы преобразуются в электрические, оцифровываются и в виде мгновенных значений амплитуды шумового сигнала поступают в управляющий компьютер 2 для дальнейшей обработки и расчета (оценки) качества маскирующей шумовой помехи 7.



Рисунок 1. Мобильный аппаратно-программный комплекс оценки качества маскирующих шумовых помех

Проведение ручных расчетов по предложенному альтернативному методу оценивания качества маскирующих шумовых помех является весьма трудоемким и длительным процессом. Это связано с необходимостью обработки большого количества значений (не менее 1 миллиона элементов).

Для возможности применения статистических методов (тестов) на случайность при проведении оценки качества маскирующих шумовых помех разработано программное обеспечение «Freq_analyser». Программное обеспечение позволяет осуществлять прием и сохранение информации из радиозэфира на заданных частотах, а также проводить статистический анализ полученных данных.

Диапазон принимаемых частот зависит от аппаратной составляющей анализирующего комплекса. Набор статистических тестов включает в себя: Frequency (Monobits) Test, Frequency Test within a Block, Runs Test, Test for the Longest Run of Ones in a Block, Binary Matrix Rank Test, Discrete Fourier Transform (Spectral) Test, Non-Overlapping Template Matching Test, Overlapping Template Matching Test, Maurer's «Universal Statistical» Test, Linear Complexity Test, Serial Test, Approximate Entropy Test, Cumulative Sums (Cusum) Test, Random Excursions Test, Random Excursions Variant Test.

Программа состоит из нескольких функций и непосредственно самого расчета. Алгоритм работы программы приведен на рисунках 2-8.

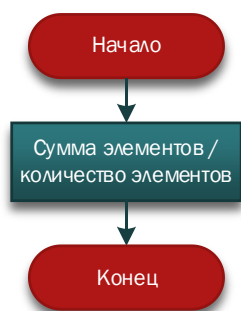


Рисунок 2. Блок-схема функции нахождения среднего значения



Рисунок 3. Блок-схема функции считывания данных

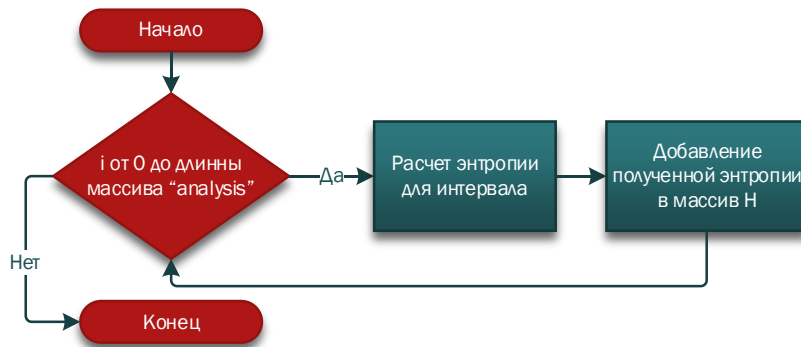


Рисунок 4. Блок-схема функции расчета энтропии для каждого интервала

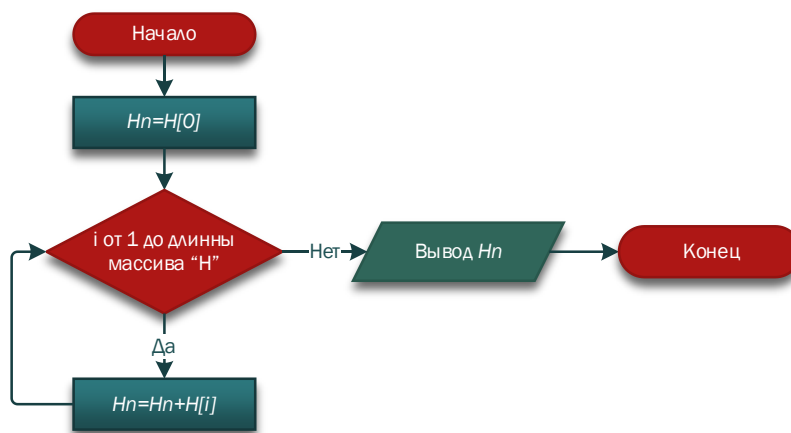


Рисунок 5. Блок-схема функции расчета энтропии маскирующего шумового сигнала

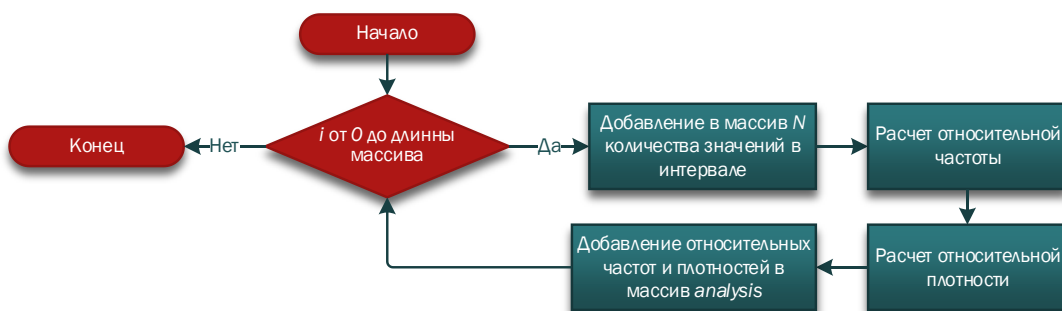


Рисунок 6. Блок-схема функции нахождения относительной частоты и плотности для интервала

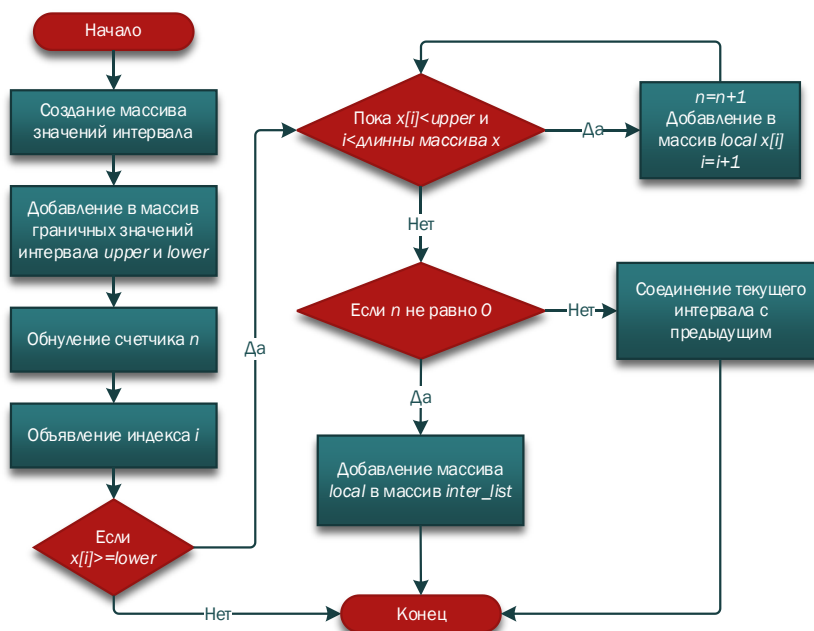


Рисунок 7. Блок-схема функции разбиения массива на интервалы

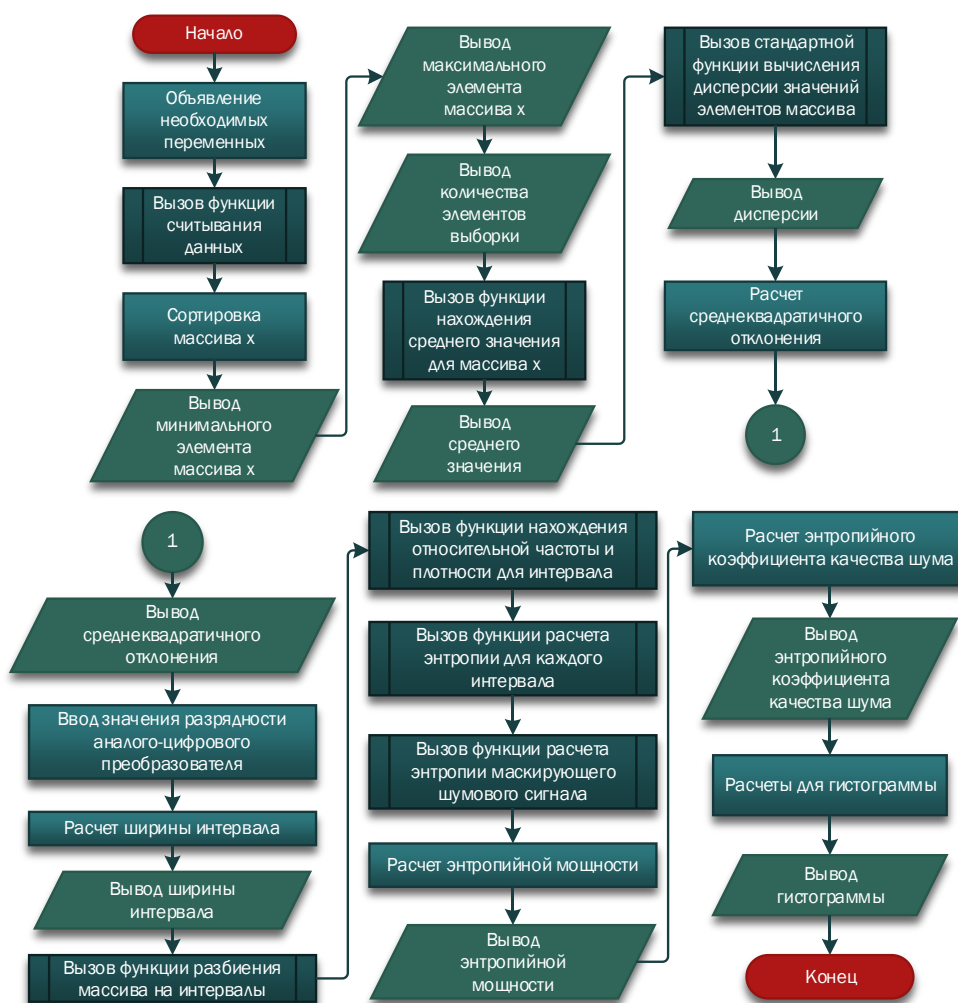


Рисунок 8. Блок-схема программы автоматизированного расчета

Ниже представлен пример результата работы программы «Freq_analyser» автоматизированного расчета энтропийного коэффициента качества маскирующих шумовых помех (рисунок 9) и расчета качества маскирующих шумовых помех с применением статистических тестов на случайность (рисунок 10). Мобильное устройство позволяет реализовать способы оценки качества маскирующих шумовых помех как на основе энтропийного коэффициента качества [7, 8, 12], так и с применением статистических методов на случайность [9].

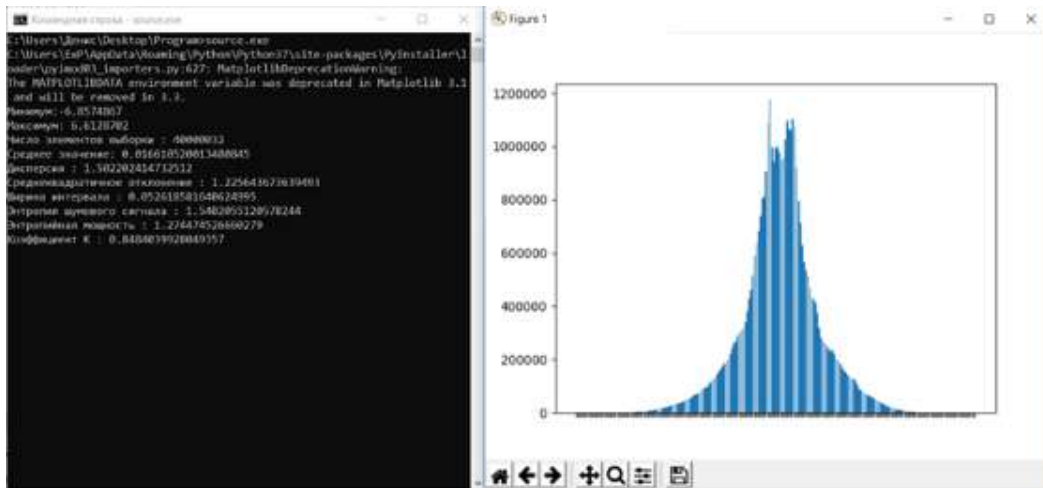


Рисунок 7. Результаты работы программы автоматизированного расчета энтропийного коэффициента качества маскирующих шумовых помех

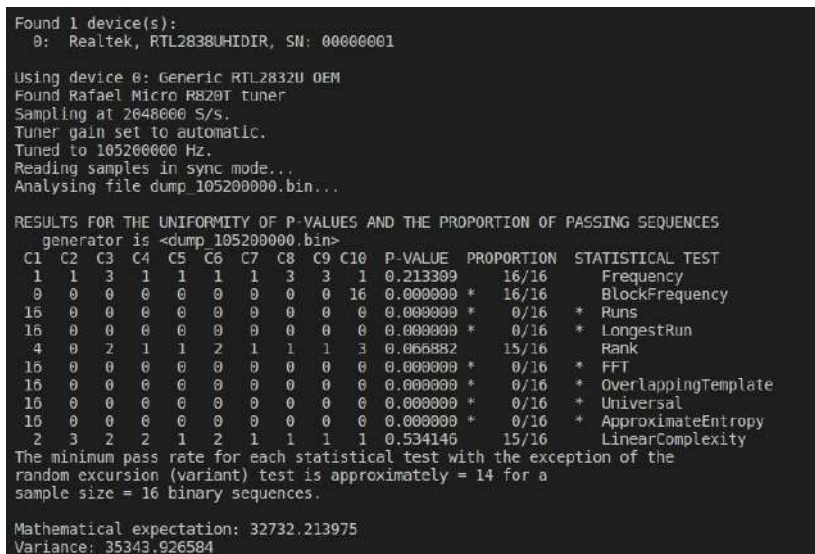


Рисунок 8. Результаты работы программы расчета качества маскирующих шумовых помех с применением статистических тестов на случайность

Заключение

Таким образом, достигаемый технический результат приводит к мобильности и автономности проведения измерений, а также к снижению себестоимости работ по оценке качества маскирующих шумовых помех, формируемых системами пространственного электромагнитного зашумления.

Предложено использование SDR-приемников для проведения измерений с дальнейшим расчетом энтропийного коэффициента качества по разработанному альтернативному методу, поиска корреляции шума в разных поддиапазонах частот, а также для применения статистических и (или) графических методов (тесты) на случайность.

Благодарность

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант, ИРН №AP08856630).

Список использованной литературы:

1 Батыргалиев А.Б., Смайлов Н.К. Обзор способов оценивания качества маскирующего шума // *Polish journal of science*. № 14 (2019), Vol. 1, Варшава, Польша. С. 33-35.

2 Патент РФ № 2346390, МПК H04B1/69. Способ оценки качества маскирующих частотно-модулированных шумовых помех / Тупота В.И., Герасименко В.Г., Бортников А.Н., Бурмин В.А., Самсонов А.А., Петигин А.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. - № 2007127237/09; заявл. 16.07.2007; опублик. 10.02.2009, Бюл. № 4. - 6 с.

3 Патент РФ № 2351076, МПК H04B17/00. Способ оценки качества маскирующих амплитудно-модулированных шумовых помех / Тупота В.И., Герасименко В.Г., Бортников А.Н., Бурмин В.А., Самсонов А.А., Петигин А.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. - № 2007127156/09; заявл. 16.07.2007; опублик. 27.03.2009, Бюл. № 9. - 6 с.

4 Патент РФ № 2353057, МПК H04B1/713. Способ оценки качества маскирующих прямошумовых помех / Тупота В.И., Герасименко В.Г., Бортников А.Н., Бурмин В.А., Самсонов А.А., Петигин А.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. - № 2007127227/09; заявл. 16.07.2007; опублик. 20.04.2009, Бюл. № 11. - 9 с.

5 Айтқазин Е.Қ., Батыргалиев А.Б. Буркелеуші шуылдың сапасын бағалау үшін SDR қабылдағышын қолдану // *Труды Сатпаевских чтений «Сатпаевские чтения - 2021»*, Том II. – Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2021. – С. 140-143.

6 Руднев П. Технологии SDR на службе у разработчиков систем // *Электроника: Наука, Технология, Бизнес*. № 7/2009. – С. 52-54.

7 Хорев А.А., Батыргалиев А.Б. Методика оценки качества маскирующих шумовых помех // *Международная конференция «Радиоэлектронные устройства и системы для инфотелекоммуникационных технологий – РЭУС-2020»*. Доклады. – М.: РНТОРЭС имени А.С.Попова, 2020. – С. 244-248.

8 Smailov N., Batyrgaliyev A., Akhmediyarova A., Seilova N., Koshkinbayeva M., Baigulbayeva M., Romaniuk R., Orunbekov M., Kabdoldina A., Kotyra A. Approaches to evaluating the quality of masking noise interference // *Intl Journal Of Electronics And Telecommunications*, 2021, VOL. 67, NO. 1, PP. 59-64.

9 Батыргалиев А.Б., Смадиева А.Г. Подходы к оцениванию качества шума генераторов пространственного электромагнитного зашумления с применением статистических методов на случайность // *Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2020 [текст]: сб. тр. II меж-дунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.3. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. - Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020; Рязань. - 162 с.: ил. - С. 130-133.*

10 Хорев А.А. Способы защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам: пространственное электромагнитное зашумление // *Специальная техника*. – М.: 2012. – № 6 – С. 37-57.

11 Землянухин П.А. Многоканальный адаптивный генератор шума для маскирования ПЭМИН // *Известия ЮФУ. Технические науки*. - 2016. - Сент. - С. 82-93.

12 Smailov N., Batyrgaliyev A., Seilova N., Kuttybaeva A., Ibrayev A. Some approaches to assessing the quality of masking noise interference of spatial noise generators // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Volume 98, Issue 17, September 2020. – PP. 3555-3574.

References:

1 Batyrgaliyev A.B., Smailov N.K. Overview of methods for estimating the quality of masking noise. // *Polish journal of science*. No. 14 (2019), Vol. 1. - Warsaw, 2019. - 52 p. p. 33-35. ISSN 3353-2389.

2 RF patent No. 2346390, IPC H04B1/69. Method for assessing the quality of masking frequency-modulated noise interference / Tupota V.I., Gerasimenko V.G., Bortnikov A.N., Burmin V.A., Samsonov A.A., Petigin A.F.; applicant and patent holder Federal State Institution State Research and Testing Institute for Problems of Technical Protection of Information of the Federal Service for Technical and Export Control. - No. 2007127237/09; dec. 07/16/2007; publ. 02/10/2009, Bull. No. 4. - 6 p.

3 RF patent No. 2351076, IPC H04B17/00. A method for assessing the quality of masking amplitude-modulated noise interference / Tupota V.I., Gerasimenko V.G., Bortnikov A.N., Burmin V.A., Samsonov A.A., Petigin A.F.; applicant and patent holder Federal State Institution State Research and Testing Institute for Problems of Technical Protection of

Information of the Federal Service for Technical and Export Control. - No. 2007127156/09; dec. 07/16/2007; publ. 03/27/2009, Bull. No. 9. - 6 p.

4 RF patent No. 2353057, IPC H04B1/713. Tupota V.I., Gerasimenko V.G., Bortnikov A.N., Burmin V.A., Samsonov A.A., Petigin A.F., method for assessing the quality of masking direct noise interference; applicant and patent holder Federal State Institution State Research and Testing Institute for Problems of Technical Protection of Information of the Federal Service for Technical and Export Control. - No. 2007127227/09; dec. 07/16/2007; publ. 20.04.2009, Bull. No. 11. - 9 p.

5 Aitkazin E.K., Batyrgaliev A.B. Burkemeleushi shuyldyn sapasyn bagalau ushin SDR kabyldaghyshyn koldanu // Proceedings of the Satpayev Readings "Satpayev Readings - 2021", Volume II. - Almaty: KazNITU named after Satpaev, 2021. - P. 140-143.

6 Rudnev P. SDR technologies in the service of system developers // Electronics: Science, Technology, Business. No. 7/2009. - S. 52-54.

7 Khorev A.A., Batyrgaliev A.B. Methodology for assessing the quality of masking noise interference // International Conference "Radioelectronic Devices and Systems for Infotelecommunication Technologies - REUS-2020". Reports. - M.: RNTORES named after A.S. Popov, 2020. - S. 244-248.

8 Smailov N., Batyrgaliyev A., Akhmediyarova A., Seilova N., Koshkinbayeva M., Baigulbayeva M., Romaniuk R., Orunbekov M., Kabdoldina A., Kotyra A. Approaches to evaluating the quality of masking noise interference // Intl Journal Of Electronics And Telecommunications, 2021, VOL. 67, NO. 1, PP. 59-64.

9 Batyrgaliev A.B., Smadieva A.G. Approaches to assessing the noise quality of generators of spatial electromagnetic noise using statistical methods for randomness // Modern technologies in science and education - STNO-2020 [text]: coll. tr. II Inter-Dunar. sci.-tech. forum: in 10 volumes. V.3. / under total ed. O.V. Milovzorov. - Ryazan: Ryazan. state radio engineering university, 2020; Ryazan. - 162 p.: ill. - S. 130-133.

10 Khorev A.A. Ways to protect informatization objects from information leakage through technical channels: spatial electromagnetic noise // Special equipment. - M.: 2012. - No. 6 - p. 37-57.

11 Zemlyanukhin P.A. Multichannel adaptive noise generator for PEMINN masking // Izvestiya SFedU. Technical science. - 2016. - Sept. - S. 82-93.

12 Smailov N., Batyrgaliyev A., Seilova N., Kuttybaeva A., Ibrayev A. Some approaches to assessing the quality of masking noise interference of spatial noise generators // Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Volume 98, Issue 17, September 2020. - PP. 3555-3574.

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

МРНТИ 14.35.09

УДК 37.026.8

<https://doi.org/10.51889/1740.2022.14.99.022>

Э.А. Абдыкеримова^{1*}, А.Б. Туркменбаев¹, С.Ш. Тілеубай²

¹Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау қ., Қазақстан

²Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

*e-mail: Abdykerimova_el@mail.ru

**ПРОГРАММАЛАУ БОЙЫНША ОЛИМПИАДАЛАРҒА ДАЙЫНДАУДА БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ
ПӘНГЕ ҚЫЗЫҒУШЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ**

Аңдатпа

Дарынды жастардың қабілеттерін дамыту бағыттарының бірі - олимпиада жұмыстарын ұйымдастыру. Мақалада білім алушыларды информатика пәнінен олимпиадаларға дайындауды ұйымдастыратын және оқытушының алдында туындайтын міндеттер қарастырылды. Программалау бойынша олимпиадаларды өткізу және оларға қатысушыларды дайындау үшін мамандандырылған интернет-ресурстар бар. Тапсырмаларды олардың үлкен саны мен күрделілігіне байланысты автоматтандыруға болады, олар қолмен орындалған кезде білім алушылардың шешім қабылдау әрекеттерін шектеуге әкеледі. Программалау тапсырмаларын автоматты түрде тексеру жүйесі осы тапсырмаларды автоматтандыру және білім алушылармен сабақтың тиімділігін арттыру құралы ретінде қарастырылды. Программалау тапсырмаларын автоматты түрде тексерудің жалпыға қол жетімді жүйелерінің әртүрлі нұсқалары (Yandex.Contest, asmp.ru (программалаушылар мектебі), informatics.msk.ru (информатика бойынша қашықтықтан оқыту) және олардың мүмкіндіктері қарастырылды. Осы жүйелердің ерекшеліктерін ескере отырып, олардың ең жақсысын таңдау негізделген (informatics.msk.ru), ол сабақтарды өткізу және білім алушылардың өзіндік жұмысын ұйымдастыру құралы ретінде ұсынылады. Мұндай жүйенің қол жетімділігі мен жоғары әлеуеті туралы қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: программалау, олимпиада, білім алушыларды олимпиадаға дайындау жүйесі, шығармашылық қабілеттер, есептерді шешу кезеңдері.

Аннотация

**ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕРЕСА ОБУЧАЮЩИХСЯ К ПРЕДМЕТУ
ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОЛИМПИАДАМ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ**

Э.А. Абдыкеримова¹, А.Б. Туркменбаев¹, С.Ш. Тілеубай²

¹Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Есенова, г. Ақтау, Казахстан

²Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Одним из направлений развития способностей талантливой молодежи является организация олимпиадной работы. В статье рассмотрены задачи, организующие подготовку обучающихся к олимпиадам по информатике и возникающие перед преподавателем. Для проведения олимпиад по программированию и подготовки к ним участников имеются специализированные интернет-ресурсы. Задания могут быть автоматизированы из-за их большого количества и сложности, что при выполнении вручную приводит к ограничению действий обучающихся по принятию решений. Система автоматической проверки заданий по программированию рассматривалась как средство автоматизации этих заданий и повышения эффективности занятий с обучающимися. Проанализированы различные варианты общедоступных систем автоматической проверки задач по программированию (Yandex.Contest, asmp.ru (школа программистов), informatics.msk.ru (дистанционная подготовка по информатике) и их возможности. С учетом особенностей этих систем обоснован выбор лучших из

них (informatics.msk.ru), которая рекомендуется как инструмент для проведения занятий и организации самостоятельной работы обучающихся. Сделан вывод о доступности и высоком потенциале такой системы.

Ключевые слова: программирование, олимпиада, система подготовки обучающихся к олимпиаде, творческие способности, этапы решения задач.

Abstract

INCREASING STUDENTS' INTEREST IN THE SUBJECT IN PREPARATION FOR PROGRAMMING OLYMPIADS

Abdykerimova E.A.¹, Turkmenbayev A.B.¹, Tileubai S.Sh.²

¹*Caspian University of Technology and Engineering named after Yesenova, Aktau, Kazakhstan*

²*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

One of the directions of developing the abilities of talented youth is the organization of Olympiad work. The article discusses the tasks that organize the preparation of students for computer science Olympiads and arise before the teacher. Specialized Internet resources are available for conducting programming Olympiads and preparing participants for them. Tasks can be automated due to their large number and complexity, which, when performed manually, leads to a limitation of the actions of students in decision-making. The system of automatic verification of programming tasks was considered as a means of automating these tasks and improving the effectiveness of classes with students. Various variants of publicly available systems for automatic verification of programming tasks are analyzed (Yandex.Contest, acmp.ru (school of programmers), informatics.msk.ru (distance training in computer science) and their capabilities. Taking into account the features of these systems, the choice of the best of them is justified (informatics.msk.ru), which is recommended as a tool for conducting classes and organizing independent work of students. The conclusion is made about the availability and high potential of such a system.

Keywords: programming, olympiad, the system of preparing students for the olympiad, creativity, stages of problem solving.

Кіріспе

Қазіргі уақытта олимпиадалық қозғалыстың жандануына байланысты білім алушыларды олимпиадаларға қатысуға дайындау процесін ұйымдастыру мәселесі маңызды бола түсуде. Оқу пәндері бойынша олимпиадалар белгілі бір ғылыми саладағы білім алушылардың зияткерлік жарыстарының бір түрі ретінде әрекет етеді, бұл білім алушылардың оқу жетістіктерінің дәрежесін анықтауға, сонымен қатар білім алушылардың алған білімдерін жоғары деңгейдегі тапсырмаларды шешу процесінде қолдана білу қабілеттерін тексеруге мүмкіндік береді. Мұндай олимпиадалар білім алушылардың шығармашылық қабілеттерін, ғылыми білімді насихаттау мақсатында ғылыми қызметке деген қызығушылығын анықтау және дамыту үшін өткізіледі. Білім алушылар үшін пәндік олимпиадалар теориялық материалды игеру мүмкіндігі мен дәрежесін ашудың тиімді құралдарының бірі болып табылады. Сондай-ақ осындай іс-шаралар білім алушыларға ақыл-ой және шығармашылық қабілеттерін дамытуға көмектеседі. Пәндік олимпиадаларға қатысу білім алушылардың дайындық бағыттарына сәйкес қабілеттерін жоғары деңгейде дамытуға ықпал етеді. Білім алушыларды олимпиадаға қатысуға дайындау процесін ұйымдастыру оқытушының өзін дайындаудан басталады. Білім алушыны олимпиадаға дайындау процесінде оқытушыға бетпе-бет келетін негізгі мәселелер:

- білім алушыны олимпиадаға қатыстыру үшін өз қызметін дұрыс ұйымдастыруға үйрету;
- осы іс-шаралардың өткізілу нысандарын меңгеру;
- олимпиадаларға қатысушыларға ұсынылатын есептерді шешу алгоритмдерін зерделеу;
- программалау тілдерімен жұмыс істей білу;
- білім алушылар олимпиадаларда шешуі қажет тапсырмаларды меңгеру және тексеру уақыты.

Зерттеу әдістемесі

Білім алушылардың информатика бойынша IOI (International Olympiad in Informatics) халықаралық олимпиадасы 1989 жылдан бері өткізіліп келеді. Қатысушылар жеке жарысады. 2021 жылы елдердің жалпы саны 88 болды. Есепті шешу үшін программаны C++, Pascal (2019 дейін) немесе Java (2021 дейін) тілінде жазу керек. Информатика және программалау бойынша жарыстардың танымалдығы тез өсуде. Олардың демеушілері - Microsoft, IBM, Google сияқты ірі корпорациялар.

Зерттеулер көрсеткендей, білім алушының информатика бойынша олимпиадаларға сәтті қатысуы білімнің болуына кепілдік береді [1]:

- компьютерлік техниканың техникалық сипаттамалары;
- танымал операциялық жүйелердің негізгі функциялары;

- алгоритмдердің негізгі түрлері;
- тізбесін олимпиадаларды ұйымдастырушылар тікелей бекітетін бір немесе бірнеше программалау тілдерінде есептер шығара білуі.

Сонымен қатар, олимпиадаға тікелей қатысатын білім алушының дағдылары болуы керек:

- қазіргі заманғы операциялық қабықтарда жұмыс істейтін алдыңғы қатарлы компьютерлік техникамен, оларға енгізілген программалау жүйелерімен жұмыс істеу;
- компьютерлік техника параметрлері бойынша бар шектеулерді тиімді айналып өту;
- белгіленген техникалық-мазмұндық шектеулерді ескере отырып, міндеттерді ауызша қоюдан оларды формальды сипаттауға көшу;
- тәжірибеде негізгі алгоритмдерді қолдану;
- заманауи программалық өнімдерді жөндеу және тестілеу әдістерін қолдану.

Көп жылдық тәжірибені талдау мектеп білім алушыларын олимпиадаларға қатысуға дайындау процесінде басты мәселе «информатика» курсының «Алгоритмдеу және программалау» бөлімі білім алушыларға көрсетілген тақырыптар бойынша аз ғана материалды игеруге мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде мектеп білім алушыларының информатика пәні бойынша олимпиадаларға жеткіліксіз дайындығына әкеледі.

Информатика олимпиадаларының есептерін шешу - бұл жеке оқу бөлімі. Бұл бөлім өзінің теориялық және практикалық мазмұны бойынша білім беру процесінің шеңберінен тыс. Осындай тапсырмалар жоспарын шешу үшін білім алушы белгілі бір дайындық деңгейіне және осы пән саласындағы білім базасына ие болуы керек. Осыған байланысты пәндік олимпиадаларға қатысушыларды сапалы дайындауға және олардың жеңісіне қызығушылық танытқан көптеген оқытушылар сабақтан бос уақытында қосымша сабақтар өткізе бастады. Әдетте, мұндай сабақтар элективті курстар немесе пәндік үйірмелер түрінде жүзеге асырылады.

Білім алушыларды пәндік олимпиадаларға қатысуға жалпы дайындау келесі әрекеттерді қамтиды:

- дарынды білім алушыларды іріктеу;
- білім алушыларды информатика бойынша даярлау деңгейін анықтау үшін тестілеу;
- алдыңғы қатарлы компьютерлік техникамен жұмыс істеу білігін дамыту;
- программалаудың негізгі тілдерінің бірін меңгеру;
- олимпиадалық есептерді шешу үшін қажетті алгоритмдерді меңгеру;
- белгілі алгоритмдерді шешудің әртүрлі тәсілдерін зерттеу;
- программалардың тиімділігін талдау;
- программалық өнімдерді тестілеу тәсілдерін меңгеру;
- компьютерде программалық өнімдерді жазу және баптау тәсілдерін әзірлеу [2].

Информатика пәні бойынша олимпиадаларға қатысатын білім алушыларды сапалы даярлау мәселелерін шешу үшін 3-6 білім алушыға дейінгі шағын топтарда қосымша сабақтар өткізу қажет. Сабақ барысында білім алушылардың дайындық дәрежесін ескеру қажет. Сонымен қатар, дәрістер мен практикалық сабақтар оқу үдерісін ұйымдастырудың формалары бола алады. Әрбір жеке тақырып бойынша оқыту бірнеше кезеңнен тұруы мүмкін.

Бірінші кезең – бұл дидактикалық бірлік аясында жүзеге асырылатын дәріс сабағы. Әдетте, бұл кезең пәндік аймақтың теориялық негіздерін игеруден басталады. Ол үшін осы типтегі есептерді шешудің негізгі алгоритмдеріне талдау жасалады. Күндізгі оқыту кезінде мұндай мәселелерді шешу алгоритмін игеру оқытушының тікелей басшылығымен игеріледі. Оқытудың басқа түрінде - қашықтықтан, материалдарды зерттеуді білім алушылар дербес жүзеге асырады.

Екінші кезең – практикалық. Зерттелген материалдың даму деңгейін тексеру үшін тапсырмалар жүйесіне бірқатар қосымша типтік тапсырмалар енгізіледі. Оларды білім алушылар шағын топпен өзара әрекеттесу аясында оқытушының қатысуымен дайындық деңгейіне байланысты түсінеді. Мұндай міндеттерді қарау барысында оқытушы мен білім алушылар тапсырмалардың шарттарын қарастырады, олардың жеткіліктілігін немесе артықтығын белгілейді.

Үшінші кезең – зертханалық семинар. Зертханалық сабақтар барысында білім алушыларға стандартты емес бірқатар мәселелерді өз бетінше шешу ұсынылады. Білім алушылардың тапсырмаларын олар үшін максималды қиындық деңгейінде шешу үшін, зертханалық сабақтар үшін оқытушы 3 санаттағы тапсырмаларды таңдайды:

- білім алушыларға оларды өз бетінше шешуге мүмкіндік беретін күрделілік деңгейі бар міндеттер;

- орташа дайындық дәрежесі бар білім алушылар ғана шеше алатын күрделілік деңгейі бар міндеттер;

- дайындық деңгейі жоғары білім алушылардың белгілі бір шеңбері ғана шеше алатын қиындық деңгейі бар міндеттер [3].

Мұндай әдіс білім алушыларды информатика пәнінен олимпиадаларға дайындау кезінде туындайтын мәселелерді келесі дидактикалық жағдайлардың сақталуына сүйене отырып шешуге мүмкіндік береді:

- информатиканың негізгі бөлімдерін қамтитын және информатикадан олимпиадалық тапсырмалар негізінде құрылған қалыптасқан міндеттер жүйесінің болуы;

- білім алушылардың қол жеткізген дайындық деңгейіне сәйкес оқу үдерісіне түзетулер енгізуге мүмкіндік беретін міндеттер жүйесін пайдалану;

- білім алушылардың программалау саласындағы білім деңгейін үздіксіз қадағалау;

- динамикалық шағын топтардағы жұмыс арқасында білім алушылардың қабілеттерін олар үшін барынша жоғары деңгейде көрсету мүмкіндігі;

- оқытушыда білім алушыларды информатика пәні бойынша олимпиадаларға дайындау тәжірибесінің болуы;

- білім алушыларды күндізгі және қашықтықтан оқытуға арналған программалық және материалдық-техникалық базаның болуы [4].

Білім алушыларды пәндік олимпиадаларға қатысуға дайындау процесінде көптеген түрлі оқыту әдістерін қолдануға болады. Барлық осы әдістерді оқытушы қосымша сабақтар кезінде қолдана алады. Бұл білім алушыларға зерттелетін материалды неғұрлым қысқа мерзімде тиімді игеруге мүмкіндік береді. Білім алушыларды информатика бойынша олимпиадаларға қатысуға дайындау кезіндегі практикалық сабақтар шағын оқу-жаттығу топтарында өткізіледі. Мәселелерді топтық шешу кезінде оқытудың белсенді әдістері жиі қолданылады, атап айтқанда ми шабуылы. Бұл жағдайда топ мүшелері өздеріне жүктелген міндеттерді шешу үшін өз идеялары мен ойларын айтады. Әдетте, ми шабуылы уақытпен шектеледі және 3-5 минуттан аспайды. Оқытушы әр ойды тақтаға жазады. Миға шабуыл процесінде білім алушылар ұсынылған шешімдер туралы, олардың алдына қойылған міндеттер туралы айта алмайды. Келесі кезеңде оқытушы осы идеялардан тізім жасайды, оның негізінде топпен бірге әр идеяны бағалайды және оларды басымдықтарға ие етеді.

Білім алушылардың өзіндік жұмысы алған білімдерін тереңдетуге арналған. Практикалық тапсырмаларды орындау бойынша өз бетінше немесе үй тапсырмасы білім алушыларға оқу және зерттеу дағдыларын дамытуға көмектеседі. Өзіндік жұмыс үшін жеке тапсырмалар жасалады, олар көлемі, күрделілігі, шығармашылық бағыты, орындалу мерзімі бойынша ерекшеленеді.

Білім алушылардың дайындығын бақылау үшін сараланған бақылау әдістері қолданылады (деңгейлік тапсырмалар немесе таңдау бойынша тапсырмалар). Информатика пәні бойынша олимпиадаларға дайындық кезінде алған білімдерін аралық бақылау жүргізу үшін білім алушылар қашықтықтан программалау бойынша Интернет-олимпиадаларға қатыса алады.

Демек, білім алушыларды информатика олимпиадаларына дайындаудың ұқсас әдісі олардың шығармашылық әлеуетін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, олимпиадаға қатысушыларды сапалы дайындау мәселелерін тиімді шешуге және білім алушылардың дарындылығын дамыта оқыту жүйесінде дамытуға мүмкіндік береді.

Олимпиадаларға дайындықтың осы әдісін информатика оқытушыларының, олимпиадаларға қатысушыларды және олимпиадаларға қатысатын білім алушылардың алдында тұрған мәселелерді шешу үшін қолдануға болады. Ұсынылған әдіс тек аудандық олимпиадаға дайындалуға ғана емес, сонымен қатар жоғары деңгейдегі олимпиадаларға да көмектеседі.

Қазақстанда информатика бойынша олимпиадалар сәйкесінше мектеп және студенттік деңгейде өткізіледі. Алдағы олимпиадалар туралы толық ақпарат «Қазақстан пәндік олимпиадаларда» <http://www.matol.kz/news> сайтында жарияланады.

Жұмыста мәселелерді шешудің кейбір жалпы ұстанымдары көрсетілген. Бұл идеялар мен әдістер тек дайындалған қатысушылар үшін ғана емес, сонымен қатар тапсырмаларды құрастырушылар үшін де негізгі болып табылады. Бұл үшін олимпиадалар кейде сынға ұшырайды. Алайда, бұл программалау жарысы адам қызметінің басқа салаларынан айтарлықтай ерекшеленбейді. Егер жарыстың әртүрлі кезеңдерінде түбегейлі әр түрлі тапсырмалар берілсе, онда іріктеу турлары мағынасын жоғалтады. Барлық кезеңдерде - ширек финалда, жартылай финалда және финалда жылдан-жылға міндеттердің

сипатын түбегейлі өзгерту мүмкін емес. Бұл қажет емес, өйткені бұл жағдайда чемпионатты кім анықтайтыны белгісіз. Қазіргі таңда студенттік әлем чемпионаты ACM ICPC (ICPC - программалаудың ең үлкен студенттік командалық олимпиадасы) форматындағы тапсырмаларды командалық шешуде үздіктерді іріктейді. Бұл жарыстарда команда үш адамнан тұрады, оған 8-12 мәселені шешу үшін бес сағатқа бір компьютер беріледі.

Әркім бір нәрсені сындарлы түрде талқылап, бірлесіп шешім қабылдай алмайды. Командалық олимпиадалар мұны үйретеді. Олар адамдарды естуге, олардың күшті және әлсіз жақтарын, жеке ерекшеліктерін ескеруге үйретеді. Егер сіз АСМ командасын басқаруды үйренген болсаңыз, онда бұл сіздің болашақ менеджментіңізге қосылады. Белгілі бір дәрежеде бұл тек студенттік олимпиадалардың командасы туралы ғана емес: көптеген ақылды жастардың өзіндік әлеуметтік мінез-құлқы бар, қоғамдағы қарым-қатынас оларға пайдалы. Олар «әлеуметтенеді».

Информатика пәнінен олимпиадалық есептерді шешу кезеңдері:

- мәселенің мазмұнды қойылуы;
- міндеттің шарттарын оқу;
- есепті шешу алгоритмін құру;
- алгоритмді программалық іске асыру;
- программаны баптау және тестілеу;
- шешімді тексеруге, есептеулер жүргізуге, алынған нәтижелерді талдауға және тексеруге жіберу;
- жалпы қорытынды [5].

Информатика пәнінен олимпиадалық есептерді шешудің кезеңдерін бөліп көрсетейік.

1. Мәселенің мазмұнды тұжырымы. Бұл кезеңде динамикалық сұлбаны құру ұсынылады – ол көптеген жағдайларда іс жүзінде туындаған жағдайды қалпына келтіруге көмектеседі, мәселенің жағдайын түсінуді және оның шешімін табуы жеңілдетеді. Мұнда білім алушылармен белгілі және белгісіз шамаларды қарастыра отырып, оларды тек тар тақырыпта ғана емес, сонымен қатар пәнаралық тұрғыдан да қарастыру.

2. Міндеттің шарттарын оқу. Осы кезеңдегі оқытушы жұмысының басты мақсаты - білім алушылармен бірге оны шешудің негізінде бастапқы есеп жағдайының математикалық моделін құру. Біз математикалық модель негізделетін болжамдарды нақты түрде бөлеміз, нәтижелерді бастапқы деректермен байланыстыратын қатынастарды белгілейміз. Осы қатынастарды дұрыс түсіндіру үшін «жүйені құрайтын» сұрақтар қолданылады, олардың талқылануы дисплейдегі бастапқы үлгіні немесе сұлбаны мүмкіндігінше барабар түрлендірумен бірге жүруі керек.

3. Есепті шешу алгоритмін құру. Бұл кезеңде алгоритмді жобалау әдісін таңдауды қамтитын алгоритм жасалады, алгоритмді жазу формасын таңдау, алгоритмнің өзін жобалау. Топтағы барлық қатынастарды талқылау және ұғымдар арасындағы қатынастардың болуы мен сипатын түсіну, білім алушылар осы мәселені шешу алгоритмін құруға салыстырмалы түрде өз бетінше бара алады.

4. Программалық іске асыру. Мұнда біз компьютерде осы есепті шешудің мүмкін нұсқаларын бірге талқылаймыз. Есептің шешімін тиімділік, қарапайымдылық және әмбебаптығы бойынша әртүрлі баламаларды салыстыра отырып, әртүрлі тәсілдермен жүзеге асыруға тырысу ұсынылады.

5. Программаны баптау және тестілеу. Тестілеу және күйін келтіру мыналарды қамтиды: синтаксистік баптау бойынша жеке жұмысты, программаның семантикасы мен логикалық құрылымын баптауды, тестілік есептер мен тестілеу нәтижелерін талдауды, сондай-ақ программаны жетілдіруді қамтиды.

6. Шешімді тексеруге, есептеулер жүргізуге, алынған нәтижелерді талдауға және тексеруге жіберу.

7. Қорытынды. Бұл кезеңде білім алушылардың тапсырманы шешудің әртүрлі әдістеріне бірлескен талдау жасалады, білім беру мақсатындағы программалық құралдарды қолдана отырып, есепті шешудің тиімді әдісін таңдауды негіздеу. Білім алушылардың дайындық деңгейіне байланысты олимпиадалық сипаттағы есепті шешу үдерісінің қарастырылған құрылымын әртүрлі модификацияларда және оқытушының әр түрлі дәрежесінде жүзеге асыруға болатындығы [5].

Көптеген ірі IT-компаниялар компьютерлердің күнделікті міндеттері үшін жаңа шешімдерді іздеуге мүдделі, сондықтан олар программалауды және онымен байланысты ғылым салаларын ұнататын талантты адамдарды іздеу үшін олимпиадалар өткізеді. Мұндай ең үлкен олимпиадалар - Google Code Jam, Яндекс. алгоритм және ACM ICPC.

Google Code Jam - Google өткізетін халықаралық программалау жарысы. Бәсекелестік алгоритмдік есептер жиынтығынан тұрады, оларды белгіленген уақытта шешу керек.

Яндекс 2011 жылдан бастап программалауды қолдап, халықаралық жарыстар өткізуде. Алгоритм бағытында ашық онлайн-чемпионат: Java, Python, Kotlin, C#, C / C++, Go, Rust программалау тілдерінде. 2020 жылы ол жеке трек түрінде оралды, ал Яндекс әзірлеушілері, программалау олимпиадаларының қатысушылары оған тапсырмаларды дайындауға қатысады.

Елдер мен адамдарды қамту бойынша ең ірі жарыстар, жыл сайын Microsoft және IBM компанияларының қолдауымен ұйымдастырылады. Программалаудың халықаралық студенттік олимпиадасы (ағылшын тілінде ICPC қысқартуы қабылданған, 2017 жылға дейін - ACM ICPC), сонымен қатар ICPC - программалаудың ең үлкен студенттік командалық олимпиадасы деп аталады. ICPC программалау бойынша студенттік командалық әлем чемпионаты 1970 жылы Техас университетінде өткен жарысқа негізделген. Чемпионат өзінің қазіргі келбетін 1977 жылы қабылдады, бірінші финал жыл сайынғы информатика бойынша ACM конференциясы аясында өтті, содан бері жыл сайын өткізіліп келеді. Ресей, Әзірбайжан, Армения, Белоруссия, Грузия, Қазақстан, Қырғызстан, Өзбекстан жыл сайын финалдық турнирге өзінің үздік командаларын жібереді. Қазіргі уақытта олимпиада бүкіләлемдік жарысқа айналды: 2019 жылы оған 110 елдің атынан 3233 оқу орнынан 52 7097 қатысушы қатысты. 135 команда финалдық турнирдегі басты олжа үшін күреске түсті. Командалар саны жылына 10-20%-ға өсуде. Бұл қызықты зияткерлік жарыста, қатысушыларға компьютер арқылы шектеулі уақыт ішінде бір немесе бірнеше алгоритмдік есептерді шешу ұсынылады. ACM ICPC стандарты - командалық жарыстың форматы. Үш адамнан тұратын командаға бір компьютер және 5 сағат ішінде шешуге тиісті тапсырмалар жиынтығы беріледі. Команда өзі жасаған программаны тестілеу жүргізілетін тесттер жиынтығын алдын-ала білмейді. Компьютердің жедел жадының ең аз мөлшерін жұмсай отырып, ең аз уақыт ішінде мүмкіндігінше көп тапсырмаларды шешетін команда жеңіске жетеді. Бұл жарыстарға қатысу үшін бірнеше іріктеу кезеңдерінен өту керек, олардың біріншісі – университет ішілік.

Ол үшін Freesoftware жүйесінде қол жетімді тестілеу жүйелерін пайдалануға болады. Олимпиадалық тапсырмаларды тестілеу үшін қол жетімді жүйелерді іздеу кезінде ең көп тарағандары, атап айтқанда: Ejudge, PCMS2, ACM Server, TSystem.

Ejudge - бұл шешімдерді автоматты түрде тексеруді қажет ететін әртүрлі іс-шараларды өткізуге арналған жүйе. Бұл өте қуатты жүйе, программалау олимпиадаларын өткізуге арналған көптеген параметрлер бар. Жүйеде ACM ICPC стандарттары бойынша тексеру мүмкіндігі бар. Университет ішілік олимпиадада оны қолданудың ең маңызды кемшілігі - оны тек Linux операциялық жүйесінде қолдануға болады [6].

PCMS2 - қазіргі уақытта жаңартылмайды және қолдау көрсетілмейді, оған үлкен жүктеме кезінде сервермен проблемалар жеткілікті. Еркін қол жетімді құжаттама жоқ, бұл оның басты кемшілігі, өйткені орнату толығымен әкімшінің иығына түседі және өте қиын.

ACM Server - бұл басқарушы тарапынан жұмыс істеу және конфигурациялау үшін ең оңай программа, бұл жүйенің жалғыз кемшілігі - басқарушы әр контекст үшін бөлек плагин жазып, оларға тапсырмалар мен сынақтарды қайта жүктеуі керек.

TSystem - бұл саладағы ең көне жүйенің бірі. Жүйе әлсіз қорғанысқа ие және әр тапсырманы HTML форматында жасау керек, бұл өте қиын. Бұл жүйенің басты кемшілігі - программалау тілдері үшін заманауи компиляторларға қолдаудың болмауы [7-10].

Информатика пәні бойынша интернет-олимпиада маңызды білім беру іс-шарасы болып табылады, оны ұйымдастыру білім алушылардың білім беру дайындығының жас деңгейін ескере отырып, міндеттер құруды, олимпиаданы өткізу регламентін әзірлеуді және нәтижелерін бағалауды, материалдық-техникалық базаны қамтамасыз етуді қамтиды.

2020 жылғы эпидемиологиялық жағдай көптеген процестердің, оның ішінде білім беру саласындағы процестердің электрондық ақпараттық ортаға ауысуына себеп болды. Осының салдары интернет технологиялары арқылы болашақ үміткерлер болып табылатын университеттер мен білім алушылардың өзара әрекеттесуін дамыту. Қашықтықтан өткізу қажеттілігі туындаған бұқаралық білім беру іс-шараларының қатарына информатика пәні бойынша білім алушылардың олимпиадалары да кіреді. Осыған байланысты әр түрлі жоғары оқу орындары мен мектептердің білім алушыларының олимпиадаларын ұйымдастырудағы және білім алушыларды олимпиадаларға дайындау саласындағы оқытушылардың тәжірибесін зерттеу және дамыту қажеттілігі туындайды.

Білім алушыларды олимпиадаларға дайындауда программалау мәселелерінің шешімдерін автоматтандырылған тексерудің ақпараттық жүйесін қолданудың маңыздылығын атап өтуге болады.

Олимпиадаларға дайындалуда мынадай сайттарды пайдалануға болады: acmp.ru, informatics.msk.ru, codeforces.com және т.б., онда бір жағынан олимпиада деңгейінің көптеген міндеттері бар, ал екінші жағынан, әр білім алушы үшін тестілеу жүйесі шешімдердің бағаларынан рейтингтік бағаны қалыптастырады. Codeforces - бұл программалау жарыстары өтетін веб-сайт. Оны ITMO университетінің бәсекеге қабілетті программашылар тобы қолдайды. Авторлар білім алушының назарын бәсекелестік әсер арқылы олимпиадалық программалауға деген қызығушылықты дамытуға аударады.

Кіріктірілген рейтинг жүйесі бар сайттардан басқа (acmp.ru, stepik.org), сіз онсыз бірқатар интернет-ресурстарды пайдалана аласыз (мысалы, Yandex.Contest). Сипатталған бәсекелестік әсерге сыныпта өзінің рейтингтік жүйесін енгізу арқылы қол жеткізуге болады. Мұны мамандандырылған ресурстың көмегімен жасауға болады немесе кез-келген кеңсе өнімінде (бұлтты қызметтерді қоса) қарапайым электрондық кестені сақтауға болады. Сондай-ақ, білім беру үдерісін геймификациялау ресурстарын пайдалануға болады, онда әр қатысушыға шешілген тапсырма үшін сыйақы беріледі. Бұл жағдайда сіз шешімнің болу фактісін ғана емес, сонымен бірге білім алушының осы шешімді қорғауға және басқаларға түсіндіруге қабілеттілігін ескере аласыз.

Қазіргі уақытта білім алушылардың информатика бойынша көптеген олимпиадаларында программалау тапсырмалары бар. Сонымен қатар, мұндай мәселенің шешімі кез-келген кіріс үшін дұрыс жұмыс істейтін программаны алу ғана емес, сонымен бірге оны іске асыруға жұмсалған уақыт үшін де, жұмсалған жад үшін де тиімді ету болып табылады. Білім алушыларды информатика пәнінен олимпиадаларға дайындау бойынша курстар өткізетін оқытушының бірқатар міндеттері бар:

- программа жұмысының дұрыстығын және шешім логикасының дұрыстығын тексеру;
- программаның ең нашар орындалу уақытын белгілеңіз (ең үлкен көлемде және кіріс саны бойынша);
- мәселені шешуге жұмсалған ресурстарды бағалаңыз (мысалы, тек реттілік сомасын есептеу кезінде барлық сандарды массивке сақтаудың қажеті жоқ).

Осы міндеттердің барлығын білім алушы ұсынған әрбір шешім үшін орындау қажет. Нәтижесінде білім алушылардың жұмысын тексеру ұзақ уақытты алады. Сонымен қатар, көбінесе белгіленген талаптарды қолмен тексеру әдісімен оқытушы білім алушыларды тек бір шешіммен шектеуге мәжбүр болады [11, 12]. Программалау мәселелерінің шешімдерін тексеру үшін әртүрлі онлайн ресурстар бар. Шын мәнінде, бұл ресурстар екі рөл атқарады. Бір жағынан, бұл әртүрлі тақырыптарға арналған программалау тапсырмаларының жинақтары. Екінші жағынан, осы сайттарға тіркелу кезінде пайдаланушы осы тапсырмалардың шешімдерін серверге жіберуге мүмкіндік алады. Бұл шешімдер серверде орнатылған және конфигурацияланған автоматты тексеру жүйесінде тексеріледі. Пайдаланушыға шешімді тексеру нәтижесі қайтарылады. Мұндай сайттар, әдетте, әр тапсырма үшін жіберілген шешімдердің тарихын сақтауға мүмкіндік береді. М.Б. Рубцова мен У.В. Исакованың жарияланымында осындай қызметтердің бірі – Yandex.Contest көрсетілген. Бұл жүйеде кез-келген нақты тапсырмаға жүгінуге мүмкіндік жоқ. Программалау бойынша барлық міндеттер «контесттерге» біріктірілген және мәселені ол тіркелген тапсырмаларға қосылу арқылы ғана шешуге болады [13-15].

Тиімсіз шешімдерді анықтауға арналған олимпиадалық программалау тапсырмалары үшін тесттерді автоматтандырылған түрде генерациялау әдісі ұсынылады. Бұл әдіс генетикалық алгоритмдерді қолдануға негізделген. Интернет-мұрағаттан олимпиадалық тапсырмаға жаңа тесттер жасау үшін ұсынылған әдісті қолдану сипатталған - acm.timus.ru.

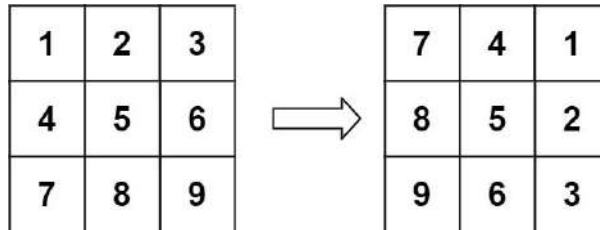
Жарыстарды жоғары деңгейде өткізу міндеттерді сапалы дайындауды көздейді. Бұл процесс болашақ тапсырмалар үшін қызықты идеяларды таңдауды, шарттар мен шешімдерді жазуды, сонымен қатар тесттер құруды қамтиды. Бұл жұмыс тиімсіз шешімдерге қарсы автоматтандырылған тест құрастырудың жаңа әдісін ұсынады - мұндай шешімдер әрдайым дұрыс жауап береді, бірақ кейбір сынақтар уақыт немесе жад шектеулеріне сәйкес келмейді. Тапсырма жағдайында кіріс деректеріне кейбір шектеулер қойылады. Алайда, көптеген тапсырмалар үшін осы шектеулерді қанағаттандыратын барлық мүмкін тесттерде шешімді тестілеу мүмкін емес, өйткені мұндай сынақтардың саны тым көп. Осыған байланысты, барлық мүмкін сынақтардың ішінен кейбір шешімнің дұрыс екенін анықтауға мүмкіндік беретіндерді ғана таңдау керек. Алайда, Райс теоремасына сәйкес, бұл тапсырма жалпы жағдайда алгоритмдік тұрғыдан шешілмейді. Демек, белгілі бір дәрежеде шешімнің дұрыстығын растауға мүмкіндік беретін тесттер жиынтығын таңдауға болады. Тесттерді дайындаудың мақсаты – бұл сенімділікті мүмкіндігінше үлкен ету.

Зерттеу нәтижелері

Сонымен қатар, қазіргі технологиялар қарқынды дамып келе жатқан заманда, білім алушылардың сабақтан тыс өзін-өзі жетілдіру құралдары немесе онлайн платформалар өте көп. Программалық есептерді шешу дағдысын жетілдіру үшін бірнеше сілтемелермен бөліспекпіз: acmp.ru (жаңа бастамалар үшін программалық есептер жиынтығы), leetcode.com (алгоритмдік программалық есептер жиынтығы), codeforces.com (әр түрлі деңгейдегі олимпиада есептері мен шешімдері), habr.ru (информатика құралдарына байланысты туындаған сұрақ-жауап форматындағы платформа).

Есеп 1. Суретті айналдыру. Сипаттамасы: Суретті білдіретін екі өлшемді $N \times N$ 2D матрицасы берілген, суретті сағат тілімен оңға 90 градусқа бұраңыз. Суретті орнында бұру керек, яғни кіріс матрицасын тікелей өзгерту керек. Қосымша деректер құрылымы мен қорын қолдануға тыйым салынады.

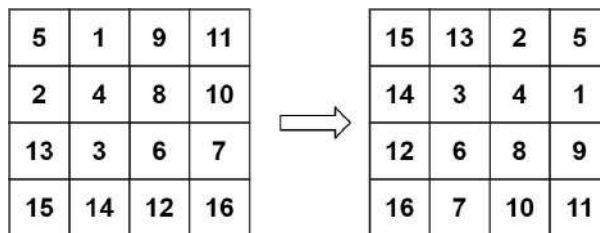
Мысал 1:



Кіріс мәндер: $matrix = [[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]]$

Шығыс мәндер: $[[7,4,1],[8,5,2],[9,6,3]]$

Мысал 2:

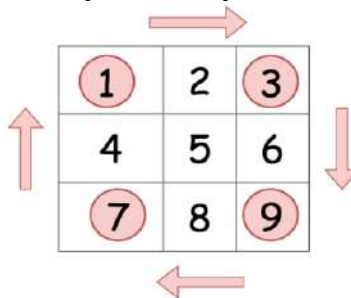


Кіріс мәндер: $matrix = [[5,1,9,11],[2,4,8,10],[13,3,6,7],[15,14,12,16]]$

Шығыс мәндер: $[[15,13,2,5],[14,3,4,1],[12,6,8,9],[16,7,10,11]]$

Шешім 1: Төрт ұяшықты топтарды айналдыру

Суретті бұрған кезде ұяшықтардың топтарға қалай ауысатынына назар аударайық.



Төрт ұяшықтың әр тобын сұрыптап, оларды айналдырамыз. Матрицаны сыртқы қабаттан бастап, ішке қарай жылжи отырып бұрамыз. Егер біз сыртқы қабаттан орталыққа баратын болсақ, онда $N/2$ қабатты итерациялау керек. Сыртқы қабаты $l = 0$, екінші қабаты $l = 1$, үшінші қабаты $l = 2$ болсын және т.с.с. Осылай l қабаты $N - 1 * 2$ элементтен тұрады (өйткені біз қабатқа өткен сайын жоғарғы сыртқы жолды, төменгі сыртқы жолды, сол жақ сыртқы бағанды және оң жақ сыртқы бағанды алып тастаймыз). Қабаттағы элементтер саны m -ге тең делік. Содан кейін біз алғашқы $M-1$ элементтерін бұрамыз (m -ші элементті бұрудың қажеті жоқ, өйткені 0-ші элемент m элементін ауыстырады). Айналдыруды орындау үшін біз 4 нүктені аламыз (жоғары оң, жоғарғы сол, төменгі оң және төменгі сол):

1. top left -> top right
2. top right -> bottom right
3. bottom right -> bottom left
4. bottom left -> top left

Төрт нүктеде бір бұрылыс жасағаннан кейін, келесі төрт элементтің жиынтығын бұру үшін жоғарыдағы қадамдарға сай нүктелердің координаттарын таңдап аламыз.

```
class Solution {
public:
    void rotate(vector<vector<int>>& matrix) {
        int n = matrix.size();

        for (int l = 0; l < n/2; ++l) { // For each layer of the matrix
            int layerLength = n - l*2;

            int topLeftX = l;
            int topLeftY = l;

            int topRightX = l;
            int topRightY = l + layerLength-1;

            int bottomRightX = l+layerLength-1;
            int bottomRightY = l+layerLength-1;

            int bottomLeftX = l+layerLength-1;
            int bottomLeftY = l;

            for (int j = 0; j < layerLength-1; ++j) {
                int topLeft = matrix[topLeftX][topLeftY];
                int topRight = matrix[topRightX][topRightY];
                int bottomRight = matrix[bottomRightX][bottomRightY];
                int bottomLeft = matrix[bottomLeftX][bottomLeftY];

                matrix[topLeftX][topLeftY] = bottomLeft;
                matrix[topRightX][topRightY] = topLeft;
                matrix[bottomRightX][bottomRightY] = topRight;
                matrix[bottomLeftX][bottomLeftY] = bottomRight;

                topLeftY++;
                topRightX++;
                bottomRightY--;
                bottomLeftX--;
            }
        }
    };
};
```

Шешім 2: Жол мен бағанды ауыстыру

Бұл шешім бірінші шешімнен қарағанда қарапайым. Мұнда біз матрицаның жолдарын бағандарға айналдырамыз, нақтырақ айтсақ әр жолдың әр элементін баған элементімен алмастырамыз. Содан кейін әр жолды теріс айналдырамыз. Уақыт күрделілігі: $O(n^2)$.

```
class Solution {
public:
    void rotate(vector<vector<int>>& matrix) {
```

```
int n = matrix.size();

for(int i=0; i<n; i++)
    for(int j=0; j<i; j++)
        swap(matrix[i][j], matrix[j][i]);

for(int i=0; i<n; i++)
    reverse(matrix[i].begin(), matrix[i].end());
}
};
```

Есеп 2. Нөлдерді жылжыту. Сипаттамасы: Nums массиві ретінде бүтін сандар тізбегі берілген. Сандар реттілігін сақтай отырып, барлық нөлдерді тізбектің соңғы жағына жылжытыңыз.

Ескерту: мұны қосымша массивтің көмегінсіз жасау керек.

Шектеулер:

$1 \leq \text{nums.length} \leq 10^4$

$-2^{31} \leq \text{nums}[i] \leq 2^{31} - 1$

Мысал 1:

Кіріс мәндер: $\text{nums} = [0,1,0,3,12]$

Шығыс мәндер: $[1,3,12,0,0]$

Мысал 2:

Кіріс мәндер: $\text{nums} = [0]$

Шығыс мәндер: $[0]$

Шешім 1:

```
void moveZeroes(vector<int> & nums) {
    int n = nums.size();
```

```
    // Нөлдер санын есептеу
```

```
    int numZeroes = 0;
```

```
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        numZeroes += (nums[i] == 0);
    }
```

```
    // Нөлден басқа сандардың реттілігімен сақтап алу.
```

```
    vector<int> ans;
```

```
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (nums[i] != 0) {
            ans.push_back(nums[i]);
        }
    }
```

```
    // Барлық нөлдерді соңына жылжыту.
```

```
    while (numZeroes--) {
        ans.push_back(0);
    }
```

```
    // Мәндерді біріктіру.
```

```
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        nums[i] = ans[i];
    }
}
```

Уақыт күрделілігі: $O(n)$.

Қорытынды

Осы мақалада олимпиадалық есептерді шешу бойынша жұмысты ұйымдастырудың мазмұнды және әдістемелік ерекшеліктері ашылып, оның процедуралық сипаттамасы берілген.

Біздің тәжірибеміз көрсетіп отырғандай, ұсынылатын педагогикалық шешімдерді іске асыру білім алушылардың информатика бойынша олимпиадалық есептерді шешу қабілеттерін меңгеруі бойынша жұмыстың тиімділігін едәуір арттырады, сол арқылы білім берудің әртүрлі кезеңдері мен деңгейлерінде программалау курсының дамушы әлеуетін өзектендіреді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Авдейук О.А., Дружинина Л.В., Лемешкина И.Г., Павлова Е.С., Приходькова И.В., Королева И.Ю. (2017) *Проблемы и методы их решения при подготовке школьников к участию в олимпиадах по информатике // Современные наукоемкие технологии. № 4. 60-64.*

2 Веремеенко А. (2015) *Подготовка к предметным олимпиадам: взгляд учителя // Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. Центр реализации государственной образовательной политики и информационных технологий: Москва. № 1(1). Т. 1. С. 89-96.*

3 Кубряков Е. А. (2019) *Об опыте организации олимпиад по информатике для школьников и студентов младших курсов в Воронежском государственном педагогическом университете // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции. Московский педагогический государственный университет: Москва. 643-654.*

4 Азиева Л.Д. (2018) *Методика подготовки школьников к олимпиаде по информатике. Мир науки, культуры, образования. № 3 (70). 315-317.*

5 Андреева Е.В. (2015) *Программирование – это так просто, программирование – это так сложно. Современный учебник программирования. М.: МЦНМО. 184 с.*

6 Козлов А.И. (2017) *Подготовка задач по программированию для автоматической проверки в системе EJUDGE // Сборник научных трудов научно-практической конференции МИКМО-2017 и Таврической научной конференции студентов и молодых специалистов по математике и информатике «Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование». КФУ им. В.И. Вернадского. 239-251.*

7 Кирюхин В.М. (2011) *Методика проведения и подготовки к участию в олимпиадах по информатике. Всероссийская олимпиада школьников. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 271.*

8 Рамис Думена Н. (2016) *Цифровой разрыв. Н. Рамис Джумена. Финансы и развитие: Ежеквартальный журнал Международного валютного фонда. № 3. 18–19*

9 Бухтиярова И.Н. (2015) *Информационные технологии как фактор развития современного инклюзивного общества. И.Н. Бухтиярова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. № 6. 118–121.*

10 Лутц М. (2019) *Изучаем Python, 5-е издание. Пер. с англ. СПб.: Вильямс. 1280 с.*

11 Прохоренко Н. А. (2011) *Python. Самое необходимое. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 416 с.*

12 Меньшиков Ф.В. (2009) *Олимпиадные задачи по программированию. Москва: Питер. 315 с*

13 Рубцова М.Б., Исакова У.В. (2019) *Олимпиадное программирование - с чего начать? Материалы семнадцатой открытой Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в российской федерации». Новосибирск. 475-479.*

14 Саммерфилд М. (2016) *Программирование на Python 3. Подробное руководство. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 608 с.*

15 Жуков Р.А. (2019) *Язык программирования Python: практикум: учеб, пособие. Р.А. Жуков. — М.: ИНФРА-М, 216с. Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://www.znaniium.com>].*

Reference:

1 Avdeyuk O.A., Druzhinina L.V., Lemeshkina I.G., Pavlova E.S., Prihod'kova I.V., Koroleva I.YU. (2017) *Problemy i metody ih resheniya pri podgotovke shkol'nikov k uchastiyu v olimpiadah po informatike // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. № 4. 60-64. (In Russian)*

2 Veremeenko A. (2015) *Podgotovka k predmetnym olimpiadam: vzglyad uchitelya // Sovremennoe dopolnitel'noe professional'noe pedagogicheskoe obrazovanie. Centr realizacii gosudarstvennoj obrazovatel'noj politiki i informacionnyh tekhnologij: Moskva. № 1(1). T. 1. S. 89-96. (In Russian)*

3 Kubryakov E. A. (2019) *Ob opyte organizacii olimpiad po informatike dlya shkol'nikov i studentov mladshih kursov v Voronezhskom gosudarstvennom pedagogicheskom universitete. Aktual'nye problemy metodiki obucheniya informatike i matematike v sovremennoj shkole. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii. Moskovskij pedagogicheskij gosudarstvennyj universitet: Moskva. 643-654. (In Russian)*

- 4 Azieva L.D. (2018) *Metodika podgotovki shkol'nikov k olimpiade po informatike*. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. № 3 (70). 315-317. (In Russian)
- 5 Andreeva E.V. (2015) *Programmirovaniye – eto tak prosto, programmirovaniye – eto tak slozhno*. Sovremennyy uchebnik programmirovaniya. M.: MCNMO. 184 s. (In Russian)
- 6 Kozlov A.I. (2017) *Podgotovka zadach po programmirovaniyu dlya avtomaticheskoy proverki v sisteme EJUDGE*. Sbornik nauchnyh trudov nauchno-prakticheskoy konferencii MIKMO-2017 i Tavricheskoy nauchnoj konferencii studentov i molodyh specialistov po matematike i informatike «Matematika, informatika, komp'yuternye nauki, modelirovaniye, obrazovaniye». KFU im. V.I. Vernadskogo. 239-251. (In Russian)
- 7 Kiryuhin V.M. (2011) *Metodika provedeniya i podgotovki k uchastiyu v olimpiadah po informatike*. Vserossiyskaya olimpiada shkol'nikov. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy. 271. (In Russian)
- 8 Ramis Dumena N. (2016) *Cifrovoy razryv*. N. Ramis Dzhumena. *Finansy i razvitiye: Ezhekvartal'nyj zhurnal Mezhdunarodnogo valyutnogo fonda*. № 3. 18–19 (In Russian)
- 9 Buhtiyarova I.N. (2015) *Informacionnye tekhnologii kak faktor razvitiya sovremennogo inklyuzivnogo obshchestva*. I.N. Buhtiyarova. *Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennyye nauki*. № 6. 118–121. (In Russian)
- 10 Lutc M. (2019) *Izuchaem Python, 5-e izdanie*. Per. s angl. SPb.: Vil'yams. 1280 s. (In Russian)
- 11 Prohorenok N. A. (2011) *Python. Samoe neobhodimoe*. SPb.: BHV-Peterburg, 2011. 416 s. (In Russian)
- 12 Men'shikov F.V. (2009) *Olimpiadnye zadachi po programmirovaniyu*. Moskva: Piter. 315 s. (In Russian)
- 13 Rubcova M.B., Isakova U.V. (2019) *Olimpiadnoe programmirovaniye - s chego nachat'?* *Materialy semnadcatoy otkrytoj Vserossiyskoy konferencii «Prepodavaniye informacionnyh tekhnologij v rossijskoj federacii»*. Novosibirsk. 475-479. (In Russian)
- 14 Sammerfild M. (2016) *Programmirovaniye na Python 3. Podrobnoe rukovodstvo*. Per. s angl. SPb.: Simvol-Plyus, 608 s. (In Russian)
- 15 Zhukov R.A. (2019) *Yazyk programmirovaniya Python: praktikum: ucheb, posobie*. R.A. Zhukov. M.: INFRA-M, 216s. *Dop. materialy [Elektronnyj resurs; Rezhim dostupa: <http://www.znaniyum.com>]*. (In Russian)

МРНТИ 378.1
УДК 14.35.09

<https://doi.org/10.51889/6223.2022.69.28.023>

Ж.Б. Ахметова^{1*}, А. Сеитова², В.Савельева³

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
³Евразиялық технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: ahmetovajb40@gmail.com

ЭВТАГОГИКА НЕГІЗІНДЕ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ БОЙЫНША СТУДЕНТТЕРДІҢ ӨЗДІК ЖҰМЫСЫН БАҚЫЛАУ МЕН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Мақалада эвтагогика негізінде қашықтан оқыту бойынша студенттердің өздік жұмысын бақылау мен бағалау қарастырылған. Эвтагогика теориясы білім алушыға нені, қашан және қалай үйренетінін анықтауға мүмкіндік беретін өзін-өзі оқытудың шығармашылық тәсілі ретінде айқындалған. Қашықтан оқыту барысындағы студенттердің цифрлық ізі негізіндегі өздік жұмысының уақыты мен сапасын бақылау мен бағалау үшін эвтагогикаға негізделген критерийлер мен көрсеткіштер жиынтығы анықталып, сандық көрсеткіштері іріктелді және әрбір студенттің үлгерімін бағалауға мүмкіндік беретін әдістеме ұсынылды. Мақалада эмпирикалық деректер мен оқу аналитикасына негізделген өздік жұмыстың табыстылығын бағалау алгоритмдері қамтылған.

Ұсынылған алгоритмдер қашықтан оқытуда өзіндік жұмысты орындаудың цифрлық іздерін түсіндіруге, оның жетістігін бағалауға және студенттің оқу траекториясын түзету арқылы білім сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: қашықтан оқыту, өздік жұмыс, эвтагогика, цифрлық із, бақылау, цифрлық технологиялар.

Аннотация

Ж.Б. Ахметова¹, А. Сеитова², Савельева В.³

¹Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан
²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан
³Евразийский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ НА ОСНОВЕ ЭВТАГОГИКИ

В статье проводится мониторинг и оценка самостоятельной работы студентов дистанционного обучения на основе эвтагогика. Теория эвтагогика определяется как творческий подход к самообучению, который позволяет обучаемому определять, что, когда и как изучать. В целях контроля и оценки времени и качества самостоятельной работы студентов на основе цифрового следа при дистанционном обучении определен набор критериев и показателей на основе эвтагогика, выбраны количественные показатели и предложена методика, позволяющая оценить успеваемость каждого обучающегося. В статье приведены алгоритмы оценки успешности самостоятельности на основе эмпирических данных и аналитики обучения.

Предложенные алгоритмы позволяют интерпретировать цифровые следы самостоятельной работы в дистанционном обучении, оценивать ее успешность и повышать качество обучения за счет коррекции траектории обучения студента.

Ключевые слова: дистанционное обучение, самостоятельная работа, эвтагогика, цифровой след, контроль, цифровые технологии.

Abstract

MONITORING AND EVALUATION OF STUDENTS' INDEPENDENT WORK IN DISTANCE LEARNING ON THE BASIS OF EUTAGOGY

Ahmetova Zh.B. ¹, Seitova A. ², Savelyeva V. ³

¹Kazakh National Womens' Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
³Eurasian Technological University, Almaty, Kazakhstan

The article monitors and evaluates the independent work of distance learning students based on eutagogy. Eutagogy theory is defined as a creative approach to self-learning that allows the learner to determine what, when and how to learn. In order to control and evaluate the time and quality of independent work of students on the basis of a digital trace in distance learning, a set of criteria and indicators based on eutagogy has been defined, quantitative indicators have been

selected, and a methodology has been proposed to assess the progress of each student. The article presents algorithms for assessing the success of independence based on empirical data and learning analytics. The proposed algorithms make it possible to interpret digital traces of independent work in distance learning, evaluate its success and improve the quality of education by correcting the student's learning path.

Keywords: distance learning, independent work, eutagogy, digital footprint, control, digital technologies.

Кіріспе

Елде COVID-19 эпидемиясының таралуына байланысты жоғары оқу орындарының қашықтықтан оқыту жүйесінде жұмыс тәжірибесі бар, бірақ жоғары мектептің міндеті-өз бетінше білім алуға және оны іс жүзінде қолдануға қабілетті, ойлауға қабілетті білімді мамандарды даярлау.

Қашықтықтан оқыту кезіндегі оқу процесінің негізі білім алушының «мақсатты, қарқынды және бақыланатын өзіндік жұмысы» болып табылады. Оқыту білім берудің негізгі мақсаттарының біріне қол жеткізуге бағытталған: студенттердің түпкілікті нәтижеге назар аудара отырып, өз қызметін жоспарлау және ұйымдастыру қабілетін қалыптастыру [1]. Өзіндік жұмыстың сапасы студенттерге өздерінің кәсіби дағдыларын үнемі жетілдіруге және жаңа білім мен дағдыларды игеруге мүмкіндік береді. Бірақ эвтагогика критерийлері мен көрсеткіштері негізінде қашықтықтан оқыту кезінде студенттердің өзіндік жұмысын бағалауға бағытталған зерттеулер жеткіліксіз.

Мақаланың мақсаты: эвтагогика негізінде қашықтықтан оқыту кезінде студенттердің өзіндік жұмысын бағалау критерийлері мен көрсеткіштерін зерттеу.

Негізгі бөлім

Эвтагогика - бұл студентке нені, қашан және қалай үйренетінін анықтауға мүмкіндік беретін өзін-өзі оқытудың шығармашылық тәсілі.

[2] - де андрагогика мен эвтагогика ұғымдары анықталады және талқыланады. Сондай-ақ, [3] Web 2.0-дің эвтагогикалық оқыту тәсілін қолдаудағы рөлін сипаттайды, эвтагогикалық тәсілдерді қамтитын институционалдық бағдарламалардың мысалдары келтірілген; осы мысалдар мен зерттеу нәтижелері негізінде курс әзірленуде эвтагогикаға тән элементтер анықталды. Эвтагогиканы қашықтықтан оқытуда жаңа технологияларды қолдану теориясы ретінде зерттеуде.

Зерттеушілер [4] жоғары оқу орындарына алғаш рет түсетін ересек үміткерлерде эвтагогика немесе өзін-өзі оқыту парадигмасы бар екенін көрсетеді, өйткені олардың оқу қабілетіне емес, бір нәрсеге қол жеткізудің аспектілері мен деңгейлеріне байланысты күрделі қажеттіліктері бар. Бұл зерттеу мұндай студенттер арасындағы қарым-қатынасты және өзін-өзі оқыту мен дамыту мүмкіндіктерін кеңейту үшін оқыту мен оқыту стратегияларын қалай пайдалануға болатынын зерттейді. Бұл зерттеу білім алушылардың өз оқуын бақылауға алу және оларды іс жүзінде жүзеге асыру жолында екенін анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері бойынша [5] егер eLearning ортасында студенттерге ұсынылатын мазмұн олардың кәсіби дамуына ықпал етсе, бұл жағдайда олардың көзқарасы, дайындығы осы орталар үшін өзін-өзі бақылау/өзін-өзі басқару дағдылары айтарлықтай өзгереді. Нәтижелер арасында интернет-білім беруде бұрынғы тәжірибесі бар студенттердің онлайн-коммуникацияның өзіндік тиімділігі, технологияларды пайдаланудың өзіндік тиімділігі, электрондық оқытуға дайындығы, электрондық оқытуға бейімділігі, өзін-өзі нығайту, өзін-өзі бақылауды басқару туралы хабардарлық деңгейі жоғары емес екені де байқалады.

Біз эвтагогика тұжырымдамасын қолданудың негізгі техникалық элементі электронды оқыту жүйесінің болуы деп санаймыз. Осы мақсатта Қазақстанның жоғары оқу орындарында ең танымал Moodle және oquyq, Univer, MsTeams платформалары, Aego прокторингтік жүйесі [6] болып табылады. Бұл жүйелер оқытушыға оқу процесінің барлық кезеңдерін қолдауға арналған құралдарды ұсынады: дәріс-практикалық сабақтар, аралық, ағымдағы бақылау, студенттердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру [7]. Қашықтықтан оқыту кезінде өзіндік жұмыс толығымен пәннің онлайн-компоненті арқылы жүзеге асырылады, бұл «цифрды» студенттің барлық әрекеттері туралы үлкен мәліметтер жиынтығы ретінде қалдырады [8, 9]. Мұндай оқу іс-әрекетінің деректерін талдау мұғалімге өзіндік жұмыс процесінің нәтижелерін бағалауға және қажет болған жағдайда түзету шараларын қабылдауға мүмкіндік беретін цифрлық із болып табылады.

Зерттеушілер сандық ізге анықтама береді, DF академиялық бағалау стратегияларына, дағдыларды анықтауға байланысты білім беру қызметі мен процестері туралы өзекті ақпаратты ұсынады психологиялық ерекшеліктер, әр түрлі білім беру субъектілерінің іс-әрекеттерін болжау, және

тұрақтылық пен оқудан шығу тенденциялары, басқалардың арасында. Он бес жылдық шолудың маңызды қорытындыларының ішінде олар DF бойынша білім беру зерттеулері оқу аналитикасына, цифрлық қатысуды және психометриялық модельдеуді зерттеуге бағытталғанын атап өтеді.

Қазіргі уақытта А. Комиссаровтың жетекшілігімен 20.35 Мәскеу университетінде цифрлық із мәселелері Белсенді зерттелуде. Сандық бақылауды ұйымдастыру университет платформасы 2035 көмегімен жүзеге асырылады. Студенттердің оқу идентификаторларының сандық іздері (Лидер-идентификатормен немесе университет платформасымен интеграцияланған кезде келісіледі, басқа идентификатор 2035 болуы мүмкін), цифрлық із тіркелген кезде, сондай-ақ егер цифрлық трек оқиға шеңберіндегі әрекеттермен байланысты болса, оны белгілі бір оқиғаға байланыстыру керек. «Сандық із-бұл электронды түрде ұсынылған білім беру, кәсіптік немесе адамның басқа қызмет туралы ақпараты».

Біздің зерттеуімізде цифрлық із студенттің жаңа тәжірибесін растау, дамудың келесі кезеңіне ұсыныстар дайындау, даму траекториялары туралы ақпарат жинау, ұсыныс жүйесін жетілдіру үшін студенттің білім беру дамуын талдау, сондай-ақ студенттің өзіндік жұмысын бағалау үшін қолданылады. Эвтагогика және қашықтықтан оқыту теориясы бойынша цифрлық із негізінде студенттердің өзіндік жұмысын бағалау үшін келесі критерийлер мен көрсеткіштерді бөліп көрсетеміз:

- Жұмыстың нәтижелілігі;
- Өзіндік жұмыстың үздіксіздігі;
- Уақтылы орындау;
- Өзін-өзі жетілдіруге, нәтижелерді жақсартуға ұмтылу;
- Өз бетінше орындау.

Нәтижелер және талқылау

Білім алушылардың цифрлық ізі негізінде өзіндік жұмысты бағалау үшін Бақылау-өлшеу материалдарын әзірлеу кезінде оқытушының міндеті пәннің мазмұнын (пәндік және мета-Пәндік білім) игеру және оқу қызметін ұйымдастыру тұрғысынан жетістіктерді (оқу, зерттеу, шығармашылық, тұлғалық) барабар бағалау; объективтілікті қамтамасыз ететін бақылау-өлшеу материалдарын әзірлеу болып табылады. Дәстүрлі және қашықтықтан оқытуда бақылау-өлшеу материалдарының көмегімен әр студенттің оқу үлгеріміне талдау жасалады. Анықтама бойынша, оқу үлгерімі-бұл оқу процесі мен процесс жүріп жатқан ортаны түсіну және оңтайландыру мақсатында студенттер мен олардың қызметі туралы деректерді өлшеу, жинау, талдау және ұсыну [9]. Мұндай деректерді талдау оқу сабақтарының тұрақтылығын бақылауға, олардың барысын бақылауға, қашықтықтан оқыту кезінде бақылау жұмыстарының барысын бақылауға мүмкіндік береді.

Студенттердің өзіндік жұмысын бағалау және қашықтықтан оқытудың сәттілігін болжау алгоритмін қарастырыңыз.

Қойылған міндеттер шеңберінде мыналар шешіледі:

- эвтагогика теориясы негізінде студенттердің өзіндік жұмысын бағалаудың объективті критерийлерін таңдау;
- цифрлық із негізінде өзіндік жұмыс үшін бағалау балын қалыптастыру әдістемесін әзірлеу;
- студенттерді орындалған жұмыстарға қатысты топтарға бөлу;
- студенттердің өзіндік жұмысының пән бойынша оқытудың соңғы нәтижелеріне әсерін бағалау.

Біздің зерттеуіміздің теориялық-әдіснамалық негізін шетелдік, ресейлік және қазақстандық ғалымдардың қашықтықтан оқыту, эвтагогика негізінде өзіндік жұмысты ұйымдастыру, білім беру аналитикасы бойынша заманауи ғылыми жұмыстары құрайды [10, 11]. Бұл жұмыстарда студенттің өзіндік жұмысы келесідей сипатталады:

- Дәріс, семинар, зертханалық жұмыстар және сабақтың басқа да түрлері кезінде оқытушының тікелей консультациясымен студенттің өзіндік жұмысы пәннің силлабусы негізінде ұйымдастырылады және кестемен бекітіледі.

- Оқытушының (СӨЖ) қатысуынсыз орындалуы тиіс өзіндік жұмыс түрлері: дәріс материалдарын конспекттеу, әдеби шолу, баяндама дайындау, кітаптар мен мақалаларға Аннотация жазу, глоссарий, іздеу сипатындағы мәселені шешу, ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді сараланған талдау, эксперимент, практикалық және семинарлық сабақтарға, коллоквиумға дайындық, сондай-ақ телекоммуникациялық жобаны орындау (жекелеген бөлімдерді/тақырыптарды мерзімді зерделеу), шығармашылық тапсырмалар, дипломдар, курстық жұмыс.

Бастапқы жұмысты ұйымдастыруға байланысты маңызды болады:

- фронтальды жұмыс (тапсырманы барлық студенттер орындайды);
- топтық (тапсырманы орындайтын студенттер 3-6 адамнан тұратын топтарға бөлінеді);
- жеке.

Мұндай бөлу ең тиімді болып табылады. Қашықтықтан оқыту кезінде оқу процесін ұйымдастырудың дәйекті нысаны модульдік оқытуға негізделуі тиіс. Мұның бәрі студенттің жеке оқу жүктемесінің қалыптасуына, аптадағы нақты тәуелсіз тапсырманың көлеміне әкеледі. Әр апта сайын студенттің өзіндік жұмысы жүйелі түрде бағаланады [12, 13, 14].

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған Оқу материалдары, пән бойынша аралық және қорытынды аттестаттау нәтижелері қашықтықтан оқыту технологиясы бойынша іске асырылған цифрлық платформада орналастырылады. Курстың әр модулінде оқу іс-әрекетінің барлық түрлерін қолдауға арналған мәтіндік және мультимедиялық материалдар бар.

Студентке бір модуль аясында өзіндік жұмыс ұсынылады. Әр тақырып бойынша жаңа материалды оқығаннан кейін студент тестілеуден өтуі керек. Сонымен қатар, қайталанулар санына да, оларды орындау уақытына да шектеулер жоқ, бірақ әр уақытта жаңа тапсырма жасалады. Студенттердің өзіндік жұмыс ретінде қызығушылығын арттыру үшін модульдің қорытынды тексерісіне кездейсоқ таңдалған өзіндік жұмыс тапсырмаларының 30% кіреді. Модульді оқығаннан кейін студент оқытушы тексеретін және бағалайтын жеке тапсырманы орындауы керек. Студент жұмысты ескертулерді ескере отырып түзете алады және тапсырманы қайта тексеруге жібере алады. Бұл жағдайда жеке тағайындаудың шектеулі мерзімі (мерзімі) белгіленеді. Цифрлық ізі негізінде студенттің өздік жұмысын түрлері 1-кестеде, Эвтагогика негізінде өзіндік жұмысты бағалау критерийлері мен көрсеткіштері (цифрлық із бойынша) (x, y индексінің белгіленуі) 2-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Сандық із негізінде студенттің өзіндік жұмысы үшін ұпайлар (мазмұны бойынша)

Өздік жұмыс түрлері	ұпайлар x саны	аттестаттау үшін ұпайлар (min/max)
1. Оқытушымен өзіндік жұмыс		
1.1. Жаттығулар мен практикалық тапсырмаларды оқуға қатысу	0,5x7	2/3,5
1.2. Дөңгелек үстелге қатысу	0,5x3	
1.3 Мазмұны бойынша сауалнамаға қатысу	0,5x8	1,5/4
1.4 Әдебиетке шолу бойынша есепті (ауызша немесе жазбаша) жасау	2x5	4/10
1.5. Кейс стилін талдау (жеке және топтық жұмыс)	2x6	8/12
1.6. Сабақтарда іскерлік, рөлдік ойындарға қатысу (топтық жұмыс)	2x3	4/6
1.7. Ойынды жобалауға қатысу	3x2	3/6
1.8. Социометриялық зерттеулер жүргізуге қатысу	5x1	5/5
1.9. Тренингке қатысу	5x1	5/5
1.10. Тренинг нәтижелері бойынша топтық пікірталасқа қатысу	3,5x1	3,5/3,5
1.11 интеллект картасын құру (жеке және топтық жұмыс)	1x7	3/7
Барлығы: мин / макс 40 балл / 63,5 балл		
2. Оқытушысыз өзіндік жұмыс		

2.1. келесі модульдің теориялық материалымен танысу	0,5x9	2,5/4,5
2.2. мәтіндік конспект немесе схема-конспект жасау	0,5x10	2,5/5
2.3. Терминдер сөздігін құру	0,5x 10	2,5/5
2.4. Дереккөздердің аннотациясы	0,5x 10	2,5/5
Барлығы: мин / макс 10 балл/19,5 балл		
3. Ағымдағы және қорытынды аттестаттау		
3.1. Модуль тақырыбы бойынша тест	0,5x 10	2,5/5
3.2 соңғы тестілеу	12x 1	4,5/12
Барлығы: мин / макс 7/17 ұпай		
4 оқытушысыз қосымша өзіндік жұмыс		
4.1. Ұсынылған әдебиеттерді талдау	1x10	5/10
4.2. Курс бойынша библиография жасау	1x10	5/10
4.3. "Дұрыс немесе бұрыс" немесе "бірнеше таңдау"тесті бар өзін-өзі тексеруге дайындық.	1x10	5/10
4.4. Оқытушының жеке консультациясына қатысу	1x10	5/10
4.5. Өздік зерттеу жұмысы (ғылыми мақала, диплом, ұйымдастырушылық-диагностикалық бағдарлама)	10x1	0/10
Барлығы: мин / макс 20 балл / 50 балл		

Кесте 2. Эдагогика негізінде өздік жұмысты бағалау критерийлері мен көрсеткіштері (цифрлық із бойынша) (x, y индексін белгілеуі)

№	Индикатор	Көрсеткіштер	
		Инди катор	Сипаттамасы
Жаттығу тапсырмалары			
1	Жұмыстың тиімділігі	x1	Тиімді әрекеттің орташа нәтижесі, %
		x2	Барлық әрекеттердің орташа нәтижесі, %
2	Өздік жұмыстың үздіксіздігі	x3	Білім алушы өз бетінше жұмыс істеген белгілі бір кезеңдегі күндер санының оқытушы анықтаған күндер санына қатынасы, %
		x4	Берілген кезеңдегі цифрлық платформа курсына оқудың орташа уақыты, мин.
3	Уақытылы орындау	x5	Тапсырма мен студенттің алғашқы әрекеті арасындағы күндер саны
4	Өзін-өзі жетілдіруге, нәтижелерді жақсартуға ұмтылу	x6	Нәтижелі әрекеттер саны
5	Өзін-өзі орындау	x7	Тиімді әрекеттер санының әрекеттердің жалпы санына қатынасы
6		x8	Ең аз жұмыс уақыты, мин.
7		x9	Орташа жұмыс уақыты, мин
Үй тапсырмасы			
1	Жұмыстың тиімділігі	y1	Барлық әрекеттердің максималды тиімділігі,
		y 2	Барлық әрекеттердің орташа нәтижесі,
2	Уақытылы орындау	y 3	Тапсырма мен студенттің алғашқы әрекеті арасындағы күндер саны
3	Өзін-өзі орындау	y 4	Шешімнің бірегейлігін бағалау (оқытушы береді),1-ден 10-ға дейінгі балл
		y 5	Осы модульде ұсынылған басқа жеке тапсырмаларды плагиатқа қарсы тексеру, %

Студенттің өзіндік жұмысының сапасын бағалау үшін бағалау тәртібін анықтайтын критерийлер жиынтығын белгілеу, көрсеткіштердің жиынтық мәндеріне сәйкес әр студенттің өзіндік жұмысын бағалайтын сандық көрсеткіштер мен алгоритмдерді таңдау қажет. 1-кестеде бағалаудың мүмкін критерийлері және олардың оқуын бағалау критерийлері, тесттер және жеке тапсырмалар берілген

(олардың барлығын цифрлық платформаға кіретін цифрлық із талдауы негізінде алуға болады). Әр индикатордың семантикалық мазмұны жағымды құбылыстарды немесе процестерді көрсетуі керек. Мысалы, Х5 көрсеткіші «күндер неғұрлым аз болса, соғұрлым жақсы» дегенді білдіреді, сондықтан есептеулер оның инверсиясын пайдаланады. Таралудың асимметриялық сипаты х8 және х9 өлшемдеріне ие, өйткені студенттер тестті бастайды, оны ашық қалдырады, содан кейін бірнеше сағаттан кейін шамадан тыс белсенді студенттер көптеген өнімді әрекеттерге ие болуы мүмкін (Х6 көрсеткіші). Деректерді дайындау кезінде көрсеткіштердің абсолютті мәндерінен олардың нормаланған мәндеріне көшу жүзеге асырылады.

Сандық ізге негізделген студенттердің өзіндік жұмысын бағалау алгоритмі Бірнеше дәйекті кезеңдерді қамтиды:

1) цифрлық платформаның міндеттері негізінде білім беру талдауының цифрлық іздерін жинау және оларды деректер базасына импорттау;

2) 1-кестеде келтірілген көрсеткіштер бойынша көрсеткіштерді қалыптастыру;

3) көрсеткіштерді қалыпқа келтіру және түзету;

4) көрсеткіштердің нормаланған мәндерінің орташа арифметикалық мәні ретінде әрбір критерий бойынша жалпыланған көрсеткішті есептеу;

5) әрбір критерий бойынша орташа өлшенген студенттің рейтингін есептеу;

6) өз бетінше жұмыс нәтижелері бойынша студенттерді топтарға біріктіру:

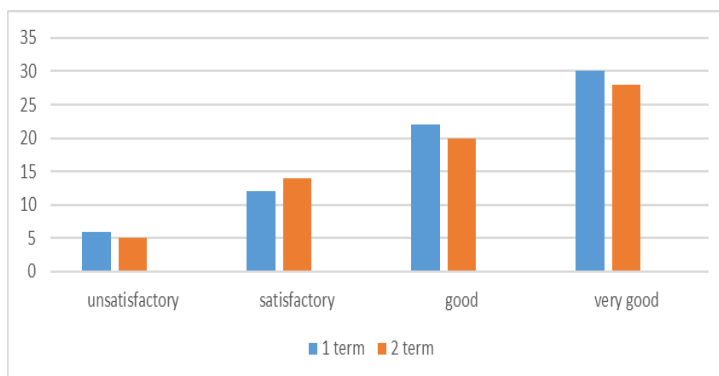
1 топ-жоғары деңгейде өз бетінше жұмыс істейтін студенттер;

2 топ-орта деңгейде өз бетінше жұмыс істейтін студенттер;

3 топ-төмен деңгейде өз бетінше жұмыс істейтін студенттер.

Жоғарыда сипатталған өзін-өзі бағалау алгоритмі 2020/2021 оқу жылында Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінде жүзеге асырылды. «Практикалық шет тілдері» пәні қашықтықтан оқытылды. Сабақтарды 18 оқытушы жүргізді және LMS Oqulyq сайтында орналастырылған курстың онлайн құрамдас бөлігі барлығына бірдей болды. Экспериментке қатысқан студенттердің жалпы саны – 494 адам.

Әр тақырыпты зерттегеннен кейін сандық платформада сандық іздер жиналып, талданады. Өздік жұмыс аясында студенттер курстың бес модуліне бөлінген 20 оқыту тестін және цифрлық платформада бес жеке тапсырманы орындады. Бұл жағдайда модуль бойынша өзіндік жұмысты бағалау алгоритмі әр тапсырма үшін бөлек пайдаланылды. Студенттердің өзіндік жұмысын тиімді ұйымдастыру негізінде инновациялық технологияларды қолдану маңызды (кесте 3). Бірінші және екінші семестрдегі аралық аттестаттау нәтижелері бойынша барлық студенттер қорытынды бағалау негізінде үлгерім топтарына бөлінді: «өте жақсы», «жақсы», «қанағаттанарлық» және «қанағаттанарлықсыз» – бұл емтиханды бірінші рет тапсырмаған студенттер тобы. 1-суреттен көріп отырғанымыздай, жоғары деңгейлі студенттер жоспарланған уақыттың 80%-дан астамын қашықтықтан оқуға жұмсады, ал басқа студенттер уақыттың жартысынан көбін жұмсады. Бұл академиялық жетістіктер мен студенттердің цифрлық платформада өз бетінше жұмыс істеуге кететін уақыты арасындағы байланысты көрсетеді.



Сурет 1. Өз бетінше жұмыс істеу уақыты

Қашықтықтан оқыту кезінде студенттердің өзіндік жұмысын тиімді ұйымдастыруға ұсынылатын инновациялық технологиялар 3-кестеде берілген.

Кесте 3. Қашықтықтан оқыту кезінде студенттердің өзіндік жұмысын тиімді ұйымдастыруға ұсынылатын инновациялық технологиялар

Оқыту түрлері	Өзін-өзі оқыту түрлері	Қолданылатын инновациялық технологиялар
Дәріс (рефлексивті, жүйелі, жалпы)	- Интернет, әдебиет іздеу; - Негізгі ақпарат көздерінен ақпаратты дайындау, талдау, жіктеу және жалпылау	- компьютерлік технологиялар; - мобильді технологиялар; - ақпараттық және коммуникациялық технологиялар
Практикалық сабақ (ұйымдастырушылық-практикалық дағдылар, рефлексивті дағдылар)	-білім беру элементтерін өзінше талдау; - СӨЖ, СӨЖ тапсырмалары бойынша - Проблемалық жағдайды талдау.	оқыту технологиялары; Басқару технологиясы
Интеллектуалдық және рефлексивтілік	Терминдерді жіктеу тапсырмасын орындаңыз	тестілеу; бақылау және бағалаудың заманауи технологиялары
Өзіндік жұмыс (интеллектуалды және рефлексивті дағдылар)	Эксперименттік есептерді шешу	Ақпараттық және коммуникациялық технологиялар
Пікірталас (интеллектуалды және коммуникативті этика)	- Мазмұнды талдау; - өзін-өзі тәрбиелеу мәселелерін талдау және талқылау	Мұғалім-жаттықтырушылар; оқыту және ойын оқыту жүйелері; модельдеу технологиялары;

4-кестеде студенттердің тәуелсіз тапсырмаларды сәтті орындауға байланысты топтарға бөлінуі көрсетілген. Үздік студенттердің 93% және 76% - ы бірінші және екінші үлгерім топтарына, ал 47% - ы үштіктер мен 68% - ы үшінші топқа кірді.

Кесте 4. Студенттерді тақырыпқа байланысты топтарға бөлу

Өзіндік жұмыс нәтижелері	1 топ-жоғары деңгейде өз бетінше жұмыс істейтін студенттер	2 топ-орта деңгейде өз бетінше жұмыс істейтін студенттер	3 топ-төмен деңгейде өз бетінше жұмыс істейтін студенттер
Өте жақсы	18%	75%	7%
Жақсы	17%	59%	24%
Қанағаттандырарлық	3%	50%	47%
Қанағаттандырарлық емес	8%	24%	68%

Бұл ұсынылған қорытынды үлгерім алгоритмдерінің дұрыстығын растайды және оларды қашықтықтан оқыту кезінде білім алушыларды бағалау үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Үшінші топтың барлық студенттері «тәуекел тобына» жатады, олардың әрқайсысы бойынша оқытушыға олардың цифрлық платформадағы қызметі туралы егжей-тегжейлі цифрлық із жасалады және ұсынылады. Әр тақырыпты оқығаннан кейін жоғары үлгерім тобынан төмен деңгейлі топқа ауысқан студенттердің тізімі жасалады. Модульге бірнеше рет ауысқан студенттер ерекше назар аударуды қажет етеді. Мұндай студенттер жалпы санның аз пайызын құрайды (шамамен 6,5%) және оқытушы әр жағдайда уақтылы түзетулер енгізе алады. Осылайша, пәнді оқу барысында цифрлық із және мұғалімнің білім беру траекториясын түзету мүмкіндігі негізінде студенттің өзіндік жұмысын объективті бағалау туралы ақпарат алуға болады. Эксперименттік және бақылау сыныптарындағы тест нәтижелерін салыстыру мақсатында білім мен дағдыларды игеру сапасын негіздеу үшін 2-критерий әдісі қолданылды.

Бұл әдісті таңдау кезінде келесі шарттар ескерілді:

- 1) салыстырмалы және тәуелсіз сайлау кездейсоқ болды;
- 2) таңдаудың тәуелсіздігі;
- 3) өлшеу шкаласы бірнеше разрядтардың номиналды шкаласынан аспайды.

Өлшеу шкаласындағы разрядтардың аз санына байланысты (4 санат) біз эксперимент барысында алынған мәндер 2 x C кесте түрінде жазылған жағдайларда алынған бір жақты 2 критерийді қолданамыз.

Қорытынды

Қашықтықтан оқыту - бұл білім беру моделі, оның маңызды құрамдас бөлігі цифрлық платформада ұйымдастыруға болатын цифрлық із бойынша студенттердің өзіндік жұмысы болып табылады. Студенттердің өзіндік жұмысын бағалаудың ұсынылған алгоритмі өзінің дәлдігін көрсетеді, тұрақты кері байланысты қамтамасыз етуге көмектеседі, мұғалімге эвтагогикаға негізделген қашықтықтан оқыту кезінде студенттердің оқуын объективті бағалау және түзету құралдарын ұсынады. Өздік жұмысты бағалаудың табыстылық критерийлері (жұмыстың нәтижелілігі; өздік жұмыстың үздіксіздігі; Уақытылы орындау; өзін-өзі жетілдіруге, нәтижелерді жақсартуға ұмтылу; өз бетінше орындау) цифрлық нысанда цифрлық із түрінде білім алушылар көптеген пәндер үшін ортақ болып табылады, сондықтан қашықтықтан оқытуда мұндай алгоритмдерді енгізу олардың ажырамас бөлігі болуы мүмкін. Платформадағы цифрлық іздер оқытушыға қосымша назар аударуды қажет ететін артта қалған білім алушыларды анықтауға, уақтылы көмек көрсетуге мүмкіндік береді.

Мақала 2022 жылға арналған жас зерттеушілерді гранттық қаржыландыруға арналған конкурстың қорытындысы бойынша жеңіп алынған «эвтагогика теориясы негізінде қашықтықтан оқытудың заманауи технологиялары», «білім алушылардың оқу жетістіктерін қашықтықтан бақылаудың және бағалаудың тиімді технологиялары» жобасы барысында алынған зерттеулердің нәтижелеріне негізделген. Абай атындағы ҚазҰПУ университетінің басшылығына алғысымызды білдіреміз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Қазақстан Республикасының Білім беруді және ғылымды дамытудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы (2019) [Государственная программа развития образования и науки Республики Казахстан на 2020-2025 годы] Астана, <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900000988>. (на казахском)
- 2 Леонтьева А.А. (2003) Образовательная система «Школа 2100» Педагогика здравого смысла. стручок красный. [Образовательная система «Школа 2100»]. Педагогика здравого смысла. М.: Баласс, 35.
- 3 Утами Б., Пробосари Р.М., Сапутро С., Ашади, Масикури М., Суванто А. «Профиль навыков критического мышления учащихся: разработка наилучшей стратегии преподавания химии». Международный журнал педагогики и педагогического образования (IJPE), Vol. 2 (Фокус-выпуск — январь 2018 г.)
- 4 Патрисия Альбергария-Алмейда. «Критическое мышление, вопросы и творчество как компоненты интеллекта». *Procedia - Социальные и поведенческие науки*, том 30, 2011 г., стр. 357-362 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.070>
- 5 Сагимбаева А.Ю., Авдарсол С., Бостанов Б.Г., Рахимжанова Л.Б., Хакимова Т. «Критериальное оценивание как способ формирования функциональной грамотности студентов в области информатики». *Periodico Tchê Química*. 2020.V.17. Исс. 35. 41-54.
- 6 Елубай Ю., Сери Л., Джусубалиева Д., Абдиганбарова У. Развитие цифровой культуры будущих учителей: вызовы и перспективы. Европейский саммит IEEE по технологиям и инженерному менеджменту 2020 г., E-TEMS 2020, 2020, 9111827
- 7 Балыкбаев Т., Исабаева Д., Рахимжанова Л., Жанысбекова Ш. «Дистанционное обучение в КазНПУ им. Абая: модели и технологии». 2021 Международная конференция IEEE по интеллектуальным информационным системам и технологиям (SIST). Нур-Султан, Казахстан, 29 июня 2021 г. <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465980>
- 8 Даража И., Ляззат Р., Улжаркын А., Сайра З., Манат З. «Цифровая компетентность учителя в условиях пандемии». 9-я Международная конференция по информационным и образовательным технологиям, ICIEET 2021, IEEE, стр. 324–328, 2021 г. <https://doi.org/10.1109/iciet51873.2021.9419644>
- 9 Нистор Н., Эрнандес-Гарсиак А. (2018) Какие типы данных используются в аналитике обучения? Обзор шести случаев // *Компьютеры в человеческом поведении*. № 89. С. 335–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.038>
- 10 Нагаева И.А. (2016) Смешанное обучение в образовательном процессе: необходимость и возможности. // *Отечественная и зарубежная педагогика*. № 6, с. 56–67. -i-возможности/viewer (на русском языке)
- 11 Кавус Н. «Дистанционное обучение и системы управления обучением». *Procedia - Социальные и поведенческие науки*, том 191, 2 июня 2015 г., стр. 872–877 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.611>
- 12 Ён Хоан Чо, ХёсонЧой, ДживонШин, Хим ЧанЮ, Юн Кан Ким, Чон Ён Ким. «Обзор исследований онлайн-сред обучения в высшем образовании». *Procedia - Социальные и поведенческие науки*, том 191, 2 июня 2015 г., страницы 2012–2017 гг. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.634>

13 Мэтт Смит, Джон Трэклер. Цифровое обучение в высшем образовании. COVID-19 и далее. Дата публикации: июнь 2022 г., ISBN: 978 1 80037 939 8, Объем: с, 224 стр. <https://www.e-elgar.com/shop/gbp/digital-learning-in-higher-education-9781800379398.html>

14 Мейла М. «Сравнение кластеров – расстояние, основанное на информации». Журнал многомерного анализа. Май 2007 г. Том. 98. Вып. 5. С. 873–895. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2006.11.013>

References:

1 Kazakhstan Respublikasynyn Bilim berudi zhane gylimdy damytudyn 2020-2025 zhyldarga amalghan memleketik bagdarlamasy (2019) [State Program for the Development of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2020-2025] Astana, <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900000988> (in Kazakh)

2 Leontyeva A.A. (2003) *Obrazovatel'naya sistema «Shkola 2100» Pedagogika zdravogo smysla. struchok krasnyy.* [Educational system «School 2100». Pedagogika zdravogo smysla. M.: Balass, 35. (in Russian)

3 Utami B., Probosari R.M., Saputro S., Ashadi, Masikuri M., Sutanto A. (2018) «Profil navykov kriticheskogo myshleniya uchaschikh: razrabotka nailuchshey strategii prepodavaniya khimii». [«The Critical Thinking Skills Profile of Students: Developing the Best Chemistry Teaching Strategy»] *Mezhdunarodnyy zhurnal pedagogiki i pedagogicheskogo obrazovaniya (IJPTE)*, Vol. 2 (in Russian)

4 Patrisiya Albergaria-Almeyda. (2011) «Kriticheskoe myshlenie, voprosy i tvorchestvo kak komponenty intellekta». [«Critical Thinking, Questioning, and Creativity as Components of Intelligence»] *Procedia - Sotsialnye i povedencheskie nauki*, tom 30, 357-362 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.070> (in Russian)

5 Sagimbaeva A.Yu., Avdarsol S., Bostanov B.G., Rakhimzhanova L.B., Khakimova T. (2020) «Kriterialnoe otsenivanie kak sposob formirovaniya funktsionalnoy gramotnosti studentov v oblasti informatiki». [«Criteria - based assessment as a way of forming students' functional literacy in the field of informatics «] *Periodico Tche Quimica*. V.17. Iss. 35. 41-54. (in Russian)

6 Elubay Yu., Seri L., Dzhusubalieva D., Abdigapbarova U. (2020) *Razvitie tsifrovoy kultury budushchikh uchiteley: vyzovy i perspektivy*. [Developing a Digital Culture of Future Teachers: Challenges and Perspectives.] *Evropeyskiy sammit IEEE po tekhnologiyam i inzhenernomu menedzhmentu*. (in Russian)

7 Balykbaev T., Isabaeva D., Rakhimzhanova L., Zhanysbekova Sh. (2021) «Distsionnoe obuchenie v KazNPU im. Abaya: modeli i tekhnologii». [«Distance learning at KazNPU named after. Abaya: models and technologies»] 2021 *Mezhdunarodnaya konferentsiya IEEE po intellektualnym informatsionnym sistemam i tekhnologiyam (SIST)*. Nur-Sultan, Kazakhstan, <https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465980> (in Russian)

8 Darazha I., Lyazzat R., Ulzharkyn A., Sayra Z., Manat Z. (2021) «Tsifrovaya kompetentnost uchitelya v usloviyakh pandemii». [«Teacher's Digital Competence in a Pandemic»] 9-ya *Mezhdunarodnaya konferentsiya po informatsionnym i obrazovatelnyim tekhnologiyam, ICIET 2021, IEEE*, 324–328, <https://doi.org/10.1109/iciet51873.2021.9419644> (in Russian)

9 Nistor N., Ernandes-Garsiak A. (2018) *Kakie tipy dannykh ispolzuyutsya v analitike obucheniya? Obzor shesti sluchaev* [What types of data are used in Learning Analytics? Review of six cases]// *Kompyutery v chelovecheskom povedenii*. № 89. S. 335–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.038> (in Russian)

10 Nagaeva I.A. (2016) *Smeshannoe obuchenie v obrazovatel'nom protsesse: neobkhodimost i vozmozhnosti.* [Blended learning in the educational process: the need and opportunities.] // *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika* (in Russian)

11 Kavus N. «Distsionnoe obuchenie i sistemy upravleniya obucheniem». [«Distance Learning and Learning Management Systems»] *Procedia - Sotsialnye i povedencheskie nauki* <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.611> (in Russian)

12 En Khoan Cho, KhesonChoy, DzhivonShin, Khim ChanYu, Yun Kan Kim, Chon En Kim. «Obzor issledovaniy onlayn-sred obucheniya v vysshem obrazovanii». [«A Review of Research on Online Learning Environments in Higher Education»] *Procedia - Sotsialnye i povedencheskie nauki*, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.634> (in Korean)

13 Pod redaktsiyey Metta Smita, Dzhona Treklera. (2022) *Tsifrovoe obuchenie v vysshem obrazovanii. COVID-19 i dalee.* [Digital learning in higher education. COVID-19 and beyond.] ISBN: 978 1 80037 939 8, <https://www.e-elgar.com/shop/gbp/digital-learning-in-higher-education-9781800379398.html> (in English)

14 Meyla M. «Sravnenie klasterov – rasstoyanie, osnovannoe na informatsii». [«Cluster Comparison - Information Based Distance»] *Zhurnal mnogomernogo analiza*. Tom. 98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2006.11.013> (in Russian)

МРНТИ 29.01.45
УДК 371.124:53

<https://doi.org/10.51889/6993.2022.66.48.024>

Г.А. Бегимбетова^{1*}, Ш.Т. Шекербекова¹, Е. Оспанкулов¹

¹ Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: orazalyayazhan1@gmail.com

БОЛАШАҚ МҰҒАЛІМДЕРДІ ОҚЫТУДА CLIL ЖӘНЕ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ КІРІКТІРЕ ПАЙДАЛАНУ

Аңдатпа

Мақалада Content and Language Integrated Learning (CLIL) тұжырымдамасын жетілдіру мәселесі қарастырылады. Қазіргі уақытта педагогикалық университеттердің түлектеріне қойылатын талаптардың артуымен және көптілділікке сапалы дайындық жолдарын іздеумен мұғалімдерді кәсіби даярлаудың қолданыстағы тәжірибелерін қайта қарау өзекті болып отыр. Шешімдердің бірі студенттердің ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) пайдалану негізінде пәннің мазмұнын және шет тілін өзара байланысты зерделеу ретінде CLIL-сабақтарда лингво-ақпараттық құзыреттілігін қалыптастыру болады. Зерттеудің мақсаты CLIL-сабақтарда цифрлық платформаларды пайдаланудың тиімділігін тексеру. Абай атындағы ҚазҰПУ-да жүргізілген зерттеу қорытындысы бойынша цифрлық платформаларды белсенді пайдалануға, аралас оқытуға негізделген және CLIL пәндік-тілдік интеграцияланған оқыту, коммуникативтік-эрекеттік және құзыреттілік тәсілдеріне негізделген әдіснамалық негізделген білім беру технологиясы ұсынылады. Жұмыста интернет-құралдар сипатталған, оларды CLIL сабақтарында пайдалану аудио немесе видео материалдарды қолдана отырып, зерттелетін ақпаратты танысуға немесе шолуға ғана емес, сонымен қатар шетелдік веб - құралдарды қолдану арқылы мазмұнды кеңейтуге және тереңдетуге ықпал етеді.

Осылайша, цифрлық платформалар негізінде дамыған компьютерлік дағдылар мен CLIL технологиясы студенттерге жаңа материалды игеруге көмектеседі.

Түйін сөздер: көптілділік, CLIL технологиясы, лингво-ақпараттық құзыреттілік, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, цифрлық платформалар.

Аннотация

Г.А. Бегимбетова¹, Ш.Т. Шекербекова¹, Е. Оспанкулов¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Республика Казахстан

ИНТЕГРИРОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ И CLIL ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ

В статье рассматривается проблема совершенствования концепции Content and Language Integrated Learning (CLIL). С растущими требованиями к выпускникам педагогических университетов и поиском путей качественной подготовки к полиязычию, становится актуальным пересмотр существующих практик профессиональной подготовки учителей. Одним из решений может стать формирование у студентов лингво-информационной компетентности на CLIL-занятиях, как взаимосвязанное изучение содержания предмета и иностранного языка на основе использования Information and Communication Technologies (ИКТ). Цель исследования – проверить эффективность использования цифровых платформ на CLIL-занятиях. По итогам проведенного в КазНПУ имени Абая исследования предлагается образовательная технология, основанная на активном использовании средств ИКТ, смешанном обучении и методологически опирающаяся на принципы предметно-языкового интегрированного обучения CLIL, коммуникативно-деятельностного и компетентностного подходов. В работе описаны Интернет инструменты, использование которых на CLIL-занятиях будет способствовать не только ознакомлению или обзору изучаемой информации с помощью аудио- или видеоматериалов, но расширению и углублению содержания через использование иноязычных веб-инструментов.

Таким образом, фундаментальные компьютерные навыки, развитые на основе средств ИКТ, могут помочь студентам освоить новый материал.

Ключевые слова: полиязычие, технология CLIL, лингво-информационная компетентность, информационно-коммуникационные технологии, цифровые платформы.

Abstract

INTEGRATED USE OF DIGITAL AND CLIL TECHNOLOGIES IN TEACHING FUTURE TEACHERS

Begimbetova G.A.¹, Shekerbekova Sh.T.¹, Ospankulov E.¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article discusses the problem of improving the concept of Content and Language Integrated Learning (CLIL). Currently, with the growing demands on graduates of pedagogical universities and the search for ways to prepare for multilingualism, it is becoming urgent to revise existing practices of teacher training. One of the solutions may be the formation of students' linguistic and information competence in CLIL classes, as an interconnected study of the content of the subject and a foreign language based on the use of Information and Communication Technologies (ICT). The purpose of the study is to test the effectiveness of using digital platforms in CLIL classes. Based on the results of the research conducted at AbaiKazNPU, an educational technology based on the active use of ICT tools, mixed learning and methodologically based on the principles of subject-language integrated learning CLIL, communicative-activity and competence approaches is proposed. The paper describes Internet tools, the use of which in CLIL classes will contribute not only to the familiarization or review of the studied information using audio or video materials, but also to the expansion and deepening of the content through the use of foreign-language web tools.

Thus, fundamental computer skills developed on the basis of ICT tools can help students to master new material.

Keywords: multilingualism, CLIL concept, linguistic and informational competence, informational and communication technologies, digital platforms.

Кіріспе

Білім беру сапасы деңгейінің өсуі қазіргі заманғы цифрлық және педагогикалық технологияларды қолдану және өзекті әлеуметтік тапсырысқа бағдарлау есебінен оны тұрақты жаңғырту кезінде ғана мүмкін болады. Осылайша, Қазақстан Республикасының Президенті (бұдан әрі – ҚР) Қ.К. Тоқаевтың Жолдауында: "Біз кәсіптік білім берудің бүкіл жүйесін еңбек нарығында талап етілетін құзыреттерді қалыптастыруға қайта бағдарлауымыз керек" делінген [1]. Қазіргі цифрлық әлемде табысты мамандар, оның ішінде педагогтар кәсіби білікті, көптілді, практикалық, болашақ мансапқа мүдделі, кәсіби және білікті болуы тиіс екендігіне баса назар аударылады.

Өз кезегінде, қазақстандық педагогикалық университеттер студенттер мен магистранттардың – Болашақ педагогтардың көптілді білім беру жағдайында білім беру бағдарламаларын, ҚР "Педагог мәртебесі туралы" Заңы (2019 ж. желтоқсан) және мұғалімнің функцияларындағы, іс-әрекеттеріндегі, құзыреттіліктеріндегі қазіргі өзгерістер қашықтықтан және аралас оқытуды (Blended Learning) меңгеруіне талаптар қояды [2].

Сонымен қатар, цифрлық технологиялардың әсері оқу мен оқыту процесінде өзгерістерге әкелді, осыны ескере отырып және цифрлық технология құралдарының әмбебаптығы мен қол жетімділігі принциптерін ескере отырып, білім беру сапасының деңгейін арттыруды көздейтін әдістемелерге көшу назарға алынды.

Көп тілді білім беру педагогтың көп мәдениетті тұлғасын және шет тілді коммуникативтік құзыреттілігін қалыптастырудың өзегі болып табылатыны сөзсіз [3]. Мұғалім мамандығы бірнеше тілді меңгеруді талап етеді, соның ішінде ағылшын тілін меңгеру қажеттілігіне көбірек көңіл бөлінуде, өйткені ол бизнестің, ғылымның және қазіргі заманғы технологиялардың халықаралық тілі болып табылады. Орыс және шет тілдерін білу мұғалімнің маман ретіндегі білімін арттырады, оның "жан-жақты" маман ретінде дамуына жол ашады, ұлтаралық қатынастар, толеранттылық және көптілді ойлау мәдениетін қалыптастыруға ықпал етеді. Сондықтан болашақ педагогтарды оқыту үдерісінде цифрлық технологиялар мен CLIL технологияларын кіріктіріп қолдану қажеттігі туындайды.

Материалдар мен әдістер

CLIL тұжырымдамасын 1990 жылдары билингвалдық білім беру саласындағы мамандар "шет тілі тілдік емес пәнді оқыту құралы ретінде пайдаланылатын, тіл мен пән бірлескен оқу ролін атқаратын" білім беру қызметін қамтитын термин ретінде ұсынды. CLIL мен билингвальды білім берудің басқа формаларының айырмашылығы - бұл тек тілді үйренуге ғана емес, сонымен бірге екі салаға – тілдік және тілдік емес пәндік салаларға бірдей көңіл бөледі. Осылайша студенттер тілдік ортаға енеді. Бұл бастапқы кезеңнен кейін шет тілі тілдік емес пәнді оқыту тіліне айналады, бұл студенттерге осы шет тілінің бөлігі болып табылатын пәндік білімді игеруге мүмкіндік береді [4]. Пәндік - тілдік интеграцияланған оқыту тәсілінің негізгі принциптері екі негізгі ұғымға негізделген - "тіл" және "интеграция". CLIL шартты түрде hard CLIL және soft CLIL болып бөлінеді. Қатты CLIL мектеп пәні

ағылшын тілінде оқытылатынын білдіреді. Студенттер химия, биология, физика, информатика пәндерін ағылшын тілінде оқиды. Ағылшын тілі мұғалімдерінің міндеті керісінше: олар басқа пәндердің тақырыптары мен материалдарын қолдана отырып, шет тілін үйрену үшін CLIL технологиясын қолданады.

CLIL принциптері:

CLIL, ең алдымен, көптілділікке емес, жалпы білімге үйретуге арналған, сондықтан соңғысы тек қосымша мүмкіндік болып табылады;

- оқыту негізгі 4 "С" негізінде жүреді: мазмұны, қарым-қатынасы, танымы және мәдениеті. Бұл компоненттердің барлығы бір бірімен үздіксіз байланыста;

- сыныпта қауіпсіз психологиялық климат құруды талап етеді;

- материалды жақсы түсіну үшін мұғалім мимиканы, қимылдарды, суреттерді, презентация дыбысын және т.б. қоса алады [5].

Бұл элементтерді жеке-жеке жүзеге асыруға болатынына қарамастан, CLIL-ді оқыту кезінде олар бір жүйеде жұмыс істейді. Сонымен қатар өзара әрекеттесу оқыту теориясын, тіл үйрену теориясын және мәдениетаралық түсінуді біріктіреді.

Жоғарыда айтылғандарға назар аударып отырып, білім беру жүйесіне цифрлық технологияларды енгізу мұғалімдердің пәндік білімдерін кеңейту үшін негіз болатын шет тілдік коммуникативтік құзыреттілікті қалыптастыру факторларының бірі болуы тиіс, бұл кәсіпқойлардың әлемдік қоғамдастыққа кіруінің бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Білім беруді ақпараттандыру қоғам дамуының тұрақты заңдылықтарымен: ғылымды қажетсінетін өндірістердің өсуімен, технологиялардың жылдам ауысуымен, ойлау қызметі құралдарының қолжетімділігімен, ғылымды қажетсінетін қызметке тартылған адамдар санының өсуімен шартталған. Қазіргі әлемдегі өзара іс-қимылдың шарты ақпарат алу, қарым-қатынас жасау үшін мүмкіндіктер беретін Интернетке қол жеткізу болып табылады ("Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасы (<https://digitalkz.kz/o-programme/>), С. Пейперт, конструктивизмнің педагогикалық философиясының негізін қалаушы (АҚШ) [6] Абдул Вахид Хан (ЮНЕСКО) [7] Роберт И.В. (Ресей) [8] Нурғалиева Г.К. [9], Исабаева Д.Н. [10] (Қазақстан). Ақпараттық-білім беру ресурстарының Қазақстанда кейсітік, желілік және телевизиялық ресурстарда цифрлық білім беру ресурстарын әзірлеуде айтарлықтай үлкен тәжірибе жинақталған. Алайда, жоғары оқу орнындағы білім беру мазмұнының тек 10%-ы цифрландырылған, бұл білім беру процесінің парадигмасын қайта қарауға ықпал етпейді. Оқытушыларды технологиялық қолдау-бұл желілік технологияларды пайдалана отырып, университеттер құрған әлемдік қоғамдастықтың ашық жүйелерінің құралдарын пайдалану мүмкіндігі.

Тапсырмаларды шешу және көптеген ұсынылған интернет-ресурстардан ең тиімдісін таңдау үшін авторлар келесі зерттеу әдістерін қолданды: әдебиеттерді талдау, веб-бағдарламаларды, Мобильді қосымшаларды, білім беру сайттарын таңдау; модельдеу әдісі-білім беру интерактивті платформаларында шаблондарды қолдана отырып, сабақтарды әзірлеу, өз тапсырмаларын, онлайн ойындарды құрастыру; сабақтарда студенттермен жұмыс процесін бақылау әдісі, эксперимент нәтижелерін эмпирикалық бақылауды талдау.

Зерттеу нәтижелері

Зерттеу жұмысы Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің педагогика және психология институтының үшінші курс студенттерімен жүргізілді. Педагогикалық мамандықтардың студенттері А1-ден С2-ге дейінгі халықаралық қабылданған деңгейлер шеңберінде шет тілін меңгереді; цифрлық платформалар мен білім беру сайттары қолданылды. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілді.

Кесте 1. Лингвистикалық-ақпараттық құзыреттілікті анықтау көрсеткіштері

<i>Тілдік іс-әрекеттің түрлері</i>	<i>Көрсеткіштер</i>
<i>Тыңдалым (Т)</i>	<i>аудио және видео мәтіндерді есту арқылы түсіну, ақпаратты іріктеп алу</i>
<i>Оқылым (О)</i>	<i>Ақпаратты түсіну, түпнұсқа мәтіндерді түсіну арқылы оқу</i>
<i>Жазылым (Ж)</i>	<i>іскерлік хат жазу, тақырып бойынша жазбаша мәлімдеме</i>
<i>Сөйлесу (С)</i>	<i>диалог және монолог</i>

Зерттеу кезінде А1 деңгейі бар топтарда студенттердің 71%-ы, А2 -18% - ы, В1-11% - ы оқыды. Зерттеу нәтижесінде сабақтарды өткізудің дәстүрлі формасы цифрлық платформаны қолдануға ынталы студенттердің қажеттіліктерін қанағаттандырмайды деген қорытынды жасауға болады. Тәжірибе көрсетіп отырғандай, CLIL-сабақтарда мобильді қосымшаларды, интернет-қосымшаларды және білім беру сайттарын оқу процесінде пайдалану нәтижесінде студенттердің тіл үйренуге деген ынтасы артты, оқу процесі серпінді өтті. CLIL сабақтарында өзбетінше жұмыс жасау (жекесілтемелер бойынша тест тапсыру, әлеуметтік желілерде шет тілінде парақ жүргізу, YouTube арнасына видео түсіру) көптеген студенттерді салауатты бәсекелестік рухына итермеледі, нәтижесінде кейбір студенттер үлгерімінде оң өзгерістер байқалды.

А1 және А2 деңгейдегі топтарда онлайн-ойындарды пайдалана отырып, оқу мен сөйлеуге арналған CLIL-сабақтарда практикалық тапсырмаларды орындау кезінде бейнематериалдың айтылуы мен оқу жылдамдығы, сондай-ақ басқа пәндер бойынша оқуматериалын түсінуді жақсарту жақсарды. Дегенмен, сөйлеуді есту арқылы қабылдауда қиындықтар болды. Бейнені субтитрлермен қарау түсінуді жеңілдетті.

В1 деңгейі бар топтарда CLIL-сабақтардағы студенттердің көпшілігі субтитрлерсіз оқу бейнелерінің мазмұнын түсінді. MS PowerPoint - те онлайн ойындарды, мобильді қосымшалар мен презентацияларды пайдалану, Canva.com, Google-презентациялар; сайттардағы материалдармен жұмыс wordwall.net, en.islcollective.com, allthingsgrammar.com грамматикалық тақырыптарды зерттеу барысында оларды түсінуді жеңілдетуге және тақырып бойынша түсіндірілген материалды визуализациялауға мүмкіндік берді.

ЖОО-лардың қашықтықтан оқыту нысанына көшуі COVID-19 пандемиясы кезеңінде интернет-ресурстармен жұмысанағұрлым қарқынды бола түсті. CLIL-сабақтарда мобильді қосымшалар мен білім беру сайттарын пайдалану туралы, сондай-ақ онлайн-режимдегі сабақтар туралы студенттердің ойлары мен пікірлерін талдап, келесі тұжырымдар жасалды.

Жоғарыда аталған оқыту нысанының артықшылықтары: үй жағдайында ыңғайлы сабақтар; CLIL-сабақта интернет-ресурстардың кең спектріне қолжеткізу; шет тіліндегі түпнұсқа материалдармен жұмыс істеу; өзбетінше жұмыс істеу мүмкіндігі; шеттілін үйренуге деген ынтаны арттыру; көкжиегін кеңейту деп атауға болады. Келесі кемшіліктер анықталды: интернет-трафиктің төмен жылдамдығы; техникалық ақаулар; мұғаліммен және сыныптастарымен тікелей қарым-қатынастың болмауы.

CLIL-сабақтар үшін оқытушылар тарапынан оқуматериалдарын жасау және әзірлеу-артықшылықтары да, кемшіліктері де бар пайдалы процесс. Артықшылықтарға келетін болсақ, барлық жасалған тапсырмаларда белгілі бір лексика және мұғалім таңдаған енгізілген ақпарат мөлшері бар екенін атап өтуге болады, бұл әдетте көптеген оқулықтарда жоқ. Сонымен қатар, Ховард пен Мэйджор [11] мәлімдегендей, барлық іс-шаралар контекстке енгізілген және студенттердің жеке қажеттіліктеріне сәйкес келеді. CLIL сабақтары үшін өздерінің оқу материалдарын әзірлей отырып, мұғалімдер ақпаратты ұйымдастырудың ең қолайлы әдісі, сондай-ақ жаңа тақырыптар мен сөздік мақалаларды ұсыну туралы шешім қабылдады. Соңында, онлайн тапсырмалар мен викториналарды аудиторияда бірге орындау арқылы студенттер өздерінің оқу процесіне толығымен ынталы екенін атап өткен жөн.

Алайда, кемшіліктердің арасында CLIL сабақтарына арналған материалдарды жасау және әзірлеу фактісі оқытушылар тарапынан қосымша күш-жігерді қажет ететіндігін атап өтуге болады, өйткені дамуға көп уақыт кетеді. Сонымен қатар, АКТ-ны пайдалану кезінде осы салада білікті емес оқытушылар қиындықтарға тап болды.

Зерттеу кезеңдеріне толығырақ тоқталайық. Зерттеу екі кезеңде жүргізілді. Бірінші кезең-CLIL сабақтарында АКТ-ны қолдану мәселесін зерттеу, яғни шет тілі пән оқытуда және шет тілінде оқытылатын пәндерді оқытуда цифрлық платформаларды қолдану. Сондай-ақ тілдік және коммуникативтік құзыреттіліктерді дамытуды, студенттердің қызығушылығы мен уәждемесін арттыруды қамтамасыз ететін цифрлық платформаларға қойылатын нақты талаптарды айқындау. Екінші кезең CLIL сабақтарында цифрлық платформаларды қолдану бойынша эксперименттік жұмысты талдау мен синтездеуді, цифрлық платформаларды оқу процесінің тиімділігін арттыру құралы ретінде бағалауды қамтыды. Бірінші кезеңде студенттермен шет тілін меңгеру деңгейіне сәйкес жұмыс істеудің қолайлы әдістері мен әдістерін анықтау, әртүрлі ақпараттық ресурстарды таңдау қажет болды. Студенттер мен тиімді жұмыс істеу үшін келесі Интернет қосымшалар қолданылды:

- ZOOM, WhatsApp, Instagram, Telegram, Kahoot, Wooclap, Google нысандары;

- ағылшынтіліндегібілімберусайттары: www.busyteacher.com, www.en.islcollective.com, www.allthingsgrammar.com, www.wordwall.net, www.liveworksheets.com;

- бейнехостингқызметі-YouTube, Univer ішкі корпоративтіка қпараттық жүйесі (АЖ).

Эртүрлі сайттар мен платформаларға сілтемелермен тиімді жұмыс істеу үшін Google құжатында беттер құрылды. Онлайн-сабақтар ZOOM, MS Teams платформаларының көмегімен бейнеконференция форматында өтті.

CLIL-сабақтарға дайындық кезеңінде сайттардан әдістемелік материалдар қолданылды www.busyteacher.com, www.en.islcollective.com, www.allthingsgrammar.com, www.wordwall.net, www.liveworksheets.com. Бұл ресурстарды пайдаланудың артықшылығы – мұндағы материалдардың өзектілігі мен шынайылығында.

Бұл сайттардан әлемнің түкпір-түкпірінен келген мұғалімдер құрастырған әртүрлі оқу тақырыптары бойынша дайын әзірлемелерді таба аласыз. Тіркелген қатысушы материалдарды тегін жүктей алады. Барлық аталған сайттар мен интернет-платформалар өздерін ең танымал ретінде көрсетті. Сайтта en.islcollective.com принтерде басып шығаруға дайын тапсырмалары бар, Оқу материалдары орналастырылған; MS Power Point тақырыптық презентациялары; көру процесінде орындалуы керек тапсырмалары бар бейнелер. Мысалы, wordwall.net –интерактивті және баспа материалдарын жасауға арналған көп функциялы құрал. Сайтта шет тілін үйренушілерге және басқа да оқу пәндеріне арналған онлайн ойындар бар шаблондар жиынтығы бар. Сондай-ақ, мұғалім осы сайттағы көптеген шаблондарды қолдана отырып, өз ойындарын жасай алады. Бұл жағдайда студент тек тілді қолдану арқылы қажетті деңгейде білімді меңгере алады.

Бақылау заманауи смартфондарды қолдану арқылы жүргізілді. Kahoot немесе triventy, Jeopardy – ойын және викторина конструкторлары сияқты қосымшалардың арқасында білімді бақылау қызықты түрде өтеді. Бұл қосымшаларды тек тілдерді үйрену үшін ғана емес, жалпы білімді бақылау немесе викторина ретінде пайдалануға болады. Оқытушылар CLIL-сабақтың дидактикалық мақсаттарына, дайындық деңгейіне, студенттердің жеке ерекшеліктеріне сүйене отырып, тест тапсырмаларын өздері жасай алады немесе дайын тапсырмалардан таңдай алады. Бақылаудың ұқсас интерактивті формаларына қатысатын студенттер үшін бұл әдеттегі бланк тестіне мүлдем ұқсамайтын қызықты ойын. Мониторинг 2 кезеңде жүргізілді – зерттеуде пәндік саладағы лингвистикалық-ақпараттық құзыреттіліктің негізгі сипаттамалары ретінде анықталған 3 критерий бойынша анықтау және қалыптастыру. Әр кезең үш қалыптасу деңгейімен бағаланды: жоғары, орташа және төмен. Апробация педагогикалық зерттеулер үшін дәстүрлі оқыту нәтижелерін салыстыру әдісі аясында жүргізілді. Болашақ педагогтардың лингвистикалық-ақпараттық құзыреттілігін қалыптастыру бойынша эксперименттік зерттеу нәтижелерін талдау біз әзірлеген мазмұнның орындылығын көрсетті, оның мақсаты ағылшын тілін білуді және ақпараттық технологияларды білуді, оларды кәсіби қызметте практикалық қолдануға дайындықты қалыптастыруға ықпал ететін және кәсіби дамумен өзін-өзі жетілдіру құралы болып табылатын дағдыларды қамтитын интеграцияланған тұтас ретінде лингвистикалық-ақпараттық құзыреттілікті қалыптастыру болып табылады.

Талқылау

Қазақстандағы қазіргі тіл саясатының негізгі бағыттары елдің көптілі мәртебесіне және оның әлемдік экономикалық әлемге ілгерілеуге ұмтылысына байланысты. Елде респонденттердің пікірінше, Қазақстандағы білім беру стандарттарының талаптарын қанағаттандыру үшін CLIL технологиясын енгізу үшін әлеуетті мүмкіндіктермен жағдайлар бар. Күшті жақтарға назар аудара отырып, бүгінгі таңда CLIL сабағында шет тілін үйренудің негізгі мақсаттарының бірі студенттердің мүдделерін ынталандыруы және қолдауы керек екендігіне күмән жоқ. Студенттер оқытылатын пәннің мазмұнына әрдайым құлшыныспен қарай алмайтынын есте ұстауымыз керек, өйткені ол ана тілінде оқытылмайды. Алайда, CLIL-ді қолдану осы мазмұн оқытылатын пән мен тілдің мазмұнын бірлесіп оқытуға түрткі бола алады [12].

Біздің зерттеуге қатысушылар студенттердің АКТ-ны қолдана отырып, CLIL сабақтарына деген қызығушылығының артуы туралы хабарлайды, бұл алдыңғы зерттеулер нәтижелеріне сәйкес келеді. Сондай-ақ мағыналы оқытуды жақсартатын шынайы материалдарды қолдану фактісіне байланысты, "оқытушылар мұны істей алу үшін тіл сабағында "репетиция" өткізудің орнына тілді өз оқуы үшін пайдаланады"496 бет). Бұл CLIL мақсаты студенттерге қажетті сапаға жету үшін әртүрлі

тапсырмаларды орындау үшін қажетті дағдыларды, білімді, құзыреттілікті дамыту үшін мүмкіндіктер мен құралдарды ұсыну болып табылады деген анықтамаға сәйкес келеді.

Сонымен қатар, сауалнамаға қатысушылар CLIL-дің тапсырмаларын орындау студенттерге мазмұнды оқыту үшін қолданылатын мақсатты тілді, сондай-ақ цифрлық платформаларды белсенді қолдануды үйрету үшін көптеген тапсырмаларды орындауды талап етеді деп мәлімдеді. Зерттеу барысында CLIL оқытушылары үшін өзекті CLIL принциптеріне негізделген ұсыныстар тұжырымдалды:

- ұзақ, тығыз мәтіндер мен күрделі сөйлемдерден аулақ болу керек;
- мазмұны визуализация арқылы берілуі керек, мысалы, фотосуреттер, блок-схемалар, диаграммалар, кестелер, жазулары бар сызбалар;
- оқыту басқарылатын және құрылымды болуы керек;
- түсіну тапсырмасын ана тілінде оқуға қарағанда жиі қолдану, мазмұнды игеру мен өндеуді күшейту және қосымша тілдік тәжірибені қамтамасыз ету;
- оқу мүмкіндігінше белсенді болуы керек;
- оқу процесіне көбірек көңіл бөлу керек;
- Жаңа ақпаратты ұсыну және меңгеру үшін маңызды дағдылар: тыңдау, сөйлеу, оқу және жазу. Сипатталған принциптерге сәйкес болу үшін CLIL сабақтары үшін АКТ көмегімен материалдарды әзірлеу кезінде келесі тармақтар ескерілді.

Біріншіден, оқу бағдарламасының мазмұнын нақты әлемдегі проблемалармен, сондай-ақ студенттердің уәждерін арттыру үшін олардың тарихы мен тәжірибесімен байланыстыру маңызды. Ол үшін, мысалы, оқу тақырыптарын ұсыну үшін фильмдердің бөліктерін, нақты жаңалықтарды пайдалануға болады.

Екіншіден, CLIL сабақтарында ағылшын тілі пәні ағылшын тілінде оқытылатын барлық басқа пәндермен тығыз байланысты болуы керек. Пәндер, оқытушылар мен студенттер арасында үнемі идеялар, материалдар, проблемалар және т. б. алмасу болуы керек.

Үшіншіден, студенттердің уәждемесі CLIL-сабақтарда АКТ пайдалану есебінен артады, бұл бейне, анимация, подкасттар, интернет-беттер, виртуалды зертханалар, веб-квесттер және т. б.

АКТ-ны қолданудың көптеген артықшылықтары бар: студенттер арасындағы өзара әрекеттесуге ықпал етеді және негізгі құзыреттіліктерді дамытады: ақпараттық технологиялармен жұмыс істеу қабілеті, оқу қабілеті және т. б. Зерттеу нәтижелері Изабель Перестің жұмысына сәйкес келеді, ол CLIL оқытуда АКТ қолданудың келесі себептерін көрсетеді:

- 1) АКТ оқыту мен оқытудың жаңа жолдарын білдіреді;
- 2) АКТ және CLIL бір мезгілде оқу процесі мен тапсырмаларға назар аудара отырып, қағидаттық әдіснамалық ұқсастықтарға ие;
- 3) АКТ 4С моделі компоненттерінің нығаюы мен өзара әрекеттесуіне ықпал етеді;
- 4) шет тілдерінде материалмен жұмыс істеу үшін көптеген АКТ түрлері бар;
- 5) АКТ белсенді бірлескен стратегияларды қолдануға мүмкіндік береді. АКТ-да пәндік - тілдік интеграцияланған оқытуға біріктіруге болатын көптеген ресурстар бар. Олардың көпшілігін интернет-сала ұсынады, онда ақпаратты іздеу ғана емес, оны өндеу, сонымен қатар өз өніміңізді жасау мүмкін болады.

CLIL сабақтарында студенттер зерттелетін тілді үйрену және пайдалану кезінде оқу пәні туралы білім мен түсініктері кеңейе түседі [11]. Сондықтан, CLIL сабақтарын жоспарлау кезінде ұсынылатын оқу ақпараты маңызды. CLIL ұсыныстары ретінде мұғалімге келесі қадамдарды орындау ұсынылды:

- оқу тақырыбының тілдік мазмұнмен байланысын орнату;
- CLIL сабағында пайдалану үшін материалдарды таңдаңыз, бұл оқу мәтіндері, бейне, аудио және т. б. болуы мүмкін.;
- сабақтың дидактикалық мақсатына материалдарды бейімдеу;
- CLIL-сабақта белсенділік туралы шешім қабылдау;
- қызметті пысықтау.

Алайда, мұғалім үшін қиындық келтіретін мәселе олардың CLIL сабақтарына сәйкес материалдарды табуы болып табылады. Дайын материалдарды табу қиын, ал коммерциялық ресурстар көбінесе мұғалімдерге қолжетімді емес. Сондықтан мұғалім көбінесе АКТ негізінде өз материалдарын жасайды. Мұғалімнің таңдауы аз, нұсқалардың әрқайсысының кемшіліктері мен артықшылықтары бар. Оларды қарастырайық.

Өзіңіздің түпнұсқа материалдарыңызды жасау көп уақытты алады, бірақ материалдар мұғалімнің міндеттеріне дәл сәйкес келеді. Материалдарды әзірлеу процесі көбінесе оны сабақта қолдану уақытына сәйкес келмейді. Қолданыстағы материалдарды іздеу және бейімдеу, сондай-ақ жаңаларын дайындау көп уақытты қажет етеді және мұғалімдерге үлкен жүктеме әкеледі. Сондай-ақ, мұғалімдер оқуматериалдары мен қосымша мәтіндерді бейімдеу үшін "кәсіби құзыреттілікке" ие емес [12].

Зерттеу барысында қазіргі заманғы ережелер мен педагогика ғылымындағы оқу материалдары туралы тақырыптың даму деңгейі негізінде оқу материалдары, оның ішінде цифрлық платформаларды қолдана отырып әзірленді.

Оқу материалдары дәстүрлі түрде жалпы әдістеменің кіші бөлігі ретінде зерттелді, бірақ соңғы жылдары бұл тақырыптың маңыздылығы туралы, әсіресе ағылшын тілін оқытудағы зерттеулер арасында хабардарлықтың артуы оқу материалдарына бағытталған зерттеулердің тұтас кешенінің өсуіне әкелді [8].

Оқу материалдарын зерттеу жалпы үш түрлі, бірақ өзара байланысты деңгейде зерттелген: мазмұны, тұтынуы және өндірісі [7]:

- Мазмұнды зерттеу, әрине, оқу материалында не енгізілгенін және алынып тасталғанын талдайтын педагогикалық зерттеулерге жатады; олардың артында педагогикалық ойлау қандай, жалпы немесе арнайы тақырыптар қандай туралы сұрақтар туындайды.

- Тұтыну бойынша зерттеулер оқытушылар мен студенттердің аудиторияда оқу материалдарын нақты пайдалануын зерттейді.

- Өндіріске бағытталған зерттеулер материалдардың кәсіби авторларының, Баспагерлер мен оқытушылардың оқу материалдарын әзірлеуіне, жазуына немесе таратуына байланысты процестерге шоғырланған.

Оқу материалдарын әзірлеу "мұғалімдердің тілдік оқу материалдарын өз сыныптарына және сатуға немесе таратуға арналған материалдар авторларына өндіруді, бағалауды және бейімдеуді қамтитын практикалық іс-шара" болып табылады [11].

Қазіргі заманғы мұғалім білім алушылар мен олар қолданатын материалдар арасындағы сәйкестікті қамтамасыз ететіндей етіп оқу материалдарын бағалай, бейімдей және жасай білуі керек. Бұл әсіресе дайын материалдар аз болатын CLIL сабақтарына қатысты, сондықтан барлық CLIL оқытушылары педагогикалық дизайнер болуы керек. Зерттеуде ұсынылған оқыту технологиясы ақпаратты құру, тарату, сақтау және басқару үшін қолданылатын құралдар мен ресурстардың әр түрлі жиынтығы ретінде анықталған АКТ-ны белсенді қолдануды қамтиды.

Оқу процесінде АКТ қолданудың екі аспектісі бар. Бір жағынан, олар іздеу құралы, ал екінші жағынан – өзара әрекеттесу және байланыс құралы.

Зерттеудің эксперименттік бөлігінде АКТ жеке тапсырмалар үшін де, студенттердің бірлескен топтық жұмысы үшін де қолданылды. АКТ-ны қолдана отырып, CLIL сабақтарын жоспарлау кезінде сабақтың тақырыптық толықтығын, оқу процесі мен оқытылатын пәннен бөлек жүруге болмайтын техникалық құралдарды нақты анықтап, оған интеграциялануы керек. Зерттеу мақсатына жету үшін-CLIL-сыныптарда АКТ-ны компоненттердің бірлігінде қолданудың теориялық-педагогикалық негіздемесі және болашақ мұғалімнің негізі ретінде лингво-ақпараттық құзыреттілікті қалыптастыруды әдістемелік қамтамасыз ету үшін келесі міндеттер қойылды:

- ағылшын тілін пәндік-тілдік интеграцияланған оқытудың отандық және шетелдік тәжірибесі мен принциптерін зерделеу;

- CLIL-сыныптардағы оқу іс-әрекеті процесінде АКТ әсерін зерттеу және рөлін анықтау;

- CLIL-сыныптарда АКТ қолдану тиімділігін негіздеу және сынау.

Қорытынды

Сонымен, АКТ және білім беру технологиялары студенттер мен оқытушыларға бай мультимедиялық материалдармен жұмыс істеуге мүмкіндік береді, ал егер студенттер шет тілінде бағдарламалар, презентациялар, жобалар жасай алса, CLIL моделінің компоненттері жақсарарды, нәтижесінде ауызша және жазбаша тілдің табиғи үйлесімі пайда болады.

Пәндік-тілдік интеграцияланған оқытуға АКТ енгізу аудио немесе бейнематериалдар арқылы зерттелетін ақпаратпен танысуға немесе шолуға ғана емес, сонымен қатар шет тілді веб - құралдарды пайдалану арқылы мазмұнды кеңейтуге және тереңдетуге ықпал етеді.

Осылайша, АКТ негізінде дамыған компьютерлік дағдылар студенттерге жаңа материалды игеруге көмектеседі. Оларды білу өте маңызды және студенттерді жалпы білім берудің әртүрлі салаларына дайындайды.

CLIL шет тілін оқыту мен АКТ-ны біріктіру үшін жақсы жағдай жасайды. Пәннің және шет тілінің мазмұнын өзара байланысты зерттеудің мақсаты-лингво-ақпараттық құзіреттілікті қалыптастыру, оның ішінде шет тілін білу, ақпараттық технологиялар, болашақ педагогикалық іс-әрекетте оларды практикалық қолдануға ықпал ететін және кәсіби даму мен өзін-өзі жетілдірудің құралы болып табылатын дағдылар қалыптастырады.

Мақала Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті қаржыландырған «Студенттерді дербестірілген оқытуда цифрлық платформаны қолдану әдістемесі», «Жоғары оқу орындарында педагогикалық пәндерді оқытуда CLIL-технологиясын қолданудың теориялық және практикалық негіздері» атты жобалардың негізінде орындалды.

Пайдаланылған әдебиеттеріміз:

1 ҚР Президенті Қ.Ж.Токаев жолдаулары. <https://www.akorda.kz/kz/memleket-basshysy-kasym-zhomart-tokaevtynkazakistan-halkyna-zholdauy-183555>

2 Педагог мәртебесі туралы заң, Қазақстан Республикасының Заңы 2019 жылғы 27 желтоқсандағы № 293-VI ҚРЗ.<https://online.zakon.kz/>

3 Кунанбаева С.С. (2005) Современное иноязычное образование: методология и теории. Алматы, РК / Эдельвейс, 264 с.

4 Воронов, М.В., Слива А.В., Фокина В.Н. (2008) Компетентностное обучение в условиях информационно-коммуникационных дистанционных образовательных технологий. Открытое и дистанционное образование. №3 (31). 29-35. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14776780>

5 Karakozov, S.D., Ryzhova, N.I.(2019) Information and education systems in the context of digitalization of education. Journal of Siberian Federal University - Humanities and Social Sciences this link is disabled, 12(9), pp. 1635–1647.

6 С.Пейперт Конструкционизм - образовательная философия XXI века. <https://cyberleninka.ru/article/n/simor-papert-i-my-konstruksionizm-obrazovatel'naya-filosofiya-xxi-veka/viewer>

7 Абдул Вахид Хан (20-05-2008) "Электронные навыки" и информационная грамотность – ключевые факторы развития Retrieved from <http://www.ifarcom.ru/ru/news/479>

8 Роберт И.В. Методология информатизации образования. Текст научной статьи по специальности «Науки об образовании» <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-informatizatsii-obrazovaniya>

9 Нурғалиева Г.К. Электронное обучение как условие инновационного развития системы образования. Вестник КазНУ серия "Педагогические науки", Алматы № 1 (35) 2012.

10 Darazha, I., Lyazzat, R., Ulzharkyn, A., Saira, Z., Manat, Z. Digital Competence of a Teacher in a Pandemic. 2021 9th International Conference on Information and Education Technology, ICIET 2021, 2021, стр. 324–328, 9419644

11 Howard, J. and Major, J. (2005) Guidelines for designing effective English language teaching materials. Seoul, South Korea: PAAL9, Oct 2004. In Proceedings of the 9th Conference of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics, pp. 101-109

12 Сильвен, Л. С. (2017) Мотивация, изучение второго языка и CLIL. В А. Плинарес и Т. Мортон (ред.), Прикладная лингвистика Перспективы CLIL (стр. 51-66). Издательство Джона Бенджаминса

Reference:

1 KR Prezidenti K.Zh. Tokaev zholdauly [Messages of the President of the Republic of Kazakhstan K.J. Tokaev]. <https://www.akorda.kz/kz/memleket-basshysy-kasym-zhomart-tokaevtynkazakistan-halkyna-zholdauy-183555>. (In Kazakh)

2 Pedagog martebesі turaly zañ [Law on the status of teachers], Kazakstan Respublikasynyn Zany 2019 zhyly 27 zheltoksandagy № 293-VI QRZ.<https://online.zakon.kz/>. (In Kazakh)

3 Kunanbaeva S.S. (2005) Sovremennoe inozazychnoe obrazovanie: metodologiya i teorii [Modern foreign language education: methodology and theory]. Almaty, RK /Jedel'vejs, 264 s. (In Russian)

4 Voronov, M.V., Sliva A.V., Fokina V.N. (2008) Kompetentnostnoe obuchenie v uslovijah informacionno-kommunikacionnyh distancionnyh obrazovatel'nyh tehnologij [Competency training in the conditions of information and communication distance educational technologies]. Otkrytoe i distancionnoe obrazovanie. №3 (31). 29-35. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14776780> (In Russian)

5 Karakozov, S.D., Ryzhova, N.I. (2019) *Information and education systems in the context of digitalization of education* *Journal of Siberian Federal University - Humanities and Social Sciences* [this link is disabled](#), 12(9), pp. 1635–1647. (In Russian)

6 Sejmur Pejpert. *Konstruksionizm - obrazovatel'naja filosofija XXI veka*. [https](https://cyberleninka.ru/article/n/simor-papert-i-my-konstruksionizm-obrazovatel'naya-filosofiya-xxi-veka/viewer) [Constructionism is an educational philosophy of the 21st century]: //cyberleninka.ru/article/n/simor-papert-i-my-konstruksionizm-obrazovatel'naya-filosofiya-xxi-veka/viewer. (In Russian)

7 Abdul Vahid Han (20-05-2008) "Jelektronnye navyki" i informacionnaja gramotnost' – kljuचेvye faktory razvitija ["Electronic skills" and information literacy are key factors of development]. Retrieved from <http://www.ifapcom.ru/ru/news/479> (In Russian)

8 Robert I.V. *Metodologija informatizacii obrazovaniya* [Education Informatization Methodology]. *Tekst nauchnoj stat'i po special'nosti «Nauki ob obrazovanii»* <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-informatizatsii-obrazovaniya> (In Russian)

9 Nurgalieva G.K. (2012) *Jelektronnoe obuchenie kak uslovie innovacionnogo razvitija sistemy obrazovaniya* [E-learning as a condition for the innovative development of the education system]. *Vestnik KazNU serija "Pedagogicheskie nauki"*, Almaty № 1 (35). (In Russian)

10 Darazha, I., Lyazzat, R., Ulzharkyn, A., Saira, Z., Manat, Z. *Digital Competence of a Teacher in a Pandemic*. 2021 9th International Conference on Information and Education Technology, ICIET 2021, 2021, str. 324–328, 9419644. (In Russian)

11 Howard, J. and Major, J. (2005) *Guidelines for designing effective English language teaching materials*. Seoul, South Korea: PAAL9, Oct 2004. In *Proceedings of the 9th Conference of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics*, pp. 101-109. (In Russian)

12 Sil'ven, L. S. (2017) *Motivacija, izuchenie vtorogo jazyka i CLIL* [Motivation, learning a second language and CLIL]. V A. Llinares i T. Morton (red.), *Prikladnaja lingvistika Perspektivy CLIL* (str. 51-66). Izdatel'stvo Dzhona Bendzhaminsa. (In Russian)

Е.Ы. Бидайбеков¹, В.В. Гриншкун², Н.А. Курмангалиева^{1*}

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Мәскеу педагогикалық қалалық университеті, Мәскеу қ., Ресей

*e-mail: n.kurmangaliyeva@abaiuniversity.edu.kz

ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРНЫНЫҢ ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ ОРТАСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ МОДЕЛІ

Аңдатпа

Қазіргі ақпараттық қоғам жоғары білімге жаңа талаптар қойып отыр. Бұл, өз кезегінде университеттерде жұмыс істеу барысын жаһандық өзгерістерге, яғни олардың жұмысын ұйымдастыруға және қолданылатын білім берудің технологияларына көптеген дәстүрлі көзқарастарды қайта қарау және дамыту негізінде цифрлық білім беру ортасын (ЦББО) қалыптастырып дамытуды да қажет етеді. Жұмыстың мақсаты “Индустрия 4.0” технологияларын интеграциялау негізінде ЦББО-ның құрамдас бөліктерін анықтау болып табылады. ЦББО-ның құрылымдық-мазмұндық моделі, білім беру процесін ұйымдастырудағы негізгі компоненттердің өзара байланысын көрсететін функционалдық-мақсаттық, теориялық-әдістемелік, мазмұндық-іс-әрекеттік, талдау және нәтижелік бөліктерінен тұрады. Сонымен қатар, ЦББО моделі туралы көзқарасты анықтау үшін университет қызметкерлері мен оқытушыларынан сауалнама жүргізіліп, нәтижесінде жұмыста ұсынылған модельдің басшылар мен профессор-оқытушылар құрамын қанағаттандыратындығы туралы көрсеткіштер алынды.

Түйін сөздер: цифрлық білім беру ортасы, “Индустрия 4.0” технологиялары, құрылымдық-мазмұндық модель, цифрлық білім беру ортасының құраушылары, интеграция.

Аннотация

Е.Ы.Бидайбеков¹, В.В.Гриншкун², Н.А.Курмангалиева¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

²Московский педагогический городской университет, г.Москва, Россия

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Современное информационное общество предъявляет новые требования к высшему образованию. А это, в свою очередь, приводит к глобальным изменениям условий функционирования вузов и формированию и развитию цифровой образовательной среды (ЦОС) вузов на основе пересмотра и развития многих традиционных подходов к организации их работы и прикладных образовательных технологий. Цель работы - определение структурных компонентов формирования ЦОС, основанной на интеграции технологий «Индустрия 4.0». Структурно-содержательная модель ЦОС состоит из функционально-целевого, теоретико-методологического, содержательно-процессуального, аналитико-результативного блоков, которые показывают взаимосвязь основных компонентов в организации образовательного процесса. Кроме того, был проведен опрос сотрудников и преподавателей университетов с целью определения их отношения к модели ЦОС, в результате которой были получены положительные показатели.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, технологий “Индустрия 4.0”, структурно-содержательная модель, компоненты цифровой образовательной среды, интеграция.

Abstract

FORMATION OF THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT MODEL OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Bidaibekov Y.¹, Grinshkun V.², Kurmangaliyeva N.¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

²Moscow City University, Moscow, Russia

The modern information society makes new demands on higher education. And this, in turn, leads to global changes in the conditions for the functioning of universities and the formation and development of a digital educational environment (DEE) of universities based on the revision and development of many traditional approaches to organizing their work and applied educational technologies. The aim of the work was to determine the structural components of the formation of DEE, based on the integration of technologies "Industry 4.0". The structural-content model of DEE consists

of functional-target, theoretical-methodological, content-procedural, analytical-resultative blocks, which show the relationship of the main components in the organization of the educational process. In addition, a survey was conducted of university staff and faculty to determine their attitudes towards the DEE model, which resulted in positive results.

Keywords: digital educational environment, “Industry 4.0” technologies, structural and content model, digital educational environment components, integration.

Кіріспе

McKinsey Global Institute (MGI) мәліметтері бойынша, алдағы 20 жылда дүниежүзіндегі жұмыс операцияларының 50% дейін автоматтандырылуы мүмкін және бұл процесс ауқымы жағынан 18-19 ғасырлардағы өнеркәсіптік революциямен салыстыруға болады делінген. Өнеркәсіптік революция жекелеген елдерге әсерлі экономикалық өсу қарқынына қол жеткізуге мүмкіндік берді және олар ондаған жылдар бойы әлемдік экономикада көшбасшы болды [1]. Олардың қатарында цифрлық платформалар, цифрлық экожүйелер, үлкен деректер массивтерінің озық аналитикасы, 3D басып шығару, роботтандыру және заттардың интернеті сияқты Индустрия 4.0 технологиялары бар.

Аталған Индустрия 4.0 цифрлық технологиялары дүние жүзіндегі университеттер мен басқа да оқу орындарын дамытудың жаңа құралдарын ұсынады. Бұл университеттерде жұмыс істеу барысын жаһандық өзгерістерге алып келумен қатар, олардың жұмысын ұйымдастыруға және қолданылатын білім берудің технологияларына көптеген дәстүрлі көзқарастарды қайта қарауға және дамытуға негізделген цифрлық білім беру ортасын құруды қажет етеді [2].

Цифрлық білім беру ортасы әдетте білім беру процесін ұйымдастырудың әртүрлі талаптарын қамтамасыз етуге арналған ақпараттық жүйелердің ашық таратылған жиынтығы деп қарастырылады. Цифрлық білім беру ортасының басты мақсаты білім беру процесінің барлық қатысушыларының өзара әрекеттесуін, сондай-ақ олардың цифрлық білім беру ресурстарымен әрекеттесуін қамтамасыз ету болып табылады. Бүгінгі күні цифрлық білім беру ортасының құрамы мен құрылымын анықтауда кейбір эмпирикалық дәлелдер бар, бірақ бұл ортаның жалпы қабылданған инварианттық құрылымдары әлі анықталмаған. Осы жұмыс аясында осындай құрылымдарды бөліп көрсетуге және олардың негізінде цифрлық экономиканың талаптарына сәйкес келетін цифрлық білім беру ортасының моделін құру қажеттілігі туындайды.

Материалдар мен әдістер

Мақалада интернет шолуларына, электронды және журналдық басылымдар материалдарына талдау жүргізілді. Ақпараттық жүйелерді жобалау мен модельдеудің интеграцияланған ғылыми теориясына негізделген эмпирикалық әдіснамаға, әдістер мен технологияларға сүйене отырып, цифрлық білім беру ортасы негізінде білім беру процесін қамтамасыз етудің интеграцияланған жүйесін жетілдіру мәселесін шешуге болады.

Бұл мәселені шешу үшін әлемде және Қазақстанда білім беру платформалары мен ақпараттық-білім беру орталарын пайдалана отырып, кадрларды даярлауды ұйымдастырудың қолданыстағы жүйелерін толық зерделеу қажет. Тиімді тәжірибелерді анықтаудың және олардың негізінде ақпараттық-білім берудің интеграцияланған моделін құрудың негізгі құралы кәсіптік білім беруді ұйымдастырудың қолданыстағы жүйелерін зерттеу болып табылады.

Осы модель негізінде цифрлық білім беру ортасының құрылымын анықтау, деректер ағындары мен құрамдас құрылымдар арасындағы байланыстарды, ұйымдастырушылық және әдістемелік міндеттерді сипаттау бойынша шаралар кешені анықталған. Білім беру ұйымдарында кәсіптік оқыту жүйесін ұйымдастыру шетелдік оң тәжірибелерді де ескере отырып, тәжірибе алмасу, курстарды қайта өңдеу, студенттер мен оқытушылардың ұтқырлығы тұрғысынан интеграциялық мүмкіндіктерді анықтау қажет.

Талқылау

Соңғы жылдардағы жарияланымдарды талдау цифрлық білім беру ортасының мәселелерін талқылау, әдетте, белгілі бір пәннің, белгілі бір университеттің аясында өтетінін көрсетеді, ал нақты бағыттың аясындағы еңбектер өте сирек. Бұл ретте университеттің цифрлық білім беру ортасының жалпы құрылымын талқылауға арналған жұмыстар бар [3]. Білім беруді интенсификациялау ақпараттандыру үдерісінің басталуы жағдайында цифрлық білім беру ортасының жалпы құрылымын бірқатар ғалымдардың көзқарасы бойынша (И.Г.Захарова, А.Г.Абросимов, Б.С.Ахметов) жоғары оқу орнының ақпараттық білім беру ортасын модельдеудің ғылыми-әдістемелік негіздерін, С.Л.Атанасянның

еңбектерінде педагогикалық университеттің ақпараттық білім беру ортасының моделі құрылып, талданған [4]. А.Байганова [5] ақпараттық білім беру ортасы жағдайында колледж білім алушыларына информатиканы оқыту әдістемесін жетілдіру тұрғысынан зерттеген. Бұл ретте «Цифрлық білім беру ортасы» термині білім беру ортасын ақпараттық технологиялар негізінде құрылған сапалы жаңа білім беру ресурстарымен толтыруды білдіреді. Бірқатар жұмыстар цифрлық білім беру ортасы мен медиа-білім беру жүйесі арасындағы байланысты зерттейді. Мысалы, А.Г.Бодалова, В.А.Бондаренко және басқа авторлар еңбектерінде цифрлық экономика қоғамының қалыптасуы жағдайында цифрлық білім беру жүйесін дамытудағы медиа-білімнің рөлін зерттейді [6]. И.В.Фотиев пен Қ.А.Кирилина мақалаларында медиабілім беруді цифрлық білім беру контекстінде жалпы философиялық ұстанымдардан қарастырады [7]. Соңғы жылдары цифрлық білім беру ортасы бір уақытта техникалық, педагогикалық және әлеуметтік жүйе ретінде қарастырылатын зерттеулер пайда болды.

Бірақатар шетелдік ғалымдардың (С.Блэк, А.Сильверблатт) еңбектерінде ақпараттық сауаттылықтың әртүрлі аспектілері компьютерлік сауаттылық түсінігін кеңейту және тереңдету ретінде зерттеледі, сонымен қатар әр түрлі сала мамандарының ақпараттық сауаттылығын меңгеру қажеттігі атап өтілген. А.Я.Ли [8] еңбектерінде Қытайдың нақты мысалын пайдалана отырып, медиа сауаттылықты қалыптастыру үшін мобильді құрылғылардың мүмкіндіктерін зерттейді. Автор мұғалімдер мен студенттер арасындағы интерактивті өзара әрекетті ұйымдастыруға мүмкіндік беретін Web 2.0 технологияларының пайда болуының түбегейлі маңыздылығын атап көрсетеді.

Арнайы педагогикалық мәселелер кеңірек жалпылауларға әкеледі: динамикалық цифрлық әлемде медиа сауаттылықты қалыптастыру перспективалары М.Булгер, Р.Дэвисон [9] және қазіргі киберкеңістік сипаттамаларының білімге әсері С.Галик [10] еңбектерінен орын алған. Бұл, қазіргі білім берудің өзекті мәселелері болып табылады. Қазіргі ақпараттық қоғамның маңызды белгілерінің бірі – «Үлкен деректер» феноменінің пайда болуы. Оның білім беру ортасына әсері әртүрлі және аз зерттелген, бұл мәселені өз еңбегінде В.Уильямсон [11] атап өткен. Үлкен деректердің болуы қажетті ақпаратты табуды және байланысуды қиындатады. Бұл аспектілер А.Фолк [12] еңбегінде қозғалады.

Соңғы жылдардағы зерттеулердің іргелі бағыты оқу және қарым-қатынас процесінде «smart технологияларды» қолдануды талдау болып табылады: М.Т.Коул, Л.Б.Сварц [13]. Атап айтқанда, мұндай технологияларға сүйену көптілді топтарда оқытуды ұйымдастыруға мүмкіндік береді [14]. Дәл осы бағытта жеке оқыту жолдарын таңдау арқылы оқытуды жекелендіру үшін цифрлық білім беру ортасының мүмкіндіктері зерттелуде. Бұл аспект С.Бенхамди және басқалардың жұмысында қарастырылды [15]. Жалпы, цифрлық білім беру ортасына, оның негізінде медиаграмматиканы қалыптастыруға және оқу үдерісін ұйымдастыруға қатысты зерттеулердің кең ауқымын атап өтуге болады.

Нәтижелер

Электрондық ресурстарға, құралдарға және қызметтерге шексіз қолжетімділікті қамтамасыз ететін цифрлық технологиялар жылдам таралады және жаңартылады. Жаңа технологиялық (цифрлық) революцияның даму қарқыны соншалық, ол білім алушылар мен оқытушыларға өзін-өзі бақылау және өзара бақылаудың, бірыңғай ақпараттық кеңістік негізінде оқуға қызығушылықты қалыптастырудың және оны ортақ пайдаланудың, виртуалды шындық (VR) технологиялары мен жасанды интеллект арқылы танымдық қабілеттерін дамытудың бұрын-соңды болмаған мүмкіндіктерін ұсынады. Бірақ оқу процесінде заманауи технологияларды қолдану бойынша әдістемелік нұсқаулықтарды әзірлеу өте баяу жүріп жатыр. Сондықтан жаңа ақпарат пен педагогикалық іске асыруды пайдаланатын жаңа тәсілдер мен әдістемелік шешімдерді жасау қажет. Бұл шешімдер білім алушылардың өзіндік жұмысына, олардың шағын топтардағы бірлескен жұмысына, бірлескен әрекеттестікке, цифрлық технологияларға негізделген оқытуға негізделуі керек. Мұның барлығы оқытушының рөлін өзгертуді де, білім алушылардың тиісті қабілеттерін қалыптастыруды да, оқу-тәрбие жұмысының тәртібін жаңартуды да, оқу үдерісі құрылымында мұндай жұмыстарға орын бөлуді талап етеді. ЦТ қолдану негізіндегі инновациялық даму саласындағы мемлекеттің жаңа басымдықтары оқытуда ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) пайдаланудың үшінші толқынын тудырады. Өндірістік және әлеуметтік саладағы кәсіпорындардың цифрлық трансформациясы «Цифрлық Қазақстан» Ұлттық бағдарламасының бастамасымен, ол да білім берудегі сәйкес өзгерістерді қолдауы тиіс.

Білім беру жүйесіндегі трансформациялық процестер бүкіл әлемде жүріп жатыр және отандық білім беруде қажет екені сөзсіз. Білім беру саласындағы цифрлық экономиканың талаптары, ең алдымен,

әрбір білім алушының ХХІ ғасыр құзыреттіліктерін (сыни тұрғыдан ойлау, өз бетінше білім алу, «білімін шығара білу», цифрлық құралдарды толық пайдалана білу) меңгеруі және олардың күнделікті өміріндегі қызметтер), сондай-ақ қарқынды дамып келе жатқан цифрлық ортада бар білімді қолдануға шығармашылық көзқарас болып табылады. Білім берудің цифрлық трансформациясы – бұл жоспарланған білім беру нәтижелерін, білім беру мазмұнын, оқытудың әдістері мен ұйымдастыру формаларын жаңарту және әр білім алушының білім беру нәтижелерін түбегейлі жақсарту үшін қарқынды дамып жатқан цифрлық ортада қол жеткізілген нәтижелерді бағалау. Бұл цифрлық трансформацияны іске асыру қолданыстағы педагогикалық тәжірибеде сапалы жаңа тәсілдерді, білім беру мазмұны саласындағы ғылыми-әдістемелік зерттеулер мен әзірлемелердің құралдары мен платформаларын өзгертуді талап етеді.

Цифрлық білім беру ортасы – бұл білім беру үдерісін ақпараттық технологиямен қамтамасыз етумен шектелмейтін, білім беру мекемелерінің жүйесін, басқару тетіктерін, оқу материалдарының деректер қорын және компьютерлік бағдарламаларды, жергілікті және ғаламдық ақпараттық желілерді, әртүрлі кітапханаларды, техникалық құралдарды және оларды оқу іс-әрекетінде пайдалану бойынша бағдарламалық, әдістемелік нұсқауларды біріктіретін күрделі ұғым. Цифрлық білім беру ортасы шеңберінде оқыту процесі келесідей: оқытудың әрбір деңгейіне немесе құзыреттілікке қажетті білім алушылардың жетістігі стандарттарын әзірлеу, содан кейін алынған аттестаттау нәтижелерін келесі деңгейге оқуға қабылдау стандарты мен аттестаттау нәтижелерімен салыстыру; Студенттің оқу үлгерімінің ағымдағы мониторингін ақпараттық қолдауды және бағалауды ұсына отырып, жазбаша жұмыстарды бағалау, қарау, оны тіркеу үшін электрондық есеп дайындау және университеттің тиісті бөлімшесіне жіберу; Сабақтардың модерациясын және аттестаттауды қолдау, оқу жетістіктерінің статистикасын жинақтау, талдау, білім алушылардың жетістіктерін қайта есепке алу мүмкіндігі; Білім алушының ақпараттық ресурстарға қолжетімділігін қамтамасыз ету барысында білім беру мазмұнын стандарттау және білім беру мазмұнын оның жеке ерекшеліктеріне бейімдеу; Білім беру мазмұнының ең аз қажетті көлемін білім алушының жеке мүмкіндіктеріне сәйкес қамтамасыз ету.

Цифрлық білім беру ортасы (ЦББО) тиімді жекелендірілген оқытуды және бақылауды ұйымдастыруға, студенттің жетістігін бақылауға (соның ішінде өз бетінше оқу әрекеті) мүмкіндік береді. ЦББО білім алушының білім беру мазмұнына қолжетімділік мүмкіндіктерін, оның орналасқан жері бойынша уақытын шектемей, кеңейтеді, бірақ сонымен бірге білім беру процесінің орындалуына қатысты жауапкершілік артады. Педагогикалық дизайн талаптарына сәйкес әзірленген мультимедиялық оқу материалдарын, виртуалды/толықтырылған шындық технологияларын, геймификацияны кеңінен қолдану оқу материалын бейімдеуге, білім алушыларды оқуға ынталандыруға, ұйымдастырушылық, педагогикалық және тәрбиелік жұмыстың табысты өтуіне жағдай жасауға айтарлықтай ықпал етеді.

Бұл тәсіл цифрлық білім беру ортасына негізделген білім беру қызметін ақпараттық-коммуникациялық қамтамасыз ету үшін компоненттер мен цифрлық ресурстарды дәйекті қарастыруды, әзірлеуді және интеграциялауды қамтиды. Цифрлық білім беру ортасының жұмыс істеу процестері тиісті ақпараттық-коммуникациялық технологиялар құралдарымен және оны пайдаланатын әрі қолдайтын қызметкерлердің біліктілік құзыретімен және Қазақстан Республикасының заңнамасына сәйкес қамтамасыз етіледі. Цифрлық білім беру ортасының құрылымдық-мазмұндық моделі, білім беру процесін ұйымдастырудағы негізгі компоненттердің өзара байланысын көрсететін функционалдық-мақсаттық, теориялық-әдістемелік, мазмұндық-іс-әрекеттік, талдау және нәтижелік блоктарынан тұрады (1-сурет). Цифрлық білім беру ортасы негізінде білім беру процесін ұйымдастыру келесі құрамдас бөліктердің өзара байланысымен қамтамасыз етіледі және анықталады:

- оқу (оқу процесін ұйымдастыру, оның ішінде жеке білім беру траекториясын, және әдістемелік қызмет);
- оқыту нәтижелерін өлшеу (оқу нәтижелерін бақылау және өлшеу);
- оқудан тыс тыс (білім алушылардың жеке қызығушылықтарын қалыптастыру, цифрлық қоғамдастықтарға қатысу және басқа да оқудан тыс жұмыс түрлері);
- ғылыми-зерттеу (зерттеу және ғылыми жұмыстарды жүргізу, оқытуда жаңа әдістемелік шешімдерді әзірлеу, профессорлық-оқытушылық құрам (ПОК) және қызметкерлердің біліктілігін арттыру),
- ұйымдастыру-басқару (басқару және шаруашылық қызметті ұйымдастыру бойынша ақпарат ағындарын модельдеу).

Аталған құрамдас бөліктермен қатар жоғары білім беру жүйесіндегі цифрлық білім беру ортасының жұмыс істеуі 1-суретте көрсетілген модельге сәйкес талаптарды тікелей немесе жанама түрде анықтайды:

- Ұйымдастырушылық-құқықтық талаптар цифрлық білім беру ортасын қалыптастыру бойынша ұсыныстарды және цифрлық инфрақұрылымның құрылымы мен құрамдас бөліктеріне қойылатын талаптарды қамтиды;

- материалдық-техникалық талаптар әртүрлі формалар мен әдістерде оқу процесін ұйымдастыруға, құжат айналымын, шаруашылық және қаржылық қызметті қамтамасыз етуге, ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге қажетті ақпараттық ағындардың жүйелік мүмкіндіктерімен және моделімен анықталады;

- персонал құзыретіне қойылатын талаптар қызметкерлердің және ПОҚ қызметінің барлық түрлерінде пайдаланатын құралдар мен тәсілдердің сипаттамаларынан, жалпы цифрлық білім беру ортасының даму стратегияларынан және оны пайдалану нұсқаулықтарынан тұрады;

- Қазақстан Республикасы мемлекеттік білім беру стандарттарына сәйкес оқу процесін қамтамасыз ету талаптары.

Білім беру ұйымының әрбір қызметінің тиімділігі цифрлық технологияларды қолдану арқылы арттырылуы тиіс және оқу үдерісін ұйымдастыруда, білім беру нәтижелерін бақылау және өлшеуде, ғылыми-әдістемелік қызметте, ұйымдастыру, басқару және шаруашылық іс-әрекетте цифрлық ресурстар мен технологияларды барынша жан-жақты, бірлесіп және біркелкі қолдануды қамтамасыз ету қажет.

Цифрлық білім беру ортасының моделін жобалауды қарастыру кезінде 1-суретте көрсетілген үлгіге сәйкес цифрлық білім беру ортасының әрбір құрылымдық компонентінің функционалдық міндеттерін сипаттау қажет. Оқу компонентінің элементтері:

- оқытудың кредиттік-модульдік жүйесі негізінде оқыту бағыттары бойынша құрылымдалған оқу-әдістемелік материалдар банкі құру;

- ақпараттық жүйенің, оқу бейне порталының білім беру қызметтерін әзірлеу және интеграциялау;

- Ұлттық және халықаралық ашық білім беру платформаларында жаппай ашық онлайн курстарды (ЖАОББК) әзірлеу және орналастыру;

- білім беруге перспективті технологияларды бейімдеу және енгізу (жасанды интеллект, виртуалды шындық, блокчейн, бұлттық технологиялар және т.б.);

- қашықтан оқыту жүйелерін дамыту және аралас, төңкерілген білім беру технологияларын енгізу (бейне курстар, вебинарлар, подкасттар, форумдар және т.б.);

- білім беруді дербестендіру құралдарын әзірлеу және білім алушылар үшін оқу-әдістемелік жұмыстардың мәтінді бірегейлікке тексеру (антиплагиат) жүйесі бар электрондық репозиторийін қалыптастыру.

Оқудан тыс қызметтің құрамдас бөліктері:

- білім беру ұйымының оқудан тыс қызметіне қажетті ішкі және сыртқы цифрлық ресурстарды іріктеу және оларды дамыту;

- мәдени және бұқаралық іс-шараларға арналған цифрлық ресурстар мен арнайы жабдықтарды интеграциялау, оның ішінде оқудан тыс іс-шаралар туралы цифрлық ақпаратты хабарлау мүмкіндігі;

- оқудан тыс қарым-қатынастың ішкі жүйелері мен құралдарын әзірлеу.

Ғылыми-зерттеу қызметінің құрамдас бөліктері:

- қызметкерлердің ғылыми көрсеткіштерінің рейтингін анықтауды автоматтандыру;

- ғылыми жобалардың орындалу барысын, орындалуын және қолдауын есепке алу;

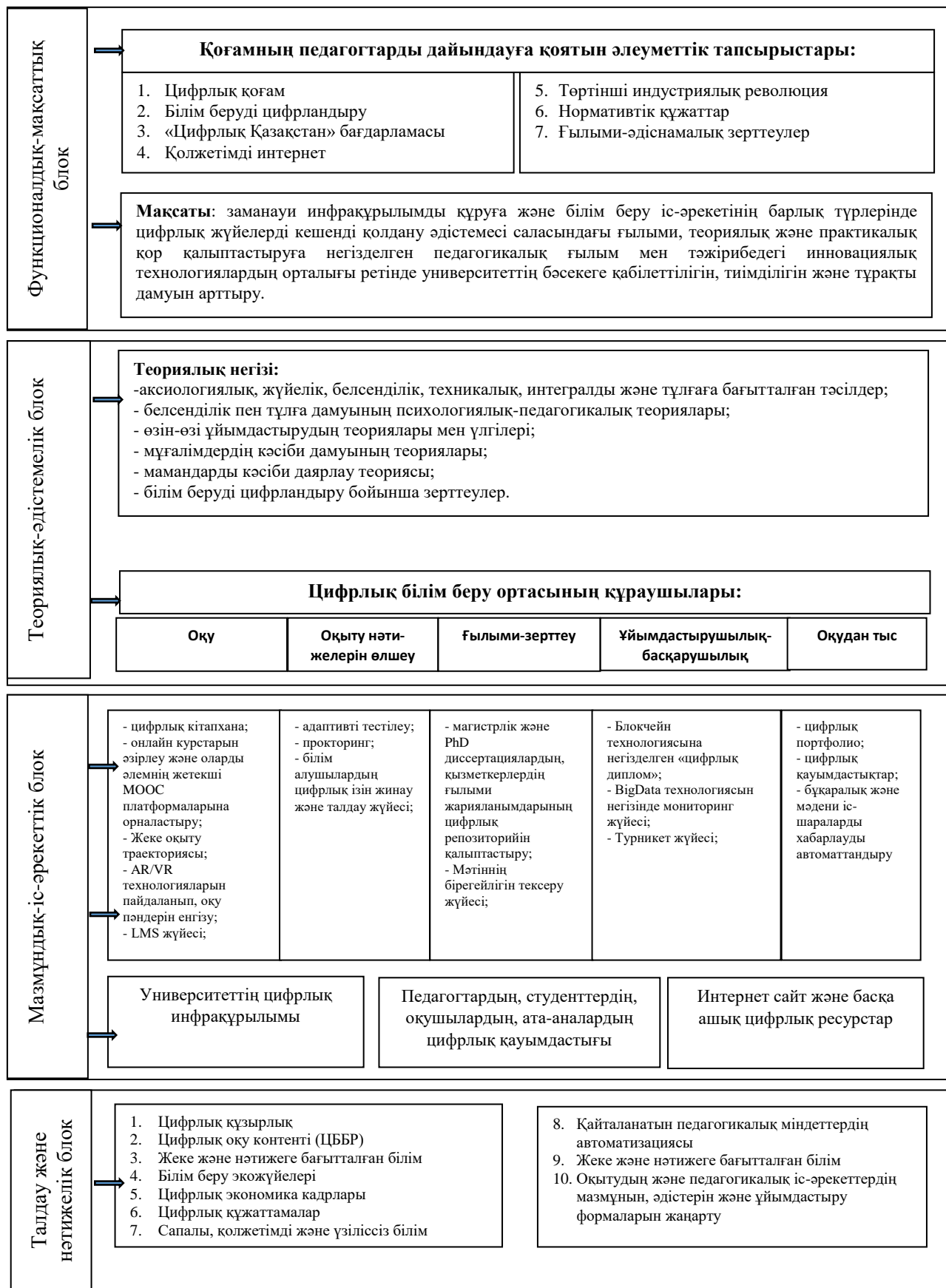
- мәтінді бірегейлікке автоматты түрде тексеретін (антиплагиат) магистрлік және PhD-диссертациялардың, қызметкерлердің ғылыми жарияланымдарының цифрлық репозиторийін қалыптастыру;

- электрондық конференцияларды дайындау және өткізу жүйесін енгізу;

- ғылыми журналдардың цифрлық нұсқаларын, мақалалардың цифрлық жинағын дайындау, шолу және басып шығару;

- білімге негізделген халықаралық деректер қорына қол жеткізу;

- зерттеу жүргізу үшін және зерттеуді білім алушыларға арналған оқу ресурстарымен байланыстыру үшін бұлтқа негізделген деректер құралдарына қолжетімділік.



Сурет 1. Білім беру қызметінің түрлеріне ақпараттандыру технологияларын интеграциялау арқылы педагогикалық жоғары оқу орнының цифрлық білім беру ортасын қалыптастыру моделі

Ұйымдастыру-басқару қызметінің құрамдас бөліктерінің негізгі бағыттары:

- барлық ұйымдастырушылық, техникалық, экономикалық және оқу-тәрбие процестерін басқаруды автоматтандыру;

- білім беру үдерістерін басқару (оқу жоспарларын, бағдарламаларын қалыптастыру, жүктемені бөлу, оқыту сапасын есепке алу және талдау).

- цифрлық құжат айналымы бойынша бірыңғай деректер базасын құру және жүргізу.

Оқудан нәтижелерін өлшеу қызметінің элементтері:

- тест материалдарын диагностикалық, өлшеу және бақылау түрлеріне бөлуге негізделген әртүрлі тест тапсырмаларын және оларды тексеру жүйелерін әзірлеу, енгізу және автоматтандыру;

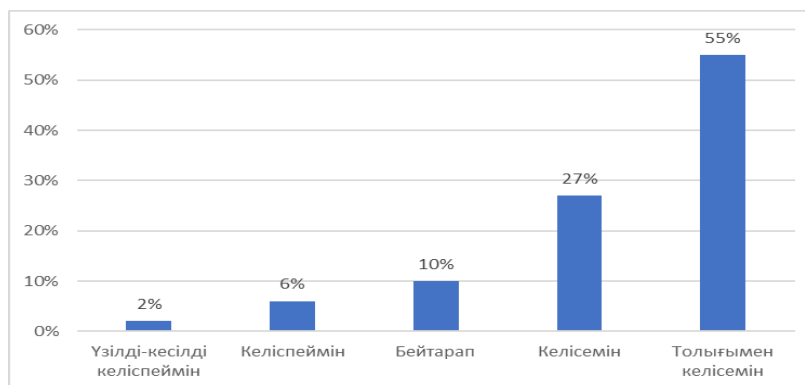
- оқу пәндері мен бағыттары бойынша тапсырмалардың бірыңғай деректер қорын әзірлеу;

- бақылау-өлшеу және оқу материалдарын оқыту нәтижелерінің мониторингінің бейімделу жүйесін одан әрі енгізумен байланыстыру [12], оның ішінде прокторинг жүйесін дамыту (онлайн тестілік мониторинг).

Ғылым және жоғары білім министрлігінің талаптары қашықтан білім беру әдістерін оқу үдерісіне міндетті түрде енгізуді анықтайды, ал e-learning және қашықтан білім беру технологиялары арқылы іске асырылатын білім беру бағдарламаларын аттестаттау емтиханын өткізу кезінде міндетті түрде білім беру жүйесін реттейтін жергілікті нормативтік актілер болуы керек. Атап айтқанда, Білім беру үдерісіне қатысушыларды анықтау және олардың іс-әрекеттерін құжаттау тәртібі, E-learning шеңберінде онлайн консультациялар өткізудің шарттары мен құралдары, Білім алушылардың білім беру бағдарламасының оқу-әдістемелік материалдарына қолжетімділігі, оқу процесіне қатысушылардың топтық және жеке өзара әрекеттесу регламенті, сондай-ақ әдістемелік ұсыныстар, ЖОО-ның электрондық ақпараттық білім беру ортасындағы жұмыс нұсқаулығы міндетті болып табылады. Тиісінше, цифрлық трансформация жағдайында университетке ЖОО-ның білім беру ортасының жұмыс істеуінің ақпараттық моделін, “Цифрлық білім беру ортасы туралы ережені” әзірлеу және енгізу қажет.

Цифрлық білім беру ортасының моделі туралы көзқарасты анықтау үшін Абай атындағы ҚазҰПУ, Қазақ Ұлттық қыздар педагогикалық университетінің білім беру департаменттерінің басшылары, институт директорлары, кафедра меңгерушілері, профессор-оқытушылар құрамынан сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижесінде цифрлық білім беру ортасының моделі басшылар мен профессор-оқытушылар құрамын қанағаттандыратындығы туралы көрсеткіштер алынды.

Сауалнамада ашық және жабық түрдегі сұрақтардың 15 сұрағы қолданылды. Жауап нұсқалары 5 баллдық жүйе бойынша Likert шкаласын қолданылды: 5 - толығымен келісемін, 4 - келісемін, 3 - бейтарап, 2 - келіспеймін, 1 – үзілді-кесілді келіспеймін. Нәтижелер 2-суретте берілген.



Сурет 2. Университет қызметкерлері мен профессор-оқытушылар құрамы арасында Likert шкаласы бойынша жүргізілген сауалнаманың нәтижесі

Цифрлық білім беру ортасы моделінің сапасына келетін болсақ, мұнда қанағаттану дәрежесі 82% құрады, бұл цифрлық білім беру ортасы моделі сапасын анықтаудың тамаша көрсеткіші. Көпшілік – 55% – «толығымен келісемін» деген жауапты таңдаған.

Қорытынды

Білім беру процесін ұйымдастыру үшін цифрлық білім беру ортасын пайдалану ақпараттық технологиялардың дамыған цифрлық құралдарын пайдалануды, педагогтардың цифрлық құзыретінің жоғары деңгейін және цифрлық білім беру ортасын жүйелі жобалау мен дамытуды білдіреді.

Төртінші өнеркәсіптік революция жетістіктеріне негізделген цифрлық білім беру ортасында медиабілім беру әдістері мен технологияларын интеграциялау оның білім беру мүмкіндіктерін кеңейтеді. Заманауи цифрлық білім беру ортасы білім беру платформалары, бірыңғай деректер базалары, жоғары жылдамдықты байланыс желілері негізінде өзінің «цифрлық өмірін» жалғастырады және осы технологияларды кешенді қолданудың арқасында үлестірілген ұйымдастырушылық және білім беру ортасы құрылады. Ең бастысы, осы ортада ақпараттық қоғамда табысты өмір сүруі үшін цифрлық технологиялармен жұмыс істеуде кәсіби және кәсіптік емес құзыреттерді және «өмір бойы білім алу» дағдыларын игеретін болашақ мамандар қалыптасады.

Цифрлық трансформация цифрлық технологиялардың дамуына сүйенеді, себебі олар ақпараттық механикаландырылған және автоматтандырылған барлық салаларда қоғамдық дамуға жалпы әсер етеді. Цифрлық трансформация процестері қазіргі және болашақтағы технологиялық өзгерістерді ескереді, іс жүзінде адам қызметінің барлық салаларына әсер етеді.

Университетте онлайн-білім беру, аралас және мобильді оқыту сияқты озық технологиялық шешімдердің болуы, шын мәнінде, тек бір цифрлық білім беру ортасында тұтас жүзеге асыру білім беру ұйымы жетістігінің негізгі факторы болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Трачук А.В., Линдер Н.В. Инновации и производительность: эмпирическое исследование факторов, препятствующих росту методом продольного анализа. *Управленческие науки*. 2017;7(3):43-58. <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2017-7-3-43-58>
- 2 Bidaibekov, E., Grinshkun, V. *How the Education System Should Respond to the Technological Development and Informatization of the Society Communications in Computer and Information Science*, 2021, 1204 CCIS, стр. 26–33.
- 3 Балықбаев Т.О., Бидайбеков Е.Ы., Ахметов Б.С., Гриншкун В.В. Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетін цифрландыру тұжырымдамасы. -Алматы: Ұлағат, 2020. -109 б.
- 4 Атанасян С.Л. Формирование информационной образовательной среды педагогического вуза: дисс. ...докт.пед.наук: 13.00.02. –Москва, 2009. –498 С.
- 5 Байганова А. Совершенствование методики обучения информатике учащихся колледжа в условиях информационной образовательной среды: дисс. ...канд.пед.наук: -Алматы, 2008. -133 б.
- 6 Бадалов А.Г., Бондаренко В.А., Жебровская Л.А., Колесников Ю.А., Ларионов В.Г. Медиаобразование в развитии образовательной среды в условиях инновационной экономики. -*Медиаобразование*, 2017. -С.62-72.
- 7 Фотиев И.В., Кириллин К.А. Медиаобразование как форма цифрового образования: проблемы и тенденции //*Мир науки, культуры и образования*, 2019, 2(75). -С.266-268.
- 8 Lee, A.Y.L. (2016). *Media education in the School 2.0 era: Teaching media literacy through laptop computers and iPads. Global media and China*. 1(4): 435-449. DOI: 10.1177/2059436416667129
- 9 Bulger, M., Davison, P. *The Promises, Challenges and Futures of Media Literacy. Journal of Media Literacy Education*. 2018, 10(1): 1-21. [Electronic resource]. URL: <https://digitalcommons.uri.edu/jmle/vol10/iss1/1/>
- 10 Gálík, S. *Influence of cyberspace on changes in contemporary education. Communication Today*. 2017, 8(1): 30-38.
- 11 Williamson, B. (2018). *Big data and education*. London: Sage. [Electronic resource]. URL: <https://www.bookdepository.com/Big-Data-Education-Ben-Williamson/9781473948006>
- 12 Folk, A. (2018). *Drawing on students' funds of knowledge: using identity and lived experience to join the conversation in research assignments. Journal of Information Literacy*. 12(2): 44-59. [Electronic resource]. URL: <https://ojs.lboro.ac.uk/JIL/article/view/LLC-V12-I2-1>
- 13 Cole, M.T., Swartz, L.B. (2020) *Providing an ethical framework for smart learning: a study of students' use of social media*. In: Uskov, V., Howlett, R., Jain, L. (eds) *Smart Education and e-Learning 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies*. 188. Singapore: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5584-8_12
- 14 Rutkauskienė, D., Volodžkaitė, G., Hansen, D.T., Murray, M., Kubiliūnas, R. (2020). *Relevancy of the MOOC About Teaching Methods in Multilingual Classroom*. In: Uskov, V., Howlett, R., Jain, L. (eds) *Smart Education and e-Learning 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies*. 188. Singapore: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5584-8_7
- 15 Benhamdi, S., Babouri, A., Chiky, R. (2017). *Personalized recommender system for e-Learning environment. Education and Information Technologies*. 22(4): 1455-1477. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9504-y>

References:

- 1 Trachuk A.V., Linder N.V. (2017) *Innovacii i proizvoditel'nost': empiricheskiye issledovaniye faktorov, prepyatstvuyushih rostu metodom prodol'nogo analiza. [Innovation and Productivity: An Empirical Investigation of Factors that Hinder Growth with a Longitudinal Analysis]. Upravlencheskiye nauki - Management Sciences. 7(3):43-58. <https://doi.org/10.26794/2304-022X-2017-7-3-43-58> [in Russian]*
- 2 Bidaibekov, E., Grinshkun, V. *How the Education System Should Respond to the Technological Development and Informatization of the Society Communications in Computer and Information Science, 2021, 1204 CCIS, cmp. 26–33.*
- 3 Balykbaev T.O., Bidaibekov E.Y., Akhmetov B.S., Grinshkun V.V. (2020) *Abai atyndagy Kazakh ul'ttyk Academiae paedagogicae tsifrandyru tyzhyrymdamasy. [The concept of digitization of the Abai Kazakh National Pedagogical University]. Almaty: Ulagat. -109 p. [in Kazakh]*
- 4 Atanasyan, S.L. (2009). *Formirovaniye informacionnoj obrazovatel'noj sredy pedagogicheskogo vuza. doktor filosofii [Formation of the information educational environment of a pedagogical University]. PhD. Dis. Moscow. [in Russian]*
- 5 Baiganova A. (2008). *Sovershenstvovaniye metodiki obucheniya informatike uchashihsya kolledja v ucloviyah informacionnoj obrazovatel'noj sredy. [Improving the Methods of Teaching Informatics to College Students in the Information Educational Environment]. PhD Dis. Almaty, 133 p. [in Russian]*
- 6 Badalov, A.G., Bondarenko, V.A., Zhebrovska, L.A., Kolesnikov, Y.A., Larionov, V.G. (2017). *Mediaobrazovanie v razvitiy obrazovatel'noj sredy v usloviyah innovacionnoj ekonomiki. [media education in the development of the educational environment in the conditions of innovation economy]. Mediaobrazovanie – Media Education. 2: P.62-72. [in Russian]*
- 7 Fotiev I.V., Kirillin K.A. (2019). *Mediaobrazovanie kak forma cifrovogo obrazovaniya: problemy i tendencii [Media Education as a form of digital education: problems and trends]. Mir nauki, kul'tury i obrazovaniya. 2(75): 266-268. [in Russian]*
- 8 Lee, A.Y.L. (2016). *Media education in the School 2.0 era: Teaching media literacy through laptop computers and iPads. Global media and China. 1(4): 435-449. DOI: 10.1177/2059436416667129*
- 9 Bulger, M., Davison, P. *The Promises, Challenges and Futures of Media Literacy. Journal of Media Literacy Education. 2018, 10(1): 1-21. [Electronic resource]. URL: <https://digitalcommons.uri.edu/jmle/vol10/iss1/1/>*
- 10 Gálik, S. *Influence of cyberspace on changes in contemporary education. Communication Today. 2017, 8(1): 30-38.*
- 11 Williamson, B. (2018). *Big data and education. London: Sage. [Electronic resource]. URL: <https://www.bookdepository.com/Big-Data-Education-Ben-Williamson/9781473948006>*
- 12 Folk, A. (2018). *Drawing on students' funds of knowledge: using identity and lived experience to join the conversation in research assignments. Journal of Information Literacy. 12(2): 44-59. [Electronic resource]. URL: <https://ojs.lboro.ac.uk/JIL/article/view/LLC-V12-I2-1>*
- 13 Cole, M.T., Swartz, L.B. (2020) *Providing an ethical framework for smart learning: a study of students' use of social media. In: Uskov, V., Howlett, R., Jain, L. (eds) Smart Education and e-Learning 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies. 188. Singapore: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5584-8_12*
- 14 Rutkauskiene, D., Volodzkaitė, G., Hansen, D.T., Murray, M., Kubiliunas, R. (2020). *Relevancy of the MOOC About Teaching Methods in Multilingual Classroom. In: Uskov, V., Howlett, R., Jain, L. (eds) Smart Education and e-Learning 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies. 188. Singapore: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5584-8_7*
- 15 Benhamdi, S., Babouri, A., Chiky, R. (2017). *Personalized recommender system for e-Learning environment). Education and Information Technologies. 22(4): 1455-1477. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9504-y>*

МРНТИ: 20.01.45
УДК 371.31

<https://doi.org/10.51889/7332.2022.38.44.026>

А.С. Ерсұлтанова^{1*}, Н. Карелхан¹

¹Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

*e-mail: Aitkul.yersultanova@mail.ru

ИНКЛЮЗИВТІ БІЛІМ БЕРУДЕ ЦИФРЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚТЫ ЖОБАҒА БАҒЫТТАП ОҚЫТУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Аңдатпа

Инклюзивті білім беруді қолдаудағы цифрлық технологиялар – бұл ерекше білім беруді қажет ететін тұлғаларды дамытудың, тәрбиелеудің және оқытудың тиімді құралдарының бірі болып табылады. Мақалада, инклюзивті білім беруде цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқыту жағдайларына теориялық талдаулар жасалып, жалпы білім беру ұйымдарында цифрлық сауаттылық пәнін ерекше білімді қажет ететін оқушыларға оқытудың тиімді әдістері негізделіп, оқыту ерекшеліктері қарастырылды. Аталмыш әдістер цифрлық сауаттылықты барлық білім алушыларға бірдей қолжетімді етеді. Цифрлық инклюзия - бұл теңсіздікті, азаматтардың цифрлық оқшаулануын жеңуге бағытталған цифрлық қоғамдағы әлеуметтік инклюзияның бір түрі, яғни цифрлық сауаттылықты үйретуде инклюзивті сыныптарды оқытуда тиімді әдістерді қолданудың барлық мүмкіндіктерін пайдалану – оқытушылардың дайындық деңгейіне тығыз байланысты. Осыны ескере отырып, қосымша материал ретінде отандық және шетелдік зерттеулердің тұжырымдамалары нәтижелерін ұсыну маңызды болып отыр.

Түйін сөздер: инклюзивті білім беру, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, цифрлық сауаттылық, жобалық оқыту.

Аннотация

А.С. Ерсұлтанова¹, Н. Карелхан¹

¹ Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРИЕНТИРОВАННОГО НА ПРОЕКТ ОБУЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ В ИНКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Цифровые технологии в поддержке инклюзивного образования являются одним из эффективных инструментов развития, воспитания и обучения лиц с особыми образовательными потребностями. В статье проведен теоретический анализ условий обучения цифровой грамотности в инклюзивном образовании с ориентацией на проект, обоснованы эффективные методы обучения и рассмотрены особенности преподавания предмета цифровой грамотности в общеобразовательных организациях учащимся с особыми образовательными потребностями. Данные методы делают цифровую грамотность доступной для всех обучающихся. Цифровая инклюзия-это форма социальной инклюзии в цифровом обществе, направленная на преодоление неравенства, цифровой изоляции граждан. Следовательно, использование всех возможностей использования эффективных методов обучения инклюзивным классам в обучении цифровой грамотности тесно связано с уровнем подготовки преподавателей. Учитывая это, в качестве дополнительного материала важно представить результаты концепций отечественных и зарубежных исследований.

Ключевые слова: инклюзивное образование, информационно-коммуникационные технологии, цифровая грамотность, проектное обучение

Abstract

THEORETICAL FOUNDATIONS OF PROJECT-ORIENTED DIGITAL LITERACY TEACHING IN INCLUSIVE EDUCATION

Yersultanova A.S.¹, Karelkhan N.¹

¹ L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Digital technologies in support of inclusive education are one of the effective tools for the development, education and training of persons with special educational needs. The article provides a theoretical analysis of the conditions for teaching digital literacy in inclusive education with a project orientation substantiates effective teaching methods and examines the features of teaching the subject of digital literacy in general education organizations to students with special educational needs. . These methods make digital literacy accessible to all students. Digital inclusion is a form of social inclusion in a digital society aimed at overcoming inequality and digital isolation of citizens. Therefore, the use of all the

possibilities of using effective methods of teaching inclusive classes in teaching digital literacy is closely related to the level of teacher training. Considering this, it is important to present the results of the concepts of domestic and foreign studies as additional material.

Keywords: inclusive education, information and communication technologies, digital literacy, project training

Кіріспе

Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспарының басты міндеттерінің бірі еліміздегі инклюзивті білім беруді дамыту болып табылады. Осыған орай, мемлекет басшысы жолдауында «Біздің білім беру жүйеміз қолжетімді әрі инклюзивті болуы тиіс» [1] - деп, атап өтті. Шет елдерде мүмкіндігі шектеулі балаларға білім үрдісін ұйымдастыру мәселелері алғаш рет 1970 жылдары қарастырылып бастады, ал инклюзивті білім беру бағдарламаларын толығымен білім беру саясатына АҚШ пен Еуропа елдерінде енгізген [2].

ҚР Конституциясында ерекше білім беруді қажет ететін тұлғалардың білім алуына берілетін кепілдіктер «ҚР бала құқығы туралы» Заңында және ҚР «Білім туралы» Заңында «Мемлекет өз тарапынан ерекше білім беруді қажет ететін тұлғалардың дамуы мен білім алуын, сонымен қатар дамуындағы және әлеуметтік бейімделуіндегі бұзылыстарын түзетуін қамтамасыз ету және ата-аналардың балалардың мүмкіндігі мен ерекшеліктеріне орай қалауы бойынша білім беру мекемесін таңдау құқығы бекітілген». Болашақта ұлттың табысты болуы оның табиғи байлығымен емес, адамдардың бәсекеге қабілеттілігімен айқындалады. «Цифрлы Қазақстан», «Үш тілде білім беру», «Мәдени және конфессия аралық келісім» сияқты бағдарламалар - ұлтымызды, барша қазақстандықтарды ХХІ ғасырдың талаптарына даярлаудың қамы», - деп көрсетілген [3].

Жалпы қоғамымызға енген жаңа ұғымның мағынасына тоқталатын болсақ, инклюзив- ағылшын термині «inclusion», яғни «кіріктірілу, ендіру» дегенді білдірсе, француз тілінен аударғанда «inclusif» «өзіне ендіру», латын тілінен аударғанда «include» - «ену» дегенді білдіреді.

Отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектерінен «инклюзив» терминінің анықтамасын әр қырынан қарастырғандарын байқауға болады. Инклюзивті білім беру - оқыту үрдісінде қалыпты дамып келе жатқан балалар мен ерекше білімді қажет ететін тұлғалардың, сапалы білім алуына тең қолжетімділікті қамтамасыз ету мақсатында оларды әлеуметтік бейімдеуге бағытталған білім беру процесі, яғни орта мен қоғамдық сананың кедергілерінсіз оқытылуы, онда барлық балалардың жеке қажеттіліктері ескеріледі және олардың толыққанды дамуы мен өзін-өзі жүзеге асыруы үшін қолайлы жағдайлар жасалады. Инклюзияны Қазақстанда алғаш рет зерттеп, әдіснамасын жасаған ғалым З.А. Мовкебаеваның «Тиімді инклюзивті білім беру жолындағы басты кедергі – білім беру мекемелері педагогтерінің осы үдеріске біліктілік дайындығының төмендігі», деген ұстанымы маңызды болып табылады [4]. Ресейде алғашқы инклюзивті білім беру мекемелері 1980-1990 жылдары пайда болды. 1991 жылы Мәскеуде емдеу педагогикасы орталығының және ата-аналардың қоғамдық ұйымы бастамасы бойынша «Ковчег» инклюзивті білім беру мектебі ашылды.

Қазақстан Республикасында инклюзивті білім беруді дамытудың тұжырымдамалық тәсілдерінде «Инклюзивті білім беру – баршаның сапалы білімге қол жетімділігін қамтамасыз етуге бағытталған білім беру жүйесі процестерінің бірі болып табылады. Ол балалардың психикалық, зияткерлік, мәдениетникалық, тілдік және басқа да ерекшеліктеріне қарамастан, сапалы білім беру ортасына айрықша білім алу қажеттіліктері бар балаларды қосуды, барлық кедергілерді жоюды, олардың сапалы білім алуы үшін және олардың әлеуметтік бейімделуін, социумге кірігуін көздейді» [5]. Осы талдаулардан, қазіргі таңда ерекше білімді қажет ететін балаларды қалыпты балалармен оқыту өзекті мәселе, ал инклюзивті білім беруде әр пәнді жеке қарастыру маңызды екендігі осының дәлелі.

Зерттеу жұмысының **мақсаты**: инклюзивті білім беруде цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқытудың теориялық негіздерін анықтау.

Бұл мақсатқа жету үшін мынадай **міндеттер** қойылған:

- инклюзивті білім беруде цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқытудың теориялық негіздерін анықтау;

-цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқытудың қолданыстағы тәсілдерін зерттеу және жағдайларын анықтау.

Әдістеме бөлімі

Инклюзивті білім беруді дамыту ең алғаш АҚШ, Ұлыбритания, Дания, Испания, Финляндия, Германия, Италия және Австралия елдерінде білім беру саясатының жетекші бағдарына айналды.

Жоғарыда аталған елдерде балалардың дамуы мен әлеуметтік бейімделуі үшін тиісті психологиялық-педагогикалық жағдай жасалған жалпы білім беру ұйымдарында психикалық және дене бұзылыстары бар, дамуында артта қалушылығы бар балалар қалыпты дамыған құрдастарымен бірге табысты білім алуда. Осы орайда, кейбір топтардың қоғамнан сырт қалып жатқандығын, әрбір қоғамдық топтардың өзіндік ерекшеліктерінің бар екендігін, қажеттіліктері де әртүрлі екендігі байқалды. «Қазақстан Республикасының кейбір заңнамалық актілеріне инклюзивті білім беру мәселелері бойынша өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы» ҚР Заңына қол қойды. Қазақстан Республикасы заңнамасында балалардың құқығын қорғау құжаттарының негіздемесі болып «тең құқылы білім» қағидасы бекітілген [6].

Инклюзивті білім беру - бұл барлық балаларды олардың денсаулық жағдайына, этникалық немесе әлеуметтік шығу тегіне, тілі мен жеке ерекшеліктеріне қарамастан жалпы білім беру үдерісіне қосуға бағытталған, тең қолжетімділікті қамтамасыз етеді және оның негізгі сегіз принципі бар және оған:

- дамның құндылығы оның қабілеттері мен жетістіктеріне байланысты емес;
- әркімнің сөйлесуге және оны тыңдауға құқығы бар;
- әр адам сезінуге және ойлауға қабілетті;
- барлық адам бір-біріне мұқтаж;
- жан-жақтылық адам өмірінің аясын кеңейтеді;
- барлық оқушы үшін жетістікке жету – оның орындай алатын әрекеті;
- білім шынайы қарым-қатынастар аясында ғана жүзеге асуы тиіс;
- барлық адам өз құрдастарының қолдауы мен достығын қажет етеді.

Елімізде ерекше білімді қажет ететін оқушылардың мектептегі күнделікті сабақтары мемлекеттік білім стандарттарына сәйкес жүргізіледі. Инклюзивті білім берудің құндылықтары мен принциптерін сақтай отырып, ерекше балаларды қалыпты балалармен тең дәрежеде, инклюзивті сыныпта информатика пәнін жобаға бағыттап оқытудың әдістемелік жүйесінің компоненттерін толығырақ қарастырайық. Заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологияларды дамыту және жалпы білім беретін мекемелерді бағдарламалық-аппараттық қамтамасыз ету, қазіргі таңда ерекше білімді қажет ететін оқушыларды оқу процесіне біріктіруде аса зор мүмкіндік береді. Білім беруді қамтамасыз ететін оқу процесін ұйымдастыру білім алушылар контингентінің ерекшеліктеріне қарай оқу материалдарын дайындау, сабақтар өткізу, білімді бақылау, сондай-ақ психологиялық-педагогикалық сүйемелдеуді ұйымдастыру кезінде ескеру қажет. Бұл ретте ақпараттық технологиялардың, цифрлық сауаттылықтың маңызды рөл атқаратыны сөзсіз.

Ерекше білім қажеттілігі бар оқушылар оқытудың әртүрлі әдістерін көздейтін бейімделген және ішінара түрлендірілген оқу бағдарламасы бойынша оқытылуы тиіс. Кез-келген технологияны кіріктірудің алдында педагогикалық тұрғыда дамыған тұлғаның қалыптасуына негіз болатын білім беру ортасын үлгілеу үдерісі жүреді. Инклюзивті білім беруде ерекше білімді қажет ететін оқушыларға ақпараттық білім беру ортасының қолжетімділігін қамтамасыз ету – білім алушы мен педагогтың ақпараттық-коммуникациялық технологиялар көмегімен өзара әрекеттесуі үшін қолайлы жағдайлардың жасалуы. Өз кезегінде, білім беру үдерісінің мақсатты оқыту бағдарламасы мен әдістері, тәлімгерлер және ақпараттық құралдар тәрізді өзара байланысты элементтер тән.

Ерекше білімге қажеттілігі бар оқушыларды оқытудағы құралдары:

- оқытушы оқу материалын игеру мен меңгерудің тең мүмкіндіктерін іске асыру үшін информатиканы сандық технологиялардың көмегімен оқытудың тиісті көрнекі және техникалық құралдарының болуын қамтамасыз етуі тиіс;

- тапсырмаларды орындау жылдамдығына қойылатын талаптарға балама ұсыну;

- жауап беру немесе пәрмендердің орындалуын таңдау үшін баламаларды ұсыну (мысалы, пернетақтаны басқарудың баламалары);

- қолмен, дауыспен, қосқышпен, джойстикпен, пернетақтамен немесе бейімделген пернетақтамен физикалық өзара әрекеттесудің баламаларын беру.

Білім алушыларды цифрлық ресурстармен, оқу құралдармен қамтамасыз ету көбінесе жеткіліксіз. Бұл құралды тиімді пайдалану үшін қолдау көрсету қажет. Көптеген оқушыларға оқу ортасында бағыттау бойынша көмек (физикалық кеңістік тұрғысынан да, оқу бағдарламасы бойынша да) қажет және барлық білім алушыларға сабаққа толық қатысу мақсатына жетуге көмектесетін құралдарды қолдану мүмкіндігі қамтамасыз етілуі тиіс. Көру қабілеті бұзылған білім алушыларға мәтіндік құжаттарды дайындау кезінде адамның қарым-қатынасының ауызша мүмкіндіктеріне жақын тірі әдеби

тілде жазылған мысалдармен егжей-тегжейлі мәтіндерді дайындаған жөн және өздігінен дайындалу барысында олар бұл мәтінді арнайы аудио жазбалар, электронды оқыту құралдарын қолдана отырып тыңдауға мүмкіндік алады. Сонымен қатар, теориялық материалдар келесі түрде дайындалуы мүмкін: мәтіндік құжаттар, презентация, құрылымдық-логикалық, web-беттер немесе сайттар, бейнероликтер, анимациялық сюжеттер т. б.

Төменде келтірілген шетелдік және отандық авторлардың еңбектеріндегі анықтамаларға көңіл бөлсек (1-кестеде).

Кесте 1. «Инклюзивті білім беру» анықтамалары.

Автор	Инклюзивті білім беру анықтамасы
Voltz D. L.	мүмкіндігі шектеулі балалардың мектеп кеңістігінде басқа оқушылармен бірге толық ынтымақтастықта араласуы және сыныптан тыс іс-шараларға бірге қатысуы [7].
Ryndak D. L.	ерекше қажеттіліктері бар балаларды бір оқу жоспарына қосу, олардың мектеп ұжымына кірігуіне көмек көрсету, әлеуметтік бейімдеу, жағымды ахуал құру [8].
Bakke T. W.	жалпы білім беру үдерісіне мүгедек балаларды да толық қамту үшін жағдай жасау [9].
Мовкебаева З. А.	Жалпы білім берудің қолжетімділігін және барлық балалардың, соның ішінде мүмкіндігі шектеулі балалардың әртүрлі білім алу қажеттіліктеріне бейімделуін білдіреді [10].
Адаева Н.А.	Инклюзивті білім беру дегеніміз – даму мүмкіндігі шектеулі оқушылардың барлық қалыпты тұлғалармен бірдей деңгейде білім алуына қол жеткізуі және бұл процесс білім берудің барлық деңгейлеріне қатысты болу қажет – деп түсіндіреді [11].

Шетел авторларының еңбектерін негізге ала отырып, инклюзивті білім беруде ерекшелікті қажет ететін оқушыларға ерекше оқыту әдістерін қолдану маңызды екендігі байқалды. Сонымен қатар, ерекше қамқорды қажет ететін білім алушылардың оқыту әдістерін келесі импакт-факторы жоғары журналдардағы ғалымдардың еңбектерінен көруге болады:

- Campa-Álvarez, R.D.L.Á., Valenzuela, B.A., Guillén-Lúgigo, авторларының «Мексика, Сонора қаласындағы ерекше бастауыш топтарға арналған оқыту әдістері және инклюзивті мәдениет» [12].
- Vigo Arrazola, B., Bozalongo, J.S. авторларының «Инклюзивті ауыл мектептеріндегі топтық шығармашылық тәжірибені оқыту тәжірибесі және мұғалімдердің қабылдауы» [13].

Шетелдік түрлі тәсілдерді зерттеу нәтижесі «Инклюзивті бағдарланған білім беруде басты рөл ерекше қажеттіліктері бар балаға беріледі» деген тұжырым жасауға мүмкіндік береді. Осылайша, инклюзияны білім беру үдерісімен емес, қоғамдағы баланың жағдайымен тікелей байланысын таныған дұрыс деп саналады. Елімізде инклюзивті үрдіс жаңа бағыт ретінде 2011 жылдан бастап қолданыла бастады. Ерекше білімді қажет ететін балаларды қалыпты балалармен кіріктіріп оқыту мәселесі бойынша теориялық еңбектер жазған ғалымдар: Мовкебаева З.А., Сүлейменова Р.А., Ерсарина А.М. авторлардың еңбектерінде инклюзивті білім беруді ұйымдастырудың теориялық және әдістемелік ерекшеліктері, тарихи-педагогикалық алғышарттары хронологиялық кезеңдердің тоғысында зерделенген [14].

Мектепке дейінгі және орта білім департаментінің Инклюзивті және арнайы білім басқармасының басшысы Ә. Кудеринова: «Білім туралы заң бойынша ерекше білім беруді қажет ететін балалардың санатына, денсаулығына байланысты қиындықтарға тап болған балалар санаты жатады. Бүгінгі таңда олардың саны 161 мыңнан асады. Өкінішке қарай, бұл санаттағы балалардың саны жыл сайын 3 пайызға өсіп отыр. Арнайы жағдайлар жасауды талап ететін, ерекше білім беруді қажет ететін балалардың санаттарына қарасақ, ең көп балалардың саны психикалық дамуы тежелген балалардың саны 50 мыңнан асады. Сөйлеу қабілеті бұзылған балалардың саны 47 мыңнан асып отыр. Нашар көретіндер – 8 004, нашар еститіндер – 3 857, ақыл-есі кем – 25 045, тірек-қимыл аппаратының бұзылуы – 18 841, аутизм спектрінің бұзылуы – 5 193, естімейтіндер – 2 054, көзі көрмейтіндердің саны – 313-ті құрайтындығын баяндады.

Астана қаласы, білім беруді жаңғырту орталығының есебіне сәйкес, соңғы екі жылдық салыстырмалы көрсеткіштерге назар аударсақ (кесте-2).

Кесте 2. Астана қаласының білім беруді жаңғырту орталығының есебі

Жалпы білім беретін мектептер	Жалпы білім беретін мектептердің саны	Жалпы білім беретін мектептердегі ЕБҚЕ балалар саны	Жалпы білім беретін мектептердегі арнайы топтар саны	Жалпы білім беретін мектептердегі арнайы топтағы балалар саны
2020-2021 оқу жылы	92	837	22	410
2021-2022 оқу жылы	96	1685	22	312

Қазіргі таңда, жалпы оқушылардың әр сала бойынша нақты өмірде қолданбалы мәселелерді шешу үшін сауаттылық саласындағы жетістіктерін зерттейтін көптеген халықаралық зерттеу орталықтары бар. Атап айтқанда, мектептен тыс бағалаудың PISA-D, олардың тиімділігі туралы және инклюзивті барлығына тең сапалы білімді қамтамасыз етуге бағытталған саясаттың жетістігі туралы деректерді талдау нәтижесінде құнды ақпараттармен бөлісіп отырады.

Инклюзивті білім беруді қамтамасыз етудегі, яғни қолдаудағы білім беру жүйесінің инклюзивті жағдайларда ерекше қажеттіліктері бар оқушыларды цифрлық оқу ресурстарын қолдана отырып оқыту (EADSNE, 2013) оқу барысында өзара қарым-қатынасты (мысалы, оқушыға жазуға көмектесу, мәтінді арнайы бағдарламалық жасақтамаға жазу т.б.). әрекеттерін жеңілдететіндігі, жаңа ортаны қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, оқушылардың білім алуға дамуына зор мүмкіндіктер туғызатындығы айтылған[15].

Ерекше қажеттіліктері бар балаларды қолдау. Осыған байланысты екінші сипаттама - «арнайы мұғалімнің» рөлі. Финляндия өзінің адалдығымен мақтанады. Инклюзивтілік Финляндияда балалардың 8% -ын ерекше білім беруде қажеттіліктері бар деп есептесе, олардың жартысы ғана арнайы мектептерге орналастырылған. Финляндия мұғалімдері «Егер мектептер ерте назар аударса, диагностика және араласу арқылы оқушылардың көпшілігіне қалыпты сыныптарда табысқа жетуге көмектесуге болады», - деп санайды. Оның негізі қиындыққа тап болған оқушыларды уақтылы қолдау тетігі –арнайы оқытылған мұғалім. Олардың жұмысы қосымша көмекке мұқтаж білім алушыларды анықтау үшін сынып жетекшілерімен тығыз байланыста болу, осы оқушылармен жеке немесе шағын топтарда жұмыс істеуі, оларға қосымша көмек пен қолдау көрсету үшін қажет екендігі айтылған.

Зерттеу нәтижелері және талдау

Жобаға бағыттап оқыту технологиясының міндеттерінің бірі ерекше білімді қажет ететін балалардың жобалық ойлау құзыреттілігін, танымдық дағдыларын дамыта отырып, білімді өз бетінше меңгеруіне және кәсіби міндеттерді шеше алу қызметтерін қалыптастыруды, сонымен қатар интеграциялық білім мен зерттеуді қажет етеді. Шығармашылық жұмыс дағдыларын қалыптастыру, тәуелсіз шешім қабылдау білім алушылардың жеке, топтық және жобалық зерттеу жұмыстарында іске асырылады. Топқа бөлу арқылы жобалық когнитивті оқытудың ақпараттық-коммуникациялық технологиясын игереді, әрі цифрлық сауаттылық тақырыптары бойынша жобалар әзірленеді. Зертханалық жұмыстарды, үй тапсырмаларын, жеке және топтық жобалық зерттеу тапсырмаларын ресімдеу кезінде жүзеге асырылады. Осылайша, ерекше қажеттілігі бар оқушыларға «Цифрлық сауаттылық» пәнін игеруде қолдау көрсету инклюзивті оқыту жағдайында оларды оқу процесінде ұйымдастырушылық-педагогикалық қолдау бойынша жүзеге асырылады.

Жобаға бағыттап оқыту технологиясы - білім алушыларға бір тапсырманы тұлғалық ерекшелігіне қарай топтастырып оқыту. Тиімділігіне тоқталатын болсақ, оқытуда оқушыға көзбен көріп, құлақпен естіп, есте сақтай отырып, оқушыны өздігінен ізденуге, қабілеттерін дамытуына жетелейді. Бұл теориялық зерттеулерден инклюзивті білім беруде «Цифрлық сауаттылық» пәнін жобаға бағыттап оқытуға болатындығы анықталды. Екінші міндет бойынша цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқытудың қолданыстағы тәсілдерін зерттеу және жағдайларын анықтау үшін еліміздегі бастауыш сыныптарда «Цифрлық сауаттылық» пәнінің оқыту мазмұнын қарастырамыз. 4-сыныптың «Цифрлық сауаттылық» пәнінің мазмұны төменде 2-кестеде көрсетілген және Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 31 қазандағы № 604 бұйрығына өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы» 2020 жылғы 5 мамырдағы №182 бұйрығының 14-тармағында бастауыш сыныптағы

«Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» пәнінің атауы «Цифрлық сауаттылық» болып өзгертілді. 3-кестеде Ж.У. Кобдикова, Г.А. Көпеева, А.Г. Юсупова «Цифрлық сауаттылық» атты жалпы білім беретін мектептің 4-сынып оқушыларына арналған оқулығынан алынған курс жоспары мен оған бөлінген сағат саны көрсетілген.

Кесте 3. 4 сыныпқа арналған «Цифрлық сауаттылық» пәнінің жоспары

№	Тарау атаулары тақырыптары	Оқу мақсаттары	Сағат саны
<i>I тоқсан 9 сағат</i>			
1	<i>I БӨЛІМ. Программалау</i>	<i>Айнымалыларды қолдану. Кірістірілген циклды жүзеге асыру. Логикалық операторларды пайдалану. Өз ойыным жобасын құру. Өз сценарийі бойынша ойын жасау.</i>	9
<i>II тоқсан 7 сағат</i>			
2	<i>II БӨЛІМ. Робототехника</i>	<i>Түс датчигін қолдану. Ультрадыбыс датчигін қолдану. Өз ойыным. Жоба құру. Кегль-ринг. Жоба құру</i>	7
<i>III тоқсан 10 сағат</i>			
3	<i>III БӨЛІМ. Бейне жасау</i>	<i>Бейнежазба. бейнеклиптерді жасау. Бейнені өңдеу. Жоба құру. Презентацияға дыбыс пен бейнені кірістіру</i>	10
<i>IV тоқсан 8 сағат</i>			
4	<i>IV БӨЛІМ Болашақтың компьютерлері</i>	<i>Болашақ компьютер жобасын құру. Электрондық пошта. Интернетке деректер жіберу.</i>	8

«Цифрлық сауаттылық» пәнінің жоспары негізінде тұжырымға келетін болсақ:

- компьютерлік жүйелерге қолжетімділік;
- қазіргі заманғы цифрлық құрылғылар және олардың қоғамдағы рөлі туралы бастапқы ақпараттар беру;
- ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдалана отырып, білім алушылардың есептей білу, роботтарды жинау және программалау, іздеу, жинақтау, өңдеу, ақпараттарды сақтау және тарату дағдыларын қалыптастыру;
- білім алушылардың әртүрлі қолданбалы программаларды қолдану арқылы өз идеяларын ұсыну дағдыларын қалыптастыруға ықпал ету;
- топта және жеке жұмыс істей білуге, проблемаларды шешу және шешім қабылдау сияқты кең ауқымды дағдыларды қалыптастыруға бағытталған.

Инклюзивті білім беру принциптеріне сәйкес білім беру ұйымдары барлық білім алушылардың әртүрлі қажеттіліктерін қанағаттандыруы тиіс. Яғни, педагогтар оқушылардың жеке ерекшеліктері мен мүмкіндіктерін ескере отырып, оқу бағдарламаларын бейімдеу негізінде сараланған, вариативті әдістерді қолдана отырып көмек көрсетеді. Бақылау тобына Астана қаласы, «Абай Құнанбайұлы атындағы №87 мектеп гимназия» КММ, инклюзивті 4-сынып оқушылары алынды. Ерекше білімді қажет ететін балалардың робототехниканы топтық, инклюзивті және жеке оқытуды зерттеу ерекшеліктері көрсетілген. «Цифрлық сауаттылық» пәні бойынша келесі тарауларға мынадай жобаға бағытталған тақырыптар таңдалды:

- 1-Бөлім, Scratch –программалау ортасында жоба құру (2 жоба);
- 2-Бөлім, LEGO Mindstorms EV3 оқу-жаттығу роботтарын программалау (4 жоба);
- 3-Бөлім, VideoPad редакторы ортасында жоба құру (2 жоба)
- 4-Бөлім, Болашақтың компьютерлері (2 жоба).

Инклюзивті білім беруде пәнді жобаға бағыттап оқытудың мақсаты – ерекше білімді қажет ететін оқушыларға педагогикалық және психологиялық қолдау көрсете отырып өздігінен жұмыс атқару, жеке тұлғалық дағдыларын дамыта отырып, мейірімді орта құруды көздейді. Сонымен қатар, сынып оқушыларын топқа бөліп командамен бірлесе жұмыс істеу арқылы білімді меңгерту, жобалық ойын түрінде өткізу. Жобалық оқытудың оқушының белгілі дәрежеде жетістікке жету мотивациясының қалыптасуына оң әсер беретіндігі көптеген зерттеу тәжірибелерінен көруге болады.

Ерекше қажеттілігі бар оқушыларға конструкторлармен жұмыс жасаудың маңызы зор. Мысалы, ерекше балалар LEGO конструкторымен жұмыс істей отырып, ұсақ бөлшектерден тұратын роботты құрастыруда логикалық түрде ойлау дағдысын қалыптастырады, модель құруды үйренді. Сабақтың

тақырыптарына байланысты оқушылар берілген жобалық тапсырмаларда механизмдерді ғана инструкция бойынша құрастырып, әрі қарай дайын роботтың бейнесін құрастырып, жасап шығуы қажет. Мұндай жағдайларда мидың жұмыс істеуін дамытып, логиканы қосуға тура келеді. Демек, робот құрастыруда балалардың ойлау қабілеті жан-жақты дамиды.

Қорытынды

Жоғарыда айтылған пікірлерге сүйенсек, инклюзивті білім беруде цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқыту, компьютерлік технологияларды, ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың қай түрін болмасын қолдану арқылы оған қол жеткізуге болатынын қарастырады. Ғалымдардың еңбектерінде сандық технологиялардың көмегімен оқытудың ерекше қажеттіліктері бар балалардың дамуына ықпалы зор екендігі дәлелденген. Қорыта айтқанда, бала, ата-ана, педагог, отбасы және жалпы білім беретін мекемелер арасындағы сабақтастықтың ойдағыдай жүзеге асуы тұлғаның әлеуметтік бейімделуінің алғы шарттарының бірі болмақ, яғни ерекше білімді қажет ететін білім алушыларға өз әрекетінің қатысы мен керектігін сезінетіндей жағдай жасауымыз қажет. Инклюзивтік білім беру ерекше білімді қажет ететін білім алушыларға қоғамның толыққанды мүшесі болуға және өздерінің шығармашылық қабілеттерін іске асыруға көмектеседі. Инклюзивті білім беру аясында әрбір педагог-оқытушы ерекше қажеттілігі бар оқушылар категориясын білуі және олардың мүмкіндіктеріне сәйкес оқыту әдістемелерін меңгеруі шарт. Жалпы білім беретін мектептерде инклюзивті білім беруді жүзеге асыратын пән мұғалімдері және ерекше білім қажеттілігі бар баланың психологиялық-физиологиялық жағдайына қарай, оқыту әдісіне көшу қажет. Мақаланың міндеттеріне сәйкес инклюзивті білім беруде цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқытудың теориялық негіздері анықталды. Екіншіден цифрлық сауаттылықты жобаға бағыттап оқытудың қолданыстағы тәсілдерін зерттеу және жағдайлары анықталып, арнайы жоспар құрастырылды. Инклюзивті балалардың толық қанды азаматтар қатарында білім алуын қамтамасыз етуде әр пәннің ерекшелігі маңызды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан халқына Жолдауы: [Электрондық ресурс] <https://www.akorda.kz/kz/memleket-basshysy-kasym-zhomart-tokaevtynkazakstan-halkyna-zholdauy-183555> (қаралым уақыты 02.10.2022)
- 2 Семаго Н.Я. и др. Инклюзивное образование как первый этап на пути к включающему обществу // Психологическая наука и образование. – 2011. – Т. 16. – №. 1. – С. 51-59.
- 3 Қазақстан Республикасының 2002 жылғы 8 тамыздағы № 345-ІІ «Қазақстан Республикасындағы баланың құқықтары туралы» Заңы (09.04.2016ж. өзгерістер мен толықтырулар енгізілген) [Электрондық ресурс] // <http://online.zakon.kz/> (қаралым уақыты 02.09.2022)
- 4 Мовкебаева З.А., Денисова З.А., Оралканова И.А., Жакупова Д.С. Методические рекомендации по подготовке педагогов к внедрению инклюзивного образования. - Алматы: ИП «Сагаутдинова М.Ш.», 2013. - 165 с.
- 5 Лебедев А.А. Инклюзивное образование в России: история развития, передовой отечественный и зарубежный опыт, стратегия становления в условиях пандемии // Образование и наука в России: состояние и потенциал развития. – 2020. – №. 5. – С. 147-192.
- 6 «2022-2023 оқу жылында Қазақстан Республикасының орта білім беру ұйымдарында оқу-тәрбие процесін ұйымдастырудың ерекшеліктері туралы». Әдістемелік нұсқау хат. – Нұр-Сұлтан: Ы.Алтынсарин атындағы ҰБА, 2022. – 320 б.
- 7 Voltz D. L. What matters most in inclusive education: A practical guide for moving forward // *Intervention in School and Clinic*. - 2001. - Vol. 37. - №1.- P. 23- 3, [Электрондық ресурс]: DOI:10.1177/105345120103700105 (қаралым уақыты 02.11.2022)
- 8 Ryndak D. L. Defining school inclusion for students with moderate to severedisabilities: What do experts say? // *Exceptionality*. - 2000. - Vol. 8.-№2. - P. 101 – 116 [Электрондық ресурс]: https://doi.org/10.1207/S15327035EX0802_2 (қаралым уақыты 02.11.2022)
- 9 Bakke Thomas W. Existing and Emerging Technologies in Education. MonographSeries. - NewYork, 2014. – 101
- 10 Мовкебаева З.А., Оралканова И.А. Анализ состояния готовности учителей начальных классов к работе в условиях инклюзивного образования // Успехи современного естествознания. – 2014. – №. 12-5. – С. 629-634.
- 11 Adaeva N. A. The value of inclusive education and its development in kazakhstan // *Bulletin of KazEU*. – 2016.- No. 1. – pp. 18-26
- 12 Campa-Álvarez, R.D.L.Á., Valenzuela, B.A., Guillén-Lúgigo, M. Teaching practices and inclusive culture for vulnerable primary school groups in Sonora, Mexico, *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ninez y Juventud*, (2020), 18 (2), pp. 1-17. [Электрондық ресурс]: DOI: 10.11600/1692715X.18211 (қаралым уақыты 02.11.2022)

13 Vigo Arrazola, B., Bozalongo, J.S. Teaching practices and teachers' perceptions of group creative practices in inclusive rural schools (2014) *Ethnography and Education*, 9 (3), pp. 253-269. [Электрондық ресурс]: DOI: [10.1080/17457823.2014.881721](https://doi.org/10.1080/17457823.2014.881721) (қаралым уақыты 02.11.2022)

14 Oralbekova A. et al. Teachers' readiness to use ICT in the conditions of inclusive education //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 258. – С. 07021.

15 EADSNE (2013), *Information and Communication Technology for Inclusion – Developments and Opportunities for European Countries*, European Agency for Development in Special Needs Education, Odense, Denmark [Электрондық ресурс]: <http://www.european-agency.org/country-information> (қаралым уақыты 02.11.2022)

References:

1 Memleket basshysy Khasym-Zhomart Tokaevtyñ Khazakhstan halkhyna Zholdauy(2021) [State of the Nation Address by President of the Republic of Kazakhstan Kassym-Jomart Tokayev],[Electronic resource]: <https://www.akorda.kz/en/state-of-the-nation-address-by-president-of-the-republic-of-kazakhstan-kassym-jomart-tokayev-38126>, (accessed 02.11.2022) (in Kazakh)

2 Semago N. Ya. et al (2011). Inclusive education as the first stage on the way to an inclusive society //Psychological science and education. – Vol. 16. – No. 1. – pp. 51-59. (in English)

3 Khazakhstan Respublikasynyn 2002 zhylgy 8 tamyzdagy № 345-II «Khazakhstan Respublikasyndagy balanynkuktary turaly» Zany (2002) [Law of the Republic of Kazakhstan dated August 8, 2002 No. 345-II "on the rights of the child in the Republic of Kazakhstan".](As amended on 09.04.2016) [Electronic resource]: <http://online.zakon.kz/>(accessed 02.11.2022) (in Kazakh)

4 Movkebayeva Z. A., Denisova Z. A., Oralkanova I. A., Zhakupova D. S. (2013) *Metodicheskie rekomendacii po podgotovke pedagogov k vnedreniju inkljuzivnogo obrazovanija* [Methodological recommendations for the preparation of teachers for the introduction of inclusive education]. - Almaty: IP «Sagautdinova M.Sh.», - 165 p. (in Russian)

5 Lebedev A. A.(2020). Inclusive education in Russia: history of development, advanced domestic and foreign experience, strategy of formation in a pandemic //Education and science in Russia: the state and potential of development. – No. 5. – pp. 147-192. (in English)

6 «2022-2023 okhu zhylynda Khazakhstan Respublikasynyn orta bilim beru ujymdarynda okhu-tarbie procesin ujymdastyrudyn ereksheликтери turaly». (2022) Adistemelik nuskhau hat. ["on the peculiarities of the organization of the educational process in organizations of Secondary Education of the Republic of Kazakhstan in the 2022-2023 academic year".Methodical instruction letter.] - Nur-Sultan: NBA named after Y. Altynsarin, – 320 p. (in Kazakh)

7 Voltz D. L.(2001) What matters most in inclusive education: A practical guide for moving forward // *Intervention in School and Clinic*. - Vol. 37. - №1. - P. 23-30 (in English)

8 Ryndak D. L.(2000) Defining school inclusion for students with moderate to severedisabilities: What do experts say? // *Exceptionality*. - Vol. 8. - №2. - p. 101 – 116 (in English)

9 Bakke Thomas W.(2014) *Existing and Emerging Technologies in Education*. Monograph Series. NewYork, – 101(in English)

10 Movkebaeva Z. A., Oralkanova I. A.(2014) Analiz sostojanija gotovnosti uchitelej nachal'nyh klassov k rabote v uslovijah inkljuzivnogo obrazovanija //Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. [Analysis of the state of readiness of primary school teachers to work in inclusive education //The successes of modern natural science.] – No. 12-5. – pp. 629-634. (in Russian)

11 Adaeva N. A.(2016) The value of inclusive education and its development in kazakhstan // *Bulletin of KazEU*. – 2016.- No. 1. – pp. 18-26(in English)

12 Campa-Álvarez, R.D.L.Á., Valenzuela, B.A., Guillén-Lúgigo, M.(2020) Teaching practices and inclusive culture for vulnerable primary school groups in Sonora, Mexico. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 18 (2), pp. 1-17. [Electronic resource]: DOI: [10.11600/1692715X.18211](https://doi.org/10.11600/1692715X.18211) (accessed 02.11.2022) (in English)

13 Vigo Arrazola, B., Bozalongo, J.S. (2014) Teaching practices and teachers' perceptions of group creative practices in inclusive rural schools *Ethnography and Education*, 9 (3), pp. 253-269. [Electronic resource]: DOI: [10.1080/17457823.2014.881721](https://doi.org/10.1080/17457823.2014.881721) (accessed 02.11.2022) (in English)

14 Oralbekova A. et al.(2021) Teachers' readiness to use ICT in the conditions of inclusive education //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences. – Т. 258. – С. 07021. (in English)

15 EADSNE (2013), *Information and Communication Technology for Inclusion – Developments and Opportunities for European Countries*, European Agency for Development in Special Needs Education, Odense, Denmark [Electronic resource]: <http://www.european-agency.org/country-information> (accessed 02.11.2022) (in English)

МРНТИ 14.01.85
УДК 378.091:004(574)

<https://doi.org/10.51889/5101.2022.86.74.027>

Н.А.Курмангалиева^{1}*

¹*Абай атындағы қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
^{*}*e-mail: n.kurmangaliyeva@abaiuniversity.edu.kz*

АҚПАРАТТАНДЫРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ БОЛАШАҚ ПЕДАГОГТАРДЫ ДАЯРЛАУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Мақалада ақпараттандыру технологияларын интеграциялау жағдайында болашақ педагогтарды даярлау тиімділігін эксперименттік негіздеу мәселесі қаралады. Тәжірибелік-педагогикалық жұмыстардың мазмұны үш кезеңнен тұрады: ізденушілік-анықтау сатысында студенттердің ақпараттандыру технологияларын интеграциялау жағдайындағы даярлық деңгейін анықтауға байланысты зерттеу жұмыстары жүргізілді. Эксперименттің екінші қалыптастыру сатысында цифрлық білім беру ортасында, ақпараттық технологияларды (MS Teams платформасы, Оқулық жүйесі, Univer жүйесі, Merlot және басқа цифрлық ресурстар) оқу процесіне интеграциялауды жүзеге асыру мақсатында білім берудің әдістемелік жүйелері енгізілді. Қорытынды сатысында қалыптастыру шеңберіндегі эксперимент, яғни студенттердің ақпараттандыру технологияларын интеграциялау жағдайында қалыптасу деңгейі диагностикаланды. Сонымен қатар аталған педагогикалық тәсілдің педагогтарды даярлау тиімділігіне әсер ету дәрежесі анықталды. Зерттеу нәтижесінде эксперимент тобы жоғарғы көрсеткішті көрсетті. Бұл ұсынған әдістемеміздің тиімділігін дәлелдеді.

Түйін сөздер: білім беруді ақпараттандыру, ақпараттандыру технологиялары, білім беруді ақпараттандыру ортасы, интеграция, оқыту процесі.

Аннотация

Н.А. Курмангалиева¹

¹*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ ЧЕРЕЗ ИНТЕГРАЦИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

В статье рассматривается проблема экспериментального обоснования эффективности подготовки будущих учителей в условиях интеграции информационных технологий. Содержание экспериментально-педагогической работы состоит из трех этапов: на поисково-контрольном этапе проводились исследования по определению уровня подготовки студентов в условиях интеграции информационных технологий. На втором формирующем этапе эксперимента в цифровую образовательную среду были внедрены методические системы обучения с целью интеграции информационных технологий (платформа MS Teams, система Оқулық, система Univer, Merlot и другие цифровые ресурсы) в образовательный процесс. На заключительном этапе был диагностирован эксперимент в рамках формации, то есть уровень сформированности студентов в условиях интеграции информационных технологий. При этом определялась степень влияния указанного педагогического подхода на эффективность подготовки учителей. В результате исследования экспериментальная группа показала самый высокий показатель. Это доказало эффективность предложенной нами методики.

Ключевые слова: информатизация образования, информационные технологии, образовательная информационная среда, интеграция, учебный процесс.

Abstract

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE TRAINING EFFICIENCY OF FUTURE TEACHERS THROUGH THE INFORMATIZATION TECHNOLOGIES INTEGRATION

Kurmangaliyeva N.¹

¹*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

The article deals with the problem of experimental substantiation of the training effectiveness of future teachers in the context of the information technologies integration. The content of the experimental-pedagogical work consists of three stages: at the search-control stage, research was conducted to determine the preparation level of students in the conditions of information technologies integration. At the formative stage of the experiment, methodological training systems were introduced into the digital educational environment with the aim of integrating information technologies (MS Teams platform, Oqulyq system, Univer system, Merlot and other digital resources) into the educational process. Finally, the

experiment was diagnosed within the framework of formation, that is, the level of formation of students in the conditions of information technologies integration. At the same time, the degree of influence of the specified pedagogical approach on the teacher training effectiveness was determined. As a result of the study, the experimental group showed the highest index. This proved the effectiveness of our proposed method.

Keywords: informatization of education, information technologies, educational information environment, integration, educational process.

Кіріспе

Қазіргі таңда жоғары оқу орындары қызметінің дамуы мен тиімділігін арттыру саласындағы өзекті рөлдерінің бірі - ғылым мен техника дамыған сайын әлемде пайда болатын жаңа тәсілдерді, технологиялар мен құралдарды үнемі іздеп, қолдануға баса назар аудару қажеттігі. Осыған байланысты университеттер жаһандық цифрландыру мен ақпараттандыру үдерістерінен, әсіресе, соңғы жылдары төртінші өнеркәсіптік революцияға қатысты технологиялар мен құралдардың жаңа түрлерін ажырату мен қалыптастыруға байланысты өзекті болып отырған үдерістерден тыс қала алмайды. Мұндай технологиялар техникалық құралдарға адамның араласуынсыз бір-бірімен әрекеттесуіне мүмкіндік береді. Цифрлық технологияларды қолдана отырып, өмір сүруге және оқуға дайын жаңа ұрпақ қалыптастыру білім беру жүйесінің дамуына қосымша негіз болып табылады. Университеттің бұл дамуы Қазақстан Республикасы Президентінің Қазақстан халқына 2018 жылғы 10 қаңтардағы «Төртінші өнеркәсіптік революция жағдайындағы дамудың жаңа мүмкіндіктері» атты стратегиялық жолдауында көрініс тапқан республикалық білім беру жүйесін жетілдіру шаралары аясында жүзеге асырылуы тиіс. Жолдауда жаңа индустриалды және ақпараттық технологиялардың пайда болуы жағдайында өмір сүріп, тиімді жұмыс істей алатын қоғам мүшелерін қалыптастыруға бағытталған бірқатар нақты шаралар бар.

Бұл шаралардың көпшілігі жоғары білім беру жүйесінің, жалпы университеттің дамуымен, атап айтқанда: «білім беру жүйесінің барлық деңгейлері қазіргі заманға сай болу керектігімен және экономиканың қажеттіліктеріне жауап беруі керектігімен», мұғалімнің кәсіби беделін көтеру керектігімен, «білім мазмұны заманауи техникалық қолдаумен үйлесімді түрде толықтыру керектігімен», «үздік оқытушылардың бейнесабақтары мен бейнелекцияларын Интернетте орналастыру керектігімен», «Жоғары білім беру ісінде жасанды интеллектпен және «үлкен мәліметтермен» жұмыс істеу үшін ақпараттық технологиялар бойынша білім алған тұлғалар санын көбейту керектігімен» тікелей байланысты [1].

Соған сәйкес, 2018 жылдың желтоқсанында Қазақстан Республикасының Президенті заманауи қоғамның өмір сүруі технологиялары мен құралдарын жаңарту жағдайында республикалық педагогикалық білім беру жүйесін одан әрі дамыту қажеттігіне баса назар аударды.

Информатика және білім беруді цифрландыру саласында педагог кадрларды даярлаудың өзекті мәселелеріне арналған бірқатар ғалымдардың ғылыми еңбектері бар. Бұл жұмыстар информатика және білім беруді цифрландыру саласында педагогтарды даярлау жүйесін жетілдіру жолдарын сипаттайды және негіздейді [2-6]. Теориялық және практикалық педагогикалық зерттеулерді талдау төртінші өнеркәсіптік революция технологияларының пайда болуын ескере отырып, педагогикалық жоғары оқу орындарының білім беру қызметін кешенді ақпараттандыру қажеттілігі анықталды және ақпараттық технологияларды интеграциялау жағдайында педагогтарды даярлау тиімділігін эксперименттік негіздеу қажет екендігі дәлелденді.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеуде ұсынылған студенттердің білім деңгейлерін тексеруге арналған әртүрлі диагностикалық әдістер (сауалнама, тест тапсырмалары, білімді бақылауға арналған тапсырмалар, кеңестер, талқылаулар) мен пән тақырыбы бойынша нақты материалдар, студенттердің жаңа тақырыпты меңгеру деңгейлерін анықтауға мүмкіндік берді.

Эксперимент Абай атындағы ҚазҰПУ-дің Математика, физика және информатика институты мен Педагогика және психология институттарында жүргізілді. Экспериментке барлығы 129 студент, оның ішінде 2 эксперименталдық топ (64) және 2 бақылау тобы (65) қатысты. Эксперимент үш кезеңнен тұрды. Эмпирикалық зерттеудің бірінші кезеңінде *айқындаушы* эксперименті жүргізілді. Студенттердің дәрістердегі, практикалық сабақтардағы, кеңес беру, үй тапсырмасын тексеру, сонымен қатар бақылау және емтихан тапсыру кезіндегі іс-әрекеттеріне жүйелі педагогикалық бақылау жасалды. Бақылау білім алушылармен әңгімелесумен қатар жүрді, олардың пәнге деген көзқарасы,

жаңа материалдарды меңгеруде, тапсырмаларды орындауда цифрлық ресурстар мен технологияларды пайдалану деңгейлері нақтыланды. Сондай-ақ зерттеу мәселесі бойынша оқытушылармен әңгіме жүргізілді. Нәтижесінде оқытушылармен де, студенттермен де сұхбаттасу үшін қолданыстағы диагностикалық әдістер негізінде сауалнамалар әзірленді, әңгімелесуге арналған сұрақтар, таңдап алынған пәндер бойынша кәсіби бағыттағы тапсырмалар, оқу материалының мазмұнын таңдау бойынша жұмыстар жүргізілді.

Екінші кезеңде, қалыптастырушы эксперимент барысында біз цифрлық білім беру ортасындағы кіріктірілген MS Teams платформасына білім алушының оқу іс-әрекетін ынталандырудың барлық әдістері мен құралдарын, соның ішінде оқу материалын таңдау және құрылымдау әдістерін, арнайы тапсырмалар мен жаттығуларды, практикалық сабақтардың әртүрлі формаларын қолдандық. Іс-әрекеттерімізді жедел түзету үшін диагностикалық талдау құралдары қолданылды. Осы кезеңде қойылған мақсаттарға сәйкес студенттердің негізгі цифрлық білім мен дағдыларды өз бетінше меңгеру, интеллектуалдық және танымдық процестерді қалыптастыру және дамыту, табысқа жету үшін тұрақты кәсіби мотивация, сондай-ақ ізгілік атмосферасын құру міндеттері қойылады.

Біз өз зерттеуімізде келесі сұрақтарға жауап іздедік: Цифрлық білім беру ортасындағы пән бойынша оқу тапсырмалары жүйесінің өзінің негізгі кәсіби бағытталған функциясына сай болуын қалай қамтамасыз ету керек, болашақ педагогке қажетті білім мен операциялардың оңтайлы көлемін қалай анықтау керек, қалай білу керек? цифрлық білімдерін тиімді қолдану дағдысын қалыптастыру.

Үшінші кезеңде Цифрлық білім беру ортасында білім алу барысындағы болашақ маманның даму деңгейлері бойынша бағалау жүргізілді. Сонымен қатар, студенттердің жазба жұмыстарының (бақылау жұмыстары, типтік есептеулер) Univer ақпараттық жүйесі, Oqulyq жүйесі, бірегейлік деңгейі, прокторинг нәтижелері, MS Teams платформасындағы практикалық және жобалық жұмыстар талданып, есепке алынды, семестр соңында – бақылау жұмыстарының нәтижелері есепке алынды. Қалыптастырушы эксперименттің анықтау және қорытынды кезеңінде алынған мәліметтер кестеде келтірілген.

Зерттеу нәтижелері

Зерттеудің мақсаты білім берудің әдістемелік жүйелерін жетілдіру және педагогикалық университет студенттерімен «Білім берудегі цифрлық технологиялар» (ББЦТ) пәнін ақпараттық технологиялардың (MS Teams платформасында, Oqulyq жүйесі, Univer жүйесі және Merlot басқа цифрлық ресурстар) интеграциясы бойынша сабақ өткізу, сонымен қатар, аталған педагогикалық тәсілдің педагогтарды даярлау тиімділігіне әсер ету дәрежесін анықтау болып табылады.

ББЦТ курсы оқытуда цифрлық технологиялар мен құралдар:

- педагогикалық университеттің оқытушыларымен қатар студенттердің де тиімді авторлық цифрлық білім беру ресурстарын (ЦББР) құруы;
- пәнді оқытуға тиімді әсер ететін қажетті бағдарламалық жабдықтарды пайдалану;
- пәнді оқыту үшін жинақталған түрлі цифрлық ресурстарды пайдалана отырып, информатика және білім беруді ақпараттандыру саласында тесттерді, презентацияларды, жобаларды құру барысында студенттердің коммуникативті және басқа да дағдыларын дамыту үшін пайдаланылды.

Абай атындағы ҚазҰПУ-да ББЦТ курсы оқу бағдарламасына байланысты «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» курсынан кейін екінші немесе үшінші курста оқытылады. Зерттеу аясында пәнді оқыту кезінде студенттерге дайын үлгілері бар ашық білім беру ресурстарының (АББР) бірыңғай жиынтығын пайдалана отырып, жобаларды жасау ұсынылды. Атап айтқанда, Univer ақпараттық жүйесі, Oqulyq жүйесі, MS Teams платформасында сабақ ұйымдастырылып, оқыту барысында жоғары оқу орындарының оқытушылары мен студенттеріне арналған Merlot (merlot.org) - білім беру ресурстарының ашық онлайн жинағы, сонымен қатар LearningApps.org-интерактивті тапсырмалар жасау онлайн жүйесі оқыту процесіне интеграцияланып пайдаланылды.

Аталған ресурстарды таңдаудың себептері:

- әртүрлі ғылым салаларында қолдануға болатын материалдардың әртүрлі түрлері (виртуалды зертханалар, электронды ресурстарды өздігінен құрастыруға арналған дайын орталар, белгілі бір тақырыптарды егжей-тегжейлі зерделеуге арналған онлайн курстар, силлабустар және т.б.) бар. Ол материалдарды информатика және білім беруді ақпараттандыруды оқытудың объектілері мен құралдары ретінде пайдалануға болады;

- жинақтағы цифрлық ресурстардың сапасы жоғары, өйткені олар әлемге әйгілі университеттерде (Гарвард университеті, Массачусетс технологиялық институты және т.б.) әзірленіп, сараптамадан өткізілген;

- жинақ ресурстары деңгейлер бойынша (бастапқыдан тәжірибелі деңгейге дейін) топтастырылған.

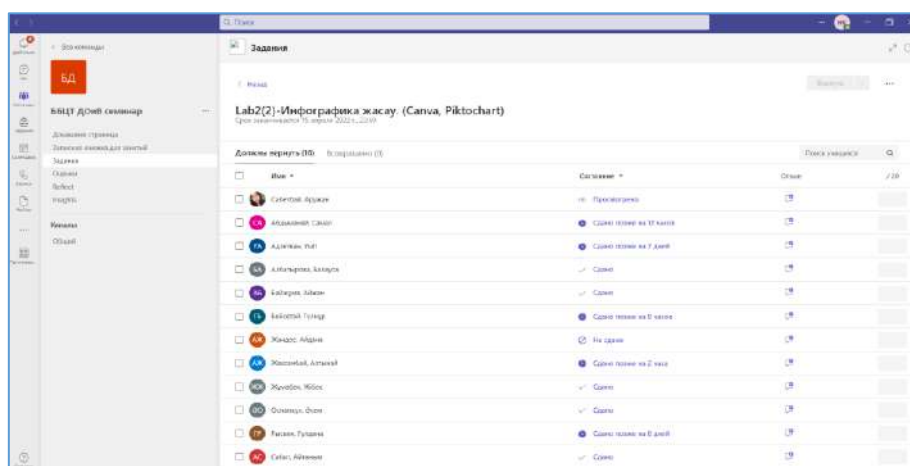
Бұл топтастыру гуманитарлық және жаратылыстану бағытының студенттеріне, сондай-ақ информатика және білім беруді ақпараттандыру бойынша IT мамандықтарының студенттері үшін жеке тапсырмаларды құру кезінде өте маңызды. Жинақ ресурстарының көпшілігі ашық және ағылшын тілінде жарияланған. Мұндай ресурстарды біркелкі пайдалану білім беруді ақпараттандыру саласында білім алушылардың тілдік деңгейін арттыруға ықпал етеді.

ББЦТ курсының мазмұны мынадай тақырыптарды қамтиды: «Білім берудегі 3D-модельдер», «Виртуалдық және толықтырылған нақтылық құралдары. Цифрлық робототехника», «Оқыту нәтижелерін бақылауды және өлшеуді цифрландыру», «Білім беру ұйымының ұйымдастырушылық-басқарушылық қызметін цифрландыру мәселелері», т.б. Жаңа ақпараттық технологияларға, яғни, төртінші өнеркәсіптік революция технологияларына, оларды педагогтардың кәсіби іс-әрекетінде пайдалануға ерекше көңіл бөлінді, өйткені бұл пән болашақ мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыруда негізгі болып табылады.

Merlot жинағында аталған курста қарастырылатын тақырыптардың көпшілігі бойынша оқу материалдары қамтылған. Осыған байланысты біз тиісті бейне-дәрістерді, виртуалды зертханаларды (симуляторларды), қолданушы нұсқауларын бөліп көрсетуге болады. Зерттеу барысында мұндай оқу құралдары ақпаратты визуализациялау үшін пайдаланылды.

Мысалы, «Цифрлық робототехника» тақырыбы бойынша дәріс барысында «Lego Robotics» онлайн курсының зертханалық тәжірибелері қолданылды. Зертханалық тәжірибелерден студенттер LEGO® құрылғыларынан және қозғалтқыштар мен сенсорлар сияқты бірнеше басқа бөліктерден жасалған функционалды роботтарды жобалау, құрастыру және бағдарламалау ресурстарымен танысты. Мерлоттың виртуалды және толықтырылған шынайылық технологияларымен танысуға арналған ресурстары да жеткілікті.

ББЦТ курсы аясында болашақ мұғалімдер оқыту барысында ақпараттық электронды білім беру ресурстарын құру, ақпараттандыру құралдарын құру мен пайдаланудың дидактикалық және басқа да негіздерімен танысады. Білім беру бағдарламасына сәйкес, ББЦТ курсын бітірген бакалаврлар дайын электронды ресурстарды пайдаланып қана қоймай, оларды өздері жасай білуі де керек. Зерттеу аясында осы пәнге дайындық кезіндегі пәнаралық міндеттердің бірі Merlot жинағында қамтылған дайын цифрлық ресурстарды пайдалана отырып, «Иммерсивті технологиялар» тақырыбында презентация дайындау болды. Тапсырманың бұл түрі студенттердің өзекті тақырыптарды өз бетінше меңгеруіне бағытталған, ал оқытушылар тек кеңесші қызметін атқарады (1-сурет).



Сурет 1. Microsoft Teams ортасында студенттерден тапсырмалар қабылдау

Аталған пәнаралық тапсырмаларды орындау кезінде студенттердің назары:

- тақырыпты мңгеруде өз бетінше жұмыс істей алуына;
- тұлға үшін оқу-шығармашылық іс-әрекеттің маңыздылығына;
- ақпараттық технологияларды пайдаланудағы шығармашылыққа;

- ақпараттық технологияларды таңдау ерекшелігіне және есептерді шешуде оларды пайдалану деңгейіне аударылды [7].

Merlot жинағымен қатар басқа жинақтардағы BilimLand, iMekter, Moscow e-School, Mobile e-education және т.б. білім беру электрондық ресурстары да оқыту аясында кешенді түрде пайдаланылды. 2021-2022 оқу жылында ақпараттық технологиялардың пәнаралық интеграциясының информатика және білім беруді ақпараттандыру саласында болашақ мұғалімдерді даярлаудың тиімділігіне әсерін зерттеу жүргізілді. Педагогикалық экспериментке Абай атындағы ҚазҰПУ студенттері қатысты.

Зерттеудің эксперименттік бөлігінің нәтижелерін өңдеу үшін математикалық статистика әдістері қолданылды.

Нәтижелер мен пікірталас

Бақылау тобының (БТ) студенттеріне дәстүрлі түрде ББЦТ курсы оқытылды. Сабақтарда әртүрлі ақпараттық технологиялар мен құралдар қолданылды және оларды пайдалану объектілер мен оқыту құралдарын пәнаралық интеграциялаудың ұсынылған тәсіліне негізделмеген. Эксперименттік топ студенттері (ЭТ) жоғарыда аталған тәсілдер, құралдар мен технологияларды біркелкі және жүйелі түрде пайдалана отырып, цифрлық білім беру ресурстарын жобалау бойынша жоғарыда аталған жеке және ұжымдық жобаларға қатысты. Эксперимент шеңберінде ББЦТ курсының әртүрлі бөлімдеріндегі оқу материалдары пайдаланылды. Жүргізілген сұхбаттар мен сауалнамалар студенттердің ақпараттық технологияларды пәнаралық интеграциясы негізінде АКТ құзыреттілігін қалыптастыруға жоғары қызығушылықтарын көрсетті. Студенттердің болашақ педагогикалық қызметке мүмкіндігінше жақын практикалық білім мен дағдыларды алуға ұмтылыстары байқалды.

Педагогикалық мамандықтар бойынша білім беру бағдарламаларының мазмұнын талдау негізінде эксперимент жүргізуге қажетті білім беруді ақпараттандыру саласында болашақ мұғалімдерді даярлаудың тиімділік критерийлері анықталды. Келесі критерийлер анықталды және пайдаланылды:

- студенттердің теориялық білімді меңгеруінің орташа үлесінің айтарлықтай артуы;
- кәсіби бағытталған міндеттерді шешу қабілетінің орташа үлесінің айтарлықтай артуы;
- цифрлық құзыреттіліктерді қалыптастыру үлесінің айтарлықтай артуы.

Теориялық білімнің қалыптасуын бақылау эксперименттік және бақылау топтарында бірнеше рет өткізілген ағымдағы бақылаудың (компьютерлік тестілеу) нәтижелері бойынша бағаланды. Әр топ бойынша бұл көрсеткіштің орташа мәні анықталды. Практикалық біліктер мен дағдыларды қалыптастыруды бақылау ұсынылған тапсырмалар арқылы жүзеге асырылады және оқытушылармен бағаланды.

Осы тиімділік көрсеткіштерін бағалау үшін біз В.П.Беспалько ұсынған материалды игеру деңгейлерін зерттеу әдістемесі қолданылды [8]. Бұл әдістеме бойынша игерудің төрт деңгейі бар.

I деңгей бұрын игерілген ақпаратты қайта қабылдау кезінде объектілерді, процестерді «кеңес алу арқылы», «тану» репродуктивті әрекеті.

II деңгей бұрын меңгерілген ақпаратты репродуктивті жаңғыртуды және типтік есептерді шешуді қамтиды.

III деңгей өзіндік әрекет процесінде алынған ақпаратты қолдану бойынша іс-әрекеттерді білдіреді.

IV деңгей өз іс-әрекетін өз бетінше жобалау арқылы алынған ақпаратты шығармашылықпен қолдану мүмкіндігін қарастырады. Бұл деңгейде субъект ғылыми-зерттеу және шығармашылық әрекеттерді орындау қабілетін көрсетеді.

Тапсырмаларды орындау нәтижелері бойынша балл қою критерийлері меңгеру деңгейіне сәйкес келді және 1-кестеге сәйкес он екі балдық шкала бойынша анықталды.

Эксперимент басында студенттердің алғашқы екі деңгейіндегі білімдері зерттелді. Бақылау және эксперименттік топ студенттері арасында бұл деңгейлердегі оқу материалын меңгеруде айтарлықтай айырмашылықтар болмағанын атап өткен жөн. Тәжірибе соңында меңгеру көрсеткіштерін анықтау үшін III және IV деңгейлердегі білімді зерттеу жүргізілді.

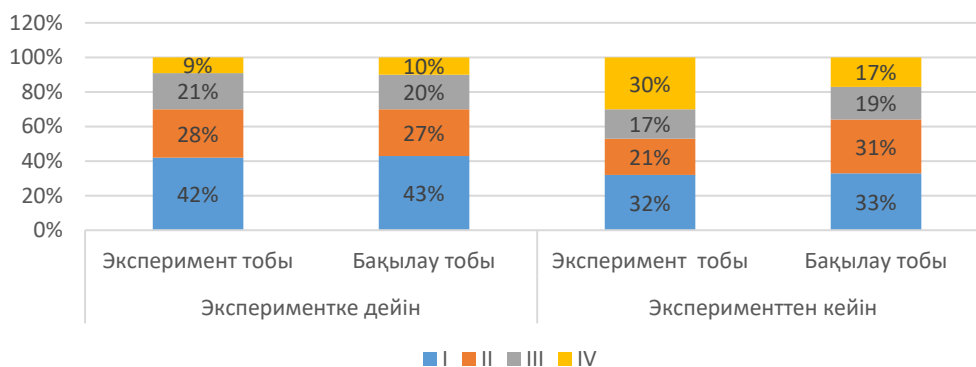
Экспериментке қатысушы студенттерге олардың білім деңгейі туралы салыстырмалы түрде объективті материал және оқу процесінің сандық сипаттамаларын бағалау шкаласын қолдануға мүмкіндік беретін күрделіліктің төрт деңгейіндегі тапсырмалар ұсынылды. Тапсырмаларды орындау нәтижелері бойынша балл қою критерийлері меңгеру деңгейіне сәйкес келді және нәтижелері 2-кестеде берілген.

Кесте 1. Бақылау және эксперименттік топ студенттерінің оқу тапсырмаларын орындау нәтижелерін анықтауға арналған шкала

Меңгеру деңгейі	Балл	Дұрыс орындалған тапсырмалардың үлесі
I	0	<50%
	1	50-70%
	2	70-90%
	3	>90%
II	0	<50%
	4	50-70%
	5	70-90%
	6	>90%
III	0	<50%
	7	50-70%
	8	70-90%
	9	>90%
IV	0	<50%
	10	50-70%
	11	70-90%
	12	>90%

Кесте 2. Ақпараттық технологияларды интеграциялау жағдайында студенттерді даярлаудың қалыптасу деңгейі (пайыз есебімен)

Деңгейлер	Экспериментке дейін		Эксперименттен кейін	
	Эксперимент тобы	Бақылау тобы	Эксперимент тобы	Бақылау тобы
I	42	43	32	33
II	28	27	21	31
III	21	20	17	19
IV	9	10	30	17



Сурет 2. Студент қалыптасу деңгейлерінің экспериментке дейінгі және кейінгі нәтижелерін салыстыру

Қорытынды баға $K=a/n$ критерийіне сүйене отырып, әр деңгей бойынша орташа баллды есептеу арқылы анықталды, мұндағы a – алған балдарының қосындысы, n – тапсырмалардың жалпы саны және орташа балды осы деңгей үшін шектік балдармен салыстыру. Әрбір деңгей бойынша шектік балдар (сәйкесінше): I деңгей – 1, II деңгей – 4, III деңгей – 7, IV деңгей – 10. Егер студенттің алған балы шектік балдан төмен болса, онда оның осы деңгейдің оқу материалын меңгермегендігін көрсетеді. Қорытынды баға студенттің ойдағыдай орындаған ең жоғары деңгейінің орташа балымен анықталды.

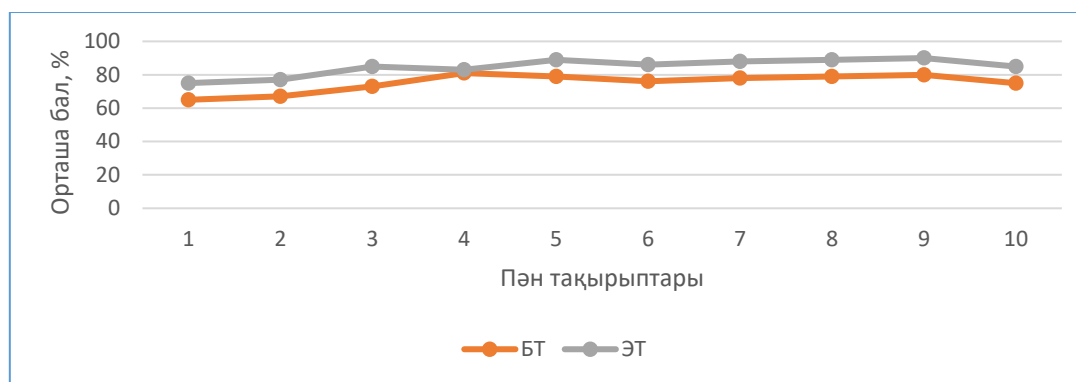
Төртінші деңгейдің материалдарын меңгеру эксперименттік топта сәттірек болды (30% студенттер төртінші деңгейге жетті). Бақылау тобында білім алушылардың 17%-ы ғана бұл деңгейге жетті (2-сурет). Нәтижелілік критерийлерінің өсу сенімділігі Пейдждің L-критерийі арқылы бағаланды.

Эксперименттік және бақылау топтарының қорытынды мәндері Стьюденттің параметрлік тесті арқылы салыстырылды, ал материалды меңгерудің жалпы пайызы, практикалық дағдылар мен құзыреттердің қалыптасу дәрежесі В.П.Беспалько критерийі арқылы салыстырылды. ББЦТ пәні силлабусынан алынған 10 тақырып бойынша тест нәтижелері 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 3. Силлабус бойынша алынған пән тақырыптары бойынша студенттердің алған балдары

Тобы	Пән тақырыптарының номерлері									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бақылау тобы	65	67	73	81	79	76	78	79	80	75
Эксперименттік топ	75	77	85	83	89	86	88	89	90	85

Алынған нәтижелерді талдау эксперименттік топта оқу материалын меңгеру коэффициенті бақылау тобына қарағанда орта есеппен 10% жоғары деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Эксперименттік топ үшін айтарлықтай өсу дәлелденді ($L_{\text{эмп.}}=922$, $L_{\text{кр.}}=918$), ал бақылау тобы үшін мұндай тұрақты өсу жоқ ($L_{\text{эмп.}}=835$, $L_{\text{кр.}}=918$). Соңғы нүктедегі Студент критерийіне сәйкес эксперименттік және бақылау топтарының орташа үлестері арасында да айтарлықтай айырмашылық бар ($t_{\text{эмп.}}=1,83$, $t_{\text{кр.}}=1,67$). Осылайша, алынған мәліметтер эксперименттік топ студенттері арасында теориялық білімді меңгеру дәрежесін білдіретін көрсеткіштен айтарлықтай асып кеткенін көрсетеді (Сурет 3).



Сурет 3. Бақылау және эксперименттік топтардың пән тақырыптары бойынша кәсіби бағытталған тапсырмаларды орындай алу қабілеттері қалыптасуының топтық орташа үлесі

3-суретте эксперименттік топ студенттерінің кәсіби бағытталған тапсырмаларды шешу қабілетін қалыптастырудың топтық орташа үлесі көрсетілген. Студенттердің цифрлық құзыреттіліктерінің қалыптасу және даму барысын бақылау үшін жоба әдісі қолданылды. Кәсіби жобаларды талдауда сараптамалық бағалау, сұрақ қою, жобаны қорғауды талдау қолданылды. Эксперименттің осы кезеңінде студенттер бірнеше жобаларды әзірледі, оларды дайындау үшін ББЦТ курсы аясында ақпараттандыру технологияларының бірыңғай интеграциясы пайдаланылды. Эксперименттің осы бөлігінің нәтижесінде болашақ мұғалімдердің цифрлық құзыреттіліктерінің айтарлықтай артқаны анықталды. Бұл зерттеулердің нәтижелері ақпараттық технологиялардың интеграциясына негізделген педагогикалық тәсілді пайдалану информатика және білім беруді ақпараттандыру саласындағы оқытумен байланысты сипаттамаларға оң әсер ететінін көрсетеді. Бұл ақпараттық технологиялардың интеграциясы ББЦТ курсына жүзеге асыруда оқыту объектісі және оқу құралы ретінде ақпараттандыру технологиялар туралы идеялардың тұтас жүйесін құрастыруға ықпал етеді, ал бұл заманауи мұғалімнің кәсіби қасиеттерін қалыптастыру үшін маңызды [9].

Қорытынды

Зерттеу барысында қазіргі заманғы ақпараттандыру технологияларын интеграциялау жағдайында жоғары оқу орындарының педагогикалық мамандықтарының студенттерін оқыту курстарын ұйымдастыру студенттерді білім алуға ынталандыратын икемді тұлғаға бағытталған білім беру

бағдарламаларын жасауға мүмкіндік беретіні көрсетілді. Ақпараттандыру технологияларын интеграциялауды нығайтуды қамтамасыз ететін әдістерді оқу-тәрбие үрдісінде қолдану тәжірибесі олардың болашақ педагогтарды информатика және білім беруді ақпараттандыру саласында даярлаудың тиімділігіне оң әсерін растайды. Сонымен қатар, цифрлық білім беру ортасында, ақпараттық технологияларды оқу процесіне интеграциялауды жүзеге асыру мақсатында білім берудің әдістемелік жүйелері енгізіліп, студенттердің қалыптасу деңгейінің артқандығы дәлелденді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Төртінші өнеркәсіптік революция жағдайындағы дамудың жаңа мүмкіндіктері: Қазақстан Республикасы Президентінің 2018 жылғы 10 қаңтардағы Жолдауы. <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/k1800002018/links>. 19.02.2018.
- 2 Grinshkun, V., Bidaibekov, E., Koneva, S., Baidrakhmanova, G. An essential change to the training of computer science teachers: The need to learn Graphics //European Journal of Contemporary Education (2019) 8(1) 25-42
- 3 Лапчик М.П., Федорова Г.А. Инновационный подход к подготовке педагогических кадров в области информатизации образования //Преподаватель XXI века. -2016. -№ 4. -С.28-41.
- 4 Kamalova G.B., Pak N.I., Khegay L., Kiseleva Y.N., Akkasynova Zh.K. A cluster approach in pedagogical education in the context of globalization. International Journal of Advanced Science and Technology, 2020, 29(7 Special Issue), pp. 994–1004.
- 5 Bedelov, K., Bidaibekov, Y., Grinshkun, V., Bostanov, B., Koneva, S. The effective use of telecommunication cloud services for the training of future computer science teachers. World Transactions on Engineering and Technology Education, 2021, 19(4), сmp. 398–403.
- 6 Григорьев С.Г. Цифровой университет – интеграция технологий //Вестник КазНПУ. Серия «Физико-математические науки». –Алматы, 2018. –№2(62). –С.10-13.
- 7 Никитин П.В. Организация индивидуального обучения будущих учителей информатики с применением современных информационных технологий //Образовательные технологии и общество, 2014. -С.548-568.
- 8 Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. -М.: Педагогика, 1989. -192 с.
- 9 Balykbayev, T., Bidaibekov, E., Grinshkun, V., Kurmangaliyeva, N. The influence of interdisciplinary integration of information technologies on the effectiveness of it training of future teachers. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2022, 100(5), сmp. 1265–1274.

References:

- 1 Tortinshi onerkasiptik revoluciya jagdayindagi damuding jana mumkindikteri: Qazaqstan Respublikasi Prezidentining 2019 jilgi 10 qangtardagi joldau [New opportunities for development in the context of the fourth industrial revolution: Address of the President of the Republic of Kazakhstan on January 10, 2018]. <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/k1800002018/links>. 19.02.2018. [In Kazakh]
- 2 Grinshkun, V., Bidaibekov, E., Koneva, S., Baidrakhmanova, G. An essential change to the training of computer science teachers: The need to learn Graphics //European Journal of Contemporary Education (2019) 8(1) 25-42.
- 3 Lapchik M.P., Fedorova G. A. bilim berýdi aqparattandyry salasynda pedagog kadrlardy dаяrlaydyń inovatsalyq tásili [Innovative approach to the training of teachers in the field of informatization of education] //HHI ғасыр оқытыshыsy. -2016. -№ 4. -С.28-41. [In Russian]
- 4 Kamalova G.B., Pak N.I., Khegay L., Kiseleva Y.N., Akkasynova Zh.K. A cluster approach in pedagogical education in the context of globalization. International Journal of Advanced Science and Technology, 2020, 29(7 Special Issue), pp. 994–1004.
- 5 Bedelov, K., Bidaibekov, Y., Grinshkun, V., Bostanov, B., Koneva, S. The effective use of telecommunication cloud services for the training of future computer science teachers. World Transactions on Engineering and Technology Education, 2021, 19(4), сmp. 398–403.
- 6 Grigorev s. G. sıfırlыq ýnıversıtet – tehnologıalardyıntegratsıalay [Digital University – technology integration] // Qazupý habarshısy. "Fızıka-matematika ғылымдары" serıasy. - Almaty, 2018. –№2(62). –S. 10-13. [In Russian]
- 7 Nikitin P.V. (2014) Organizaciya individual'nogo obucheniya budushih uchıtelei informatiki s primeneniym sovremennyih tehnologii [Organization of individual training for future teachers of computer science using modern information technologies] //Obrazovatel'niye tehnologii i obshestvo [Educational technologies and society]. -P.548-568. [In Russian]
- 8 Bospalko v. p. pedagogıkalyq tehnologıanyń termınder [Components of pedagogical technology]i. - M.: Pedagogıka, 1989. -192 s. [In Russian]
- 9 Balykbayev, T., Bidaibekov, E., Grinshkun, V., Kurmangaliyeva, N. (2022) The influence of interdisciplinary integration of information technologies on the effectiveness of it training of future teachers. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 100(5), сmp. 1265–1274.

МРНТИ 20.01.45
УДК 004.02

[https://doi.org/ 10.51889/8159.2022.37.63.028](https://doi.org/10.51889/8159.2022.37.63.028)

Г.А. Мадьярова¹, П.Р. Саттар^{1*}

¹ Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: perizat.sattar1@gmail.com

ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІ ОҚЫТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Қоғамның барлық саласында цифрлық технологиялардың қолданыс аясының кеңеюі, ақпарат ағынының қарқынды артуы «ақпарат цунами» тудырып отыр. Бұл жеке тұлғалардың деректері, құжаттық ақпараттар, жеке ақпараттардың кибер шабуылдарға ұшырауының артуына әсер етуде, осыған байланысты ақпараттық қауіпсіздікті сақтау бойынша білімді үнемі жетілдіріп отыру бүгінгі күннің өзекті мәселелерінің бірі болып отыр. Әрбір жеке тұлға өзіне тиесілі цифрлық жеке ақпараттарының қауіпсіздігін сақтау үшін, мектеп жасынан бастап оларға ақпараттық қауіпсіздік жайлы жүйелі, нақты ақпараттар берілуі қажет. Бұл мақалада жалпы білім беретін орта мектепте ақпараттық қауіпсіздік бойынша оқушылардың білімін қалыптастыру мәселелері қарастырылды. Білім және Ғылым министрлігі ұсынған үш баспаның (Арман ПВ, Алматыкітап, Атамұра) Информатика оқулықтарында ақпараттық қауіпсіздік бойынша мазмұны мен көлеміне жасалған сараптамалық талдаудан, терминдердің, қамтылатын тақырыптар мен тапсырмалар деңгейлерінің әртүрлілігі сияқты бірқатар мәселелер анықталды. Осы мәселелерді ескере отырып, орта мектепте ақпараттық қауіпсіздікті оқытуға арналған факультативтік сабақтың моделі жасалып, цифрлық білім беру контентінің мазмұны құрылды.

Түйін сөздер: цифрлық технология, ақпараттық қауіпсіздік, оқытудағы сабақтастық, оқыту мазмұны, киберқауіпсіздік, спиральділік қағидат, киберқалқан.

Аннотация

Г.А. Мадьярова¹, П.Р. Саттар¹

¹ Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Расширение сферы применения цифровых технологий во всех сферах жизни общества, стремительное увеличение потоков информации вызывает «информационное цунами». Это влияет на увеличение подверженности персональных данных, документальной информации и персональной информации кибератакам, и в связи с этим постоянное совершенствование знаний по информационной безопасности является одним из актуальных вопросов сегодняшнего дня. В целях обеспечения сохранности цифровой личной информации, принадлежащей каждому физическому лицу, необходимо обеспечить его систематической и достоверной информацией об информационной безопасности, начиная со школьного возраста. В статье были рассмотрены проблемы формирования знаний учащихся по информационной безопасности в общеобразовательной школе. Экспертный анализ содержания и объема учебников по информационной безопасности трех издательств (Арман ПВ, Алматыкітап, Атамұра), рекомендованных Министерством образования и науки, выявлены ряд проблем, таких как разнообразие терминов, освещаемых тем и уровней задач. С учетом выявленных проблем была разработана модель факультативного урока для обучения информационной безопасности в средней школе и создано содержание цифрового образовательного контента.

Ключевые слова: цифровые технологии, информационная безопасность, преемственность в обучении, содержание обучения, кибербезопасность, принцип спиральности, киберщит.

Abstract

FEATURES OF INFORMATION SECURITY TRAINING BASED ON THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES

Madyarova G.A.¹, Sattar P.R.¹

¹ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The expansion of the scope of digital technologies in all spheres of society, the rapid increase in the flow of information causes an "information tsunami". This affects the increased exposure of personal data, documentary information and personal information to cyber attacks, and in this regard, the continuous improvement of information security knowledge

is one of the pressing issues of today. In order to ensure the safety of digital personal information belonging to each individual, it is necessary to provide him with systematic and reliable information about information security, starting from school age. In this article, the problems of the formation of students' knowledge on information security in a secondary school were considered. Expert analysis of the content and volume of textbooks on information security of three publishing houses (Arman PV, Almatykitap, Atamura) recommended by the Ministry of Education and Science revealed a number of problems, such as a variety of terms, topics covered and levels of tasks. Taking into account the identified problems, an optional lesson model was developed for teaching information security in secondary school and the content of digital educational content was created.

Keywords: digital technology, information security, continuity in learning, content of learning, cybersecurity, spiral principle, cyber shield.

Кіріспе

XXI ғасыр-ақпарат пен цифрлық технологиялардың дәуірі, оқушылардың ақпараттар ағынынан қажеттісімен тиімдісін таңдау, қауіпсіздігін қамтамасыз ету, кибер шабуылдардан қорғау үшін, мектеп жасынан бастап, ақпараттық қауіпсіздік жайлы түсініктерін жүйелі қалыптастыра білу өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Ақпараттық қауіпсіздік (АҚ)-жеке адамның, қоғамның, мемлекеттің (ұлттық мүдделердің) мүдделеріне нұқсан келтіретін ішкі және сыртқы қатерлерден ақпараттық ресурстардың (ақпараттық органын) қорғалуының жай-күйі [1]. 2017 жылғы 31 қаңтардағы «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Қазақстан халқына жолдауында Тұңғыш Президент Нұрсұлтан Назарбаев «Киберқылмыспен күрестің өзектілігі барған сайын артып отыр. Үкімет пен Ұлттық қауіпсіздік комитетіне «Қазақстан киберқалқаны» жүйесін қалыптастыру шараларын қабылдауды тапсырамын» деп атап өткен болатын [2].

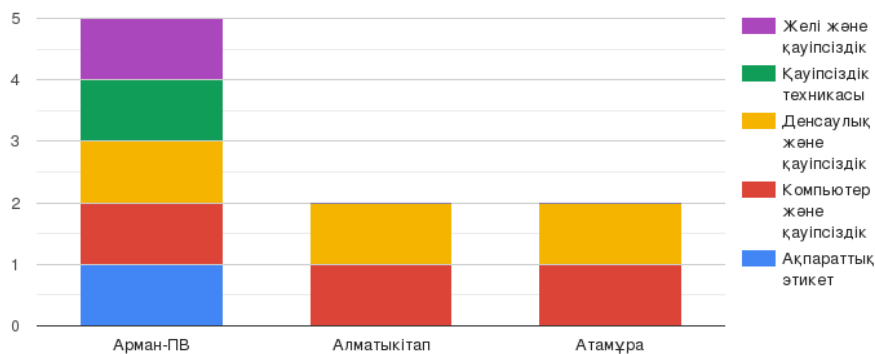
Ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету (АҚ)- жеке тұлғаның, мемлекеттік, қоғамдық және жеке мүдделері, ақпараттық құқықтарды жүзеге асыру шектері мен мектеп оқушыларының ақпараттық қызметі саласындағы мемлекеттік органдардың араласуы арасындағы нақты арақатынасты анықтау сияқты күрделі мәселелерден тұрады. Оқушыларға қатысты ақпараттық қауіпсіздіктің негізгі бағыттарының бірі ақпараттық саладағы баланың жеке басының мүдделерін қорғау, сонымен қатар ақпараттық қауіпсіз өзара әрекеттесуді үйрету, агрессивті, қоғамға қарсы сипаттағы ақпаратты қабылдамаудың моральдық және этикалық нормаларын қалыптастыру өзекті мәселелердің бірі деп санаймыз. Қоғамның индустриялықтан ақпаратқа көшуі аясында, ақпаратпен тиімді жұмыс жасай отырып, үнемі өсіп келе жатқан ақпарат ағынында бағдарлау қабілетінің маңыздылығы артады [3]. Бүгінгі таңда ақпарат пен білім дәстүрлі ұғымдар мен модельдер қолданылмайтын экономикалық прогрестің негізі болып табылады. Л.В. Шмелькова цифрлық экономикаға сәйкес келетін адамның маңызды ерекшелігі-бұл адамның сандық технологияларға ие екендігі және оларды кәсіби қызметте қолданатындығын ерекше атап өтеді [4].

Транг пен Брендель (2019) ақпараттық қауіпсіздік саясатына сәйкестік зерттеулерінде ұстамдылық теориясының қолданылуын зерттейді. Олардың зерттеулері ақпараттық қауіпсіздік қызметкерлердің немқұрайлығына және инсайдерлердің қасақана бұзушылықтарына қатысты ақпараттық қауіпсіздік саясатын (Internet Service Provider ISP) сақтаудағы алаңдаушылығына жауап береді. Авторлар талаптарға сәйкес провайдердің мінез-құлқын болжау үшін тежеу теориясын қолдауға байланысты сәйкессіздіктерді көрсетеді. Мақалада инсайдерлердің ақпараттық қауіпсіздік саясатын ұстануына баса назар аударылады және провайдерлердің ұстамдылық теориясы мен комплаенс мінез-құлқы туралы корреляцияланған әдебиеттерге мета-анализ жасалады. Оларды талдау нәтижелері бойынша екі аспект ерекшеленеді. Біріншіден, санкциялардың қатаңдығы мен санкциялардың сенімділігі айтарлықтай әсер етеді, ал санкцияларды қолдану жылдамдығы қауіпсіздік талаптарын сақтау жөніндегі мінез-құлққа болмашы әсер етеді. Екіншіден, зиянды контексте, жоғары қашықтықтағы мәдениеттерде және белгісіздікке жол бермейтін мәдениеттерде ұстамдылық теориясы девиантты мінез-құлқтың дұрыс болжаушысы болып табылады [5]. Бұл жұмыста Мор мен Уолтер (2019) интернеттегі тауарларды сатып алу кезінде тұтынушылардың киберқалқан, ақпараттық қауіпсіздік туралы түсініктерін қалай қалыптастыратындығына назар аударады. Қолданыстағы зерттеулер негізінен ақпараттық қауіпсіздік мәселелері интернеттегі мінез-құлқ пен онлайн сатып алуға қалай әсер ететініне назар аударады. Даму ықтималдығы моделін (Elaboration Likelihood Model ELM) қолдана отырып, авторлар интернеттегі сауда кезінде тұтынушылар көрсететін парадоксалды қауіпсіздік мінез-құлқын және сенімді қарым-қатынасты талдау арқылы тәжірибелік зерттеулер жүргізеді. Олардың нәтижелері

клиенттердің технологияға немесе веб-сайттың күрделілігіне негізделген ELM перифериялық бағыты арқылы бұрын белгісіз сатушыға деген сенімдерін қалыптастыратындығын және олар өздерінің сенімдерін бөлшек сатушыдан олардың ақпаратының қауіпсіз болатынына сенім күтуге бағыттайтындығын көрсетеді [6]. Рикки және басқалар, адамдар кибершабуылдар мен жеке деректерін ұрлау тұрғысынан қауіпсіздік тізбегіндегі ең әлсіз буын болып табылады деп мәлімдеді [7]. Рашид және басқалар (2018) киберқауіпсіздік білім берудің барлық деңгейлеріндегі оқу бағдарламасының маңызды элементіне айналғанын атап өтті [8]. Ахмед пен Руссев «өзара» білім беру моделі нақты анықталған оқыту хаттамасы ретінде киберқауіпсіздік бойынша білім беруді тиімді жүргізу үшін пайдаланылуы мүмкін жақсы құрал екенін айтты [9]. Alrubae and Manna (2021) бүкіл әлемдегі пайдаланушыларға қауіп төндіретін кибершабуыл, сондай-ақ әсіресе COVID-19 пандемиясы кезінде болған кейбір шабуылдарды зерттейді. Зерттеу нәтижесінде олар осы шабуылдарға қарсы сақтық шараларын қабылдау және киберқауіпсіздік туралы хабардар болу және олардың қайталануын болдырмау үшін болашақта не істеуге болатыны туралы әртүрлі ұсыныстар берді [10]. Крамплер мен Левис мекемеде өздерінің қолданыстағы жүйелерін кибершабуылдан қорғау үшін қажетті адами ресурстар тұрғысынан үлкен қиындықтарға тап болғанын атап өтті (Crumpler and Lewis, 2019) [11]. Зерттеу барысында талданған ғалымдардың еңбектері әрбір тұлға үшін цифрлық ақпараттарды күнделікті қолдануда кибершабуыл тәуекелінің артуына қарай, ақпараттық қауіпсіздік жөніндегі білімді жетілдірудің қажеттілігін көрсетті.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеу жұмысын жүргізу барысында салыстырмалы, сараптамалық талдау жасау арқылы алған мәліметтер көрнекі түрде диаграмма арқылы рәсімделді. Орта мектепте ақпараттық қауіпсіздік тақырыптар берілуі тереңдігінің спиральділік қағидатқа сәйкестігіне талдау жасалды. Оқулықтардағы таңдалған тақырыптар бойынша тапсырмалардың беру ерекшеліктері мен төл тіліміздегі терминдердің қолданылуына ерекше назар аударылды. Білім және Ғылым министрлігі «Информатика және Цифрлық Сауаттылық (Медиа сауаттылық)» пәні бойынша бірнеше баспаның оқулықтарын оқу үрдісінде қолдануға ұсынып отыр. Орта мектептің информатика пәнін оқыту мазмұнында ақпараттық қауіпсіздікке арнайы тараулар мен тақырыптар қарастырылған. Осы оқулықтарда қарастырған тақырып атаулары келесі суретте көрсетілген (1-сурет).



Сурет 1. Білім және Ғылым министрлігі ұсынған оқулықтарға жасалған диаграмма

«АрманПВ» (Г.И.Салғараева, Г.А.Көпеева): 5 бөлім, 17 тақырып, «Алматыкітап» (Р.А.Қадырқұлов, Г.К.Нұрмұханбетова): 2 бөлім, 9 тақырып, «Атамұра» (С.Т.Мұхамбетжанова, А.С.Тен): 2 бөлім, 7 тақырып берілген. «АрманПВ» баспасында: «Ақпараттық этикет, Компьютер және қауіпсіздік, Денсаулық және қауіпсіздік, Қауіпсіздік техникасы, Желі және қауіпсіздік» бөлімдері бойынша ақпараттар қарастырылған, ал «Алматыкітап, Атамұра» баспаларында, «Қауіпсіздік техникасы, Желі және қауіпсіздік» бөлімдері бойынша ақпараттар берілген. Осы салыстырмалы талдау оқулықтарда [12-14] АҚ қатысты тақырыптардың көлемінің және мазмұнының әртүрлілігін көрсетті. Жанартылған білім беру бағдарламасының оқыту мазмұнына сәйкес информатика оқулығы спиральділік қағидаты принципімен құрылады. Спиральділік қағидаты бойынша құрылған оқу бағдарламасы Джером Брунердің «Білім беру үдерісі» (1962) атты еңбегінде қарастырылған танымдық теорияға негізделеді (2-сурет).



Сурет 2. Ақпараттық қауіпсіздік тақырыбының 5-9 сыныптар аралығында спиральділік қағидаты бойынша берілуі

Зерттеу жұмысында Арман-ПВ баспасының 5-9 сынып оқулықтарында ақпараттық қауіпсіздікке қатысты берілген тақырыптарды спиральділік қағидаты принципінә сәйкестігіне талдау жасадық (2-сурет). 5-сыныпта компьютерде қалай қауіпсіз жұмыс жасау керектігі, 6-сынып оқулығында «эргономика» ұғымы, яғни денсаулыққа зиян тигізбей компьютермен жұмыс жасау, ал 7-сыныпта желідегі қауіпсіз жұмыс жасау және компьютерді вирустардан қалай қорғау керектігі туралы мәліметтер берілген. 5-7 сыныптар аралығында ақпараттық қауіпсіздікке қатысты тақырыптар белгілі бір деңгейде күрделеніп берілуі арқылы, спиральділік қағидатын сақтап отыр. Ал 8-9 сыныптарға арналған оқулықта, тақырыптардың тереңдігі жоғарылаудың орнына бәсеңдей түскен. Дәлелі, 8-сыныпта денсаулыққа кері әсерін тигізбей жұмыс жасау жайлы ақпарат берілсе, 9-сыныпта ұзақ жұмыс жасаудың тәуекелі жайлы қарастырылған. Ақпараттық қауіпсіздік, киберқауіпсіздік, киберқалқанға қатысты оқу құралдарындағы берілген тақырыптарды, спиральділік қағидаты принципінә сәйкес толықтырып құрып, цифрлық контенттер түрінде әзірлеп қолжетімді факультативтік сабақ ретінде ұсынамыз. Біз қарастырған үш баспаның 5-сынып оқулығында «Компьютерде қалай қауіпсіз жұмыс істеуге болады» тақырыбы берілгендіктен, осы тақырыптың тапсырмаларына салыстырмалы талдау жасалды (1-кесте).

Кесте 1. Тапсырманың талдауы

Критерийлері	Арман-ПВ	Атамұра	Алматыкітап
Жас ерекшелгі ескерілген	+	+	+
Компьютерде орындалатын тапсырма	+	+	-
Блум таксаномиясына толықтай сәйкес	+	+	+
Алғашқы сабақ ретінде берілген	+	-	-
Үй тапсырмасы	-	-	+

Осы оқулықтардағы ақпараттық қауіпсіздікке қатысты тақырыптарды талдау барысында бірқатар мәселелер кездесті (3-сурет). Зерттеу жұмысында мынадай мәселелер кездесіп отыр, біз қарастырып отырған үш баспа оқулығын Білім және Ғылым министрлігінен (БҒМ) ұсынылған. «Көлемі» - әр баспада бір тақырып бойынша әртүрлі көлемдегі ақпараттар берілген, «терминдердің әртүрлілігі»-бір сөздің екінші баспада басқаша кездесуі (2-кесте). «Сағат саны» – баспалардың бір тақырыпты қарастыратын сағат саны әртүрлі, «командалардың аудармасының ретсіздігі» - алдымен командалардың қазақша аудармасы, жақшаға қолдынасытағы атауы және де керісінше түрде берілген (кірістіру-вставка, папка-бума), «оқулықтардың таралымы»-үш оқулықтыда БҒМ ұсынып отырғанымен таралымы әртүрлі (Арман ПВ-317 000, Алматыкітап-508 000, Атамұра-37 500), «мазмұны» – бір тақырып бойынша берілген ақпараттардың мазмұнында үлкен айырмашылық бар екендігін байқадық. Оқу құраладарының таралымының әртүрлілігі, спиральділік қағидаты бойынша, бір баспаның оқулығымен бірізді оқу принципін қамтамасыз ете алмайды.

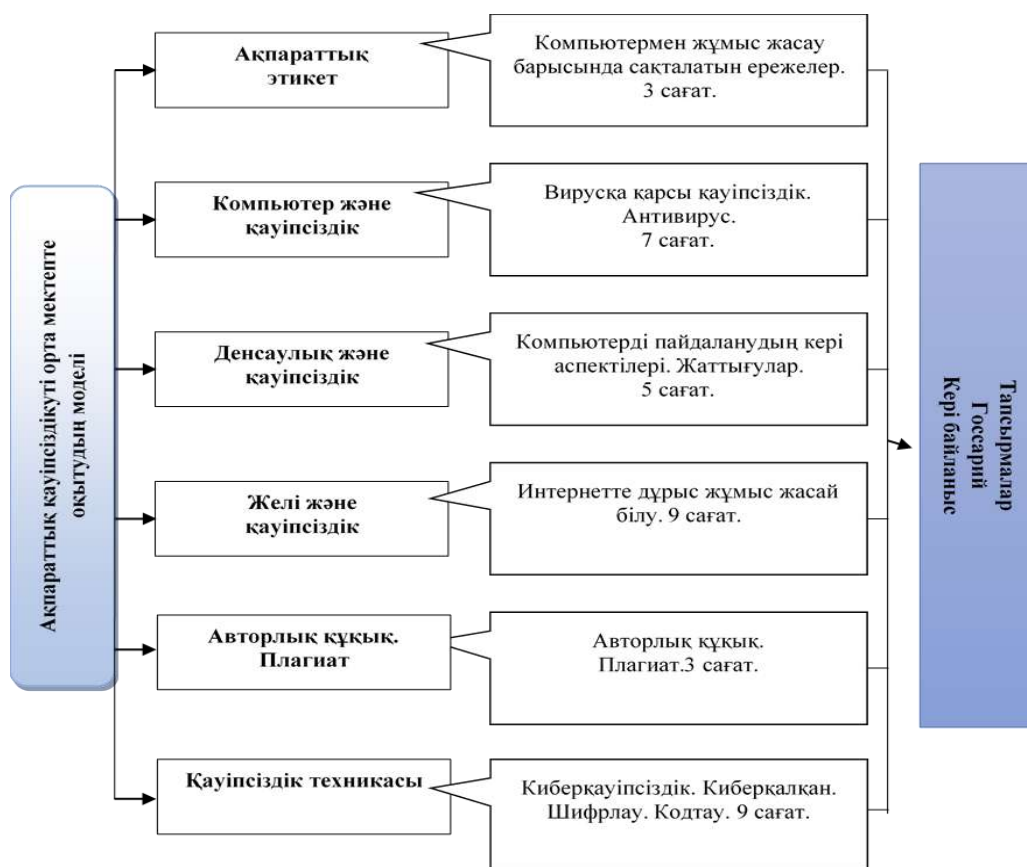


Сурет 3. Зерттеу жүргізу барысында кездескен мәселелер

Кесте 2. Оқулықтардағы кездесетін терминдердің әртүрлілігі

№	Терминдер	Арман-ПВ	Атамұра	Алматыкітап
1	Сноски	Түсіндірме	Нұсқама	Нұсқама
2	Пароль	Құпия сөз	Құпия сөз	Пароль
3	Сведения	Мағлұмат	Мәлімет	Мәлімет
4	Вставка	Қою	Кірістіру	Кірістіру
5	Выравнивание	Түзету	Туралау	Туралау, теңестіру

Зерттеу барысында кездескен мәселелерді жүйелей келе, цифрлық технология дәуірінде, оқушылардың ақпараттарын қауіпсіз сақтай алуы және де интернет желілерінде, компьютерлік желілерде қауіпсіз жұмыс жасай алуы үшін, көмекші құрал ретінде «Ақпараттық қауіпсіздікті орта мектепте оқытудың моделін» ұсынамыз (4-сурет).



Сурет 4. Ақпараттық қауіпсіздікті орта мектепте оқытудың моделінің сызбасы

Берілетін ақпарат көлемін 36 сағатқа жоспарлап, әр тараудан соң оқушылардың өз білімдерін тексеруі үшін тест, сұрақ-жауап түрлерінде тапсырмалар құрастырылды. Бұл көмекші құрал кез-келген ізденушіге көмегін тигізе алатындай болуы үшін қолжетімділігін арттыру мақсатында электрондық контенттер мен сабақтардың аудио және бейнеконтенттер әзірледік.

Қорытынды

Ақпараттық қауіпсіздік — мемлекеттік ақпараттық ресурстардың, ақпарат саласында жеке адамның құқықтары мен қоғам мүдделері қорғалуының күйі болып табылады. Ол экономиканы ғылымға негізделген ресурс үнемдегіш технологияларға қарай ыңғайластырып, сонымен бірге әрбір жеке адамның дамуына, өмірде өзінің орнын тауып, өзін-өзі жүзеге асыруына кең мүмкіндік туғызады. Ақпараттық қауіпсіздігін сақтау мәселесін орта мектеп бағдарламасындағы ролін анықтау барысында оқу әдебиеттеріне талдау жұмыстары жасалды. Төл тілімізде ақпараттық қауіпсіздікті қамтитын тақырыптар бойынша ашық, яғни тегін қолжетімді электрондық білім беру ресурстарының жеткіліксіз екендігіне көз жеткіздік.

Орта мектепте ақпараттық қауіпсіздік тақырыбын оқыту тереңдігінің спиральдік қағидатқа сәйкестігін талдау барысында, ұсынылған оқулықтардың таралым саны, тақыптардың көлемі, терминдердің әртүрлілігі сияқты бірқатар мәселелер анықталды. Осы мәселелерді шешу мақсатында ақпараттық қауіпсіздік бойынша факультативтік сабақтың мазмұндық моделі жасалды (5-сурет).



Сурет 5. Ақпараттық қауіпсіздікті орта мектепте оқытудың моделі

Спиральділік қағидаты бойынша жасалынған модельде, оқытудағы сабақтастық талаптарына сәйкес факультативтік сабақтың мазмұнын, тақырыптардың тапсырмалары анықталды. Берілген алты тарау бойынша тақырыптарды нақтылап, әр тақырыпқа сәйкес өзіндік, пысықтау тапсырмалары құрастырылды.

Алғыс айту. Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің гранттық қаржыландыруы есебінен № AP09259370 "Жасанды интеллект тәсілдеріне негізделген виртуалды оқытудың технологиялық платформасын жасау" жобасы аясында орындалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Вострецова Е.В. Основы информационной безопасности. Учебное пособие, Екатеринбург, 2019.204с.
- 2 2017 жылғы 31 қаңтардағы «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты Қазақстан халқына Жолдауы.
- 3 Сидельникова Н.В., Беседина Т.В. Информационная безопасность // Образование. Карьера. Общество. 2018. № 1 (56). С. 71-72.
- 4 Исследование российского рынка онлайн-образования и образовательных технологий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://edmarket.digital/> (дата обращения: 15.03.2018).

- 5 Trang S., & Brendel B. (2019). A meta-analysis of deterrence theory in information security policy compliance research. *Information Systems Frontiers*, 21(6). <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09956-4>.
- 6 Mohr H., & Walter Z. (2019). Formation of consumers' perceived information security: Examining the transfer of Trust in Online Retailers. *Information Systems Frontiers*, 21(6). <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09961-7>.
- 7 Ricci, J., Breitinger, F., & Baggili, I. (2019). Результаты опроса взрослых и образования в области кибербезопасности. *Образование и информационные технологии.*, 24(1), 231–249.
- 8 Rashid, A., Danezis, G., Chivers, H., Lupu, E., Martin, A., Lewis, M., & Peersman, C. (2018). Scoping the cyber security body of knowledge. *IEEE Security & Privacy* 16(3). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11261-8>.
- 9 Ahmed, I., & Roussev, V. (2018). Peer instruction-teaching methodology for cybersecurity education. *IEEE Security & Privacy*, 16(4), 88–91 <https://doi.org/10.1109/MSP.2018.3111242>.
- 10 Alrabaee, S. & Manna, R. (2021). Boosting Students and Teachers Cybersecurity Awareness During COVID-19 Pandemic. In: *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. pp. 726-731.
- 11 Crumpler, W., Lewis, J.A. (2019). *Cybersecurity Workforce Gap*. JSTOR.
- 12 Г.А.Көпеева, Ү.М.Ділманова. *Информатика. Жалпы білім беретін мектептің 5-сыныбына арналған оқулық*. Астана: «Арман-ПВ» баспасы, 2017. – 192 бет. <https://www.armanpv.com/>
- 13 Р.А. Қадырқұлов, Г.К. Нұрмұханбетова. *Информатика. Жалпы білім беретін мектептің 5-сынып оқушыларына арналған оқулық*. Алматы: «Алматыкітап баспасы», 2020. – 132 бет; <https://www.almatykitap.kz/>
- 14 С.Т.Мұхамбетжанова., А.С.Тен., М.Ергали. *Информатика. Жалпы білім беретін мектептің 5-сыныбына арналған оқулық*. Алматы: «Атамұра» баспасы, 2020. – 144 бет. <https://atamura.kz/>

References:

- 1 Vostrecova E.V. *Osnovy informacionnoj bezopasnosti [Fundamentals of information security]*. — Uchebnoe posobie, Ekaterinburg, 2019.—204с.
- 2 2017 zhylygı 31 kantardagy «Kazakstannyn ushinshi zhangyruy: zhahandyk basekege kabilettilik [The third modernization of Kazakhstan: Global Competitiveness]» aty Kazakstan halkyna Zholdaуy.
- 3 Sidel'nikova N.V., Besedina T.V. *Informacionnaja bezopasnost' [Information security] // Obrazovanie. Kar'era. Obshhestvo*. 2018. № 1 (56). S. 71-72.
- 4 *Issledovanie rossijskogo rynka onlajn-obrazovanija i obrazovatel'nyh tehnologij [Jelektronnyj resurs] [Electronic resource]*. — Rezhim dostupa: <https://edmarket.digital/> (data obrashhenija: 15.03.2018).
- 5 Trang S., & Brendel B. (2019). A meta-analysis of deterrence theory in information security policy compliance research. *Information Systems Frontiers*, 21(6). <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09956-4>.
- 6 Mohr H., & Walter Z. (2019). Formation of consumers' perceived information security: Examining the transfer of Trust in Online Retailers. *Information Systems Frontiers*, 21(6). <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09961-7>.
- 7 Ricci, J., Breitinger, F., & Baggili, I. (2019). Результаты опроса взрослых и образования в области кибербезопасности. *Образование и информационные технологии [Results of a survey of adults and cybersecurity education. Education and information technology]*., 24(1), 231–249.
- 8 Rashid, A., Danezis, G., Chivers, H., Lupu, E., Martin, A., Lewis, M., & Peersman, C. (2018). Scoping the cyber security body of knowledge. *IEEE Security & Privacy* 16(3). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11261-8>.
- 9 Ahmed, I., & Roussev, V. (2018). Peer instruction teaching methodology for cybersecurity education. *IEEE Security & Privacy*, 16(4), 88–91 <https://doi.org/10.1109/MSP.2018.3111242>.
- 10 Alrabaee, S. & Manna, R. (2021). Boosting Students and Teachers Cybersecurity Awareness During COVID-19 Pandemic. In: *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. pp. 726-731.
- 11 Crumpler, W., Lewis, J.A. (2019). *Cybersecurity Workforce Gap*. JSTOR.
- 12 Г.А.Көпеева, Ү.М.Ділманова. *Информатика. Zhalpy bilim beretin mekteptin 5-synybyna arналган okulyk [Computer science. Textbook for the 5th grade of a comprehensive school]*. Астана: «Арман-ПВ» баспасы, 2017. – 192 бет. <https://www.armanpv.com/>
- 13 Р.А.Қадырқұлов, Г.К.Нурмуханбетова. *Информатика. Zhalpy bilim beretin mekteptin 5-synyp okushylaryna arналган okulyk [Computer science. Textbook for the 5th grade of a comprehensive school]*. Алматы: «Алматыкітап баспасы», 2020. – 132 бет; <https://www.almatykitap.kz/>
- 14 С.Т.Мұхамбетжанова., А.С.Тен., М.Ергали. *Информатика. Zhalpy bilim beretin mekteptin 5-synybyna arналган okulyk [Computer science. Textbook for the 5th grade of a comprehensive school]*. Алматы: «Атамұра» баспасы, 2020. – 144 бет. <https://atamura.kz/>

МРНТИ 14.01.29
УДК 004.896

<https://doi.org/10.51889/2912.2022.29.19.029>

Л.Б. Рахимжанова¹, С.З. Аджан^{1*}

¹ *әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
**e-mail: adzhan.s@mail.ru*

ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ ЖАҒДАЙЫНДА МҰҒАЛІМНІҢ ЦИФРЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІК ДЕҢГЕЙІН АРТТЫРУ

Аңдатпа

Қазіргі таңда, әсіресе Covid-19 оқытушылардың қашықтықтан білім беру жүйесіне өту қажеттілікке айналды. Ғылыми дереккөздерді талдау негізінде мұғалімдер сандық технологияларды қарым-қатынас үшін және олардың кәсіби дамуы үшін білімнің, дағдылардың, қабілеттердің және әртүрлі көрсеткіштердің жиынтығына ие болуы керек. Бұл цифрлық ресурстарды іздеуге, құруға және таратуға, білім беру үдерісінде цифрлық технологияларды пайдалануды басқаруға және ұйымдастыруға, ғылыми зерттеулерді жүзеге асыруға, бағалауды дараландыруға байланысты. Мақалада мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін арттыру үшін DigCompEdu платформасын әзірлеу көрсетілген. Зерттеу нәтижесінде жоспарланған білім беру нәтижелеріне жетудің табыстылығы анықталды. Электрондық ақпараттық-білім беру ортасындағы қашықтықтан оқыту технологиялары студенттің кәсіби тәжірибесіне негізделіп біліктілікті арттыруға, қашықтықтан оқытуды құнды-тұлғалық мәнмен толтыруға және білім беру нәтижелерін жақсартуға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Түйін сөздер: қашықтықтан оқыту, цифрлық құзыреттілік деңгейі, цифрлық білім беру, мұғалімдердің біліктілігін арттыру, оқыту технологиялары.

Аннотация

Л.Б. Рахимжанова¹, С.З. Аджан¹

¹ *Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЦИФРОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧИТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В настоящее время, особенно в связи с Covid-19, переход учителей на систему дистанционного обучения стал необходимостью. На основе анализа научных источников педагоги должны обладать набором знаний, навыков, умений и различных показателей для общения цифровых технологий и для своего профессионального развития. Это связано с поиском, созданием и распространением цифровых ресурсов, управлением и организацией использования цифровых технологий в образовательном процессе, осуществлением научных исследований, индивидуализацией оценивания. В статье показано развитие платформы DigCompEdu для повышения цифровой компетентности учителей. В результате исследования была определена успешность достижения запланированных образовательных результатов. Показано, что дистанционные образовательные технологии в электронной информационно-образовательной среде позволяют персонализировать повышение квалификации на основе профессионального опыта обучающегося, наполняя дистанционное обучение ценностно-личностным и улучшая образовательные результаты.

Ключевые слова: дистанционное обучение, цифровая грамотность, цифровое образование, подготовка учителей, технологии обучения.

Abstract

INCREASING THE LEVEL OF DIGITAL COMPETENCE OF THE TEACHER IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING

Rahimzhanova L.B.¹, Ajan S.Z.^{1*}

¹ *Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

Currently, especially with Covid-19, it has become a necessity for teachers to switch to the distance education system. Based on the analysis of scientific sources, teachers should have a set of knowledge, skills, abilities and various indicators for the communication of digital technologies and for their professional development. This is related to the search, creation and distribution of digital resources, management and organization of the use of digital technologies in the educational process, implementation of scientific research, individualization of assessment. The article shows the development of the DigCompEdu platform to improve the digital competence of teachers. As a result of the study, the success of achieving

the planned educational results was determined. It has been shown that distance learning technologies in the electronic information-educational environment allow for personalized qualification improvement based on the student's professional experience, filling distance learning with value-personality and improving educational results.

Keywords: distance learning, digital literacy, digital education, teacher training, teaching technologies.

Кіріспе

Педагогтардың цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру және дамыту бүгінгі жағдайда ерекше маңызға ие және мемлекеттің, қоғам мен білім беру ұйымдары әкімшілігінің белсенді қолдауын талап етеді. Бірақ, мұғалімдердің жұмыс жасау тәлімгерлері көп болғанымен, цифрлық технологияларды кәсіби түрде қолданатын мұғалімдер аз. Цифрлық технологияларды қолданудың артықшылықтары айқын: бұл жекелендірілген және саралап оқыту мүмкіндігі. Біздің ойымызша, мұғалімдердің цифрлық технологияларды қолдануы оқушылардың белсенділігін, оқу үдерісінің тиімділігін арттыруға, сонымен қатар білім көздерін (әлемдік электронды ресурстарға, энциклопедияларға, оқулықтарға, онлайн курстарға қолжетімділік) кеңейтуге мүмкіндік береді. Цифрлық технологиялар кез келген уақытта және кез келген жерде үлкен көлемдегі ақпарат пен ресурстарға қол жеткізу арқылы білім беру кеңістігін кеңейтуде.

COVID-19 таралуын азайту бойынша шаралар қабылдау аясында барлық деңгейдегі білім беру жүйесінде кездесетін жағдай мұғалімдерге пәндік саладағы білімін ғана емес, сонымен қатар цифрлық технологиялар мен бірлескен оқытудың жаңа дидактикалық құралдарын білу қажет екенін көрсетті [1].

Соңғы онжылдықтардағы виртуалды білім беру кеңістігінің белсенді дамуы жоғары білім беру жүйесінің ақпараттық қоғамның сыни тұрғыларына жауап болды. Осыған байланысты қолға алынған оқу үдерісін жаңғырту жоғары білім беруді ұйымдастырушылық, басқарушылық, ресурстық, нормативтік-құқықтық, оқу-әдістемелік және бағдарламалық жаңарту мәселелерін өзекті етті. Осы жаңғыртудың, цифрлық инновацияларды оқу үдерісіне табысты енгізудің қажетті шарты және таптырмас элементі педагогикалық ұжымның электрондық білім беру ресурстарымен, цифрлық контентпен, қашықтықтан оқытуды ұйымдастыру платформаларымен жұмыс істеуге дайын болуы болып табылады. Цифрлық білім беру ортасы – білім беру жүйесінің барлық элементтері жаңа педагогикалық цифрлық құралдар мен технологиялардың көмегімен өзара әрекеттесетін, жеке білім беру траекторияларын құруға, сондай-ақ студенттердің цифрлық ізін қалыптастыруға мүмкіндік беретін жаңа шындық. Қазірдің өзінде цифрлық педагогика мен цифрлық дидактика болашақтың ғылымдары ретінде айтылып жүр. Бірақ білім беру мен оқытудағы барлық инновациялар көбінесе педагогтардың мүмкіндіктерін кеңейтуге байланысты. Білім берудегі мұғалімдердің цифрлық дайындығы жүйелі ғылыми талдаудың нысанасына айналуы тиіс.

Педагогикалық ғылымда мұғалімнің цифрлық құзыреттілік моделін құру мәселесі белсенді түрде талқылануда, өйткені олардың қалыптасу дәрежесі цифрлық білім беру үдерісінің тиімділігін анықтайды. Сараптамалық және ғылыми қауымдастықтар ұсынған сандық құзыреттіліктердің әртүрлі үлгілерін талдау негізінде Е.М. Вершков пен Г.В. Можаяева бұл модельдерді мұғалімнің цифрлық құзыреттіліктеріне қолдану мүмкіндігін негіздейді. Авторлар мұғалімнен педагогикалық құзыреттіліктерді, оның ішінде цифрлық ресурстарды пайдалану процестерін, сондай-ақ осы ресурстарды пайдалану кезінде оқытуды ұйымдастыру, студенттерді бағалау және мүмкіндіктерін арттыруды талап ету керек деген қорытындыға келеді [1]. Бұл білім беру үдерісіне цифрлық технологияларды енгізу саласында біліктілікті арттырудың қажетті шарты негізгі цифрлық сауаттылық болып табылады. Педагогтардың цифрлық құзыреттілігі оның бар немесе жоқтығы бойынша ғана емес, сонымен қатар оның тасымалдаушысына әртүрлі дәрежедегі күрделіліктегі білім беру мәселелерін шешуге мүмкіндік беретін деңгейі бойынша да ерекшеленетіні анық. Осыған байланысты цифрлық құзыреттілік деңгейін анықтай алатын факторлар қызығушылық тудырады. Дәл осы факторларды цифрлық технологиялар саласында мұғалімнің даму стратегияларын модельдеу кезінде ескеру қажет.

Барраган-Санчес (2020) сандық құзыреттілік пен өзін-өзі бағалауды дамыту үшін мұғалімдерді оқыту жоспарларын әзірлеу қажеттігін атап өтеді. Новелла-Гарсиа, Клокель-Лозано (2021) мұғалімдердің оқыту жоспарындағы цифрлық құзыреттілігін дамытудағы және оқытуда АКТ-ны пайдаланудағы этикалық кемшіліктер мәселесін анықтайды [2]. Айта кету керек, бұрын ешқашан қашықтықтан білім беру бағдарламаларын жүзеге асырудың негізгілері ретінде қарастырылмаған. Оқыту әдістері мен құралдарын технологиялық жаңғыртудың болмай қоймайтынын мойындай отырып, мұғалімдер қашықтан оқытудың білім беру нәтижелеріне қол жеткізу мүмкіндігіне жүктейтін

шектеулерді әрқашан түсінді және ескерді. Осыған байланысты халықтың қашықтықтан оқытуға дайындығы мәселелері жан-жақты зерттелмеген.

Мұғалімнің АКТ құзыреттілігі – педагогикалық процесте АКТ-ны қолдану саласындағы дайындықтың нақты деңгейін көрсететін, оның кәсіби қызметінде АКТ-ны өз бетінше пайдалануға дайындығы мен қабілетінен көрінетін мұғалімнің интегративті кәсіби-тұлғалық қасиетінің бағыттары:

- педагогикалық іс-әрекетті жүзеге асыру және АКТ-ға қаныққан білім беру ортасында білім беру үдерісіне қатысушылардың өзара әрекеттесуі;
- пәнді оқытуда АКТ-ны қолдану;
- сандық білім беру ресурстарын және олар енгізілген оқу-әдістемелік кешендерді енгізу, өзара шолу және дамыту;
- оқу үдерісінде АКТ-ны қолданудың оң және ықтимал теріс салдарларының алдын алуды ескере отыру [3].

Мұғалімнің АКТ құзыреттілігі келесі құрамдас бөліктерді қамтиды:

- мұғалімнің АКТ-ны кәсіби іс-әрекетінде қолдануға ынтасын қалыптастыруда, қазіргі мектепте пайдалануға қатысты мұғалімнің кәсіби және тұлғалық өзін-өзі анықтауын көрсететін мотивациялық-құндылық компонент;
- АКТ-ны меңгеру дәрежесін және оқу процесінде қолданудың негізгі әдістерін білуді білдіретін танымдық-операциялық компонент;
- білім беру процесінде АКТ-ны қолдану мүмкіндіктері туралы ақпаратты алу және талдаумен, сондай-ақ құзыреттілік деңгейін бағалау және оны жетілдіру жолдарын жобалау қабілетімен байланысты рефлексиялық – жобалау.

Мақаланың мақсаты – қашықтан оқыту жағдайында мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігінің мәні мен ерекшеліктерін зерттеу және оның негізінде оқытудың цифрлық платформасын әзірлеу.

Әдістер

Теориялық-әдістемелік зерттеулерді жүргізу және алға қойылған мақсатқа жету барысында теориялық зерттеу әдістері қолданылды, атап айтқанда: ғылыми жарияланымдарды, психологиялық-педагогикалық және әдістемелік әдебиеттерді, интернет көздерін, педагогикалық және ғылыми-педагогикалық қызметкерлердің жұмыс тәжірибесін салыстырмалы талдау. Қазақстандағы жоғары, кәсіптік оқу орындарының – зерттелетін мәселенің жағдайы мен болашағын анықтау; құрылымдық-логикалық талдау, жүйелеу, жіктеу – зерттеу проблемасы бойынша теориялық материалдарды жүйелеу, жоғары оқу орнынан кейінгі педагогикалық білім беруде мұғалімдердің кәсіби дайындығының ерекшеліктерін сипаттау және зерттеудің тұжырымдамалық және категориялық аппаратын анықтау [4].

Мұғалімнің цифрлық құзыреттілігін дамыту интернет желісін пайдалану арқылы цифрлық технологияларды пайдалана отырып, оқу үдерісін ұйымдастыру және енгізу процесін қамтиды. Пандемия кезінде білім беруді цифрландыру дәстүрлі білім беру жүйесін толығымен өзгертіп, қазір оның жаңа сапасын қалыптастыруда.

Қосымша кәсіптік білім беру жүйесінде қашықтықтан оқыту үдерісінде мұғалімнің АКТ құзыреттілігін арттырудың тиімділігі келесі педагогикалық шарттарды жүзеге асырумен қамтамасыз етіледі:

- оқытушының оқытатын пәнінің ерекшеліктерін ескере отырып, АКТ саласындағы курстық жұмыс мазмұнының модульдік құрылымын құру;
- қашықтан оқытуда мұғалімнің АКТ құзыреттілігін арттыру үшін қосымша кәсіптік білім беру ұйымдарының педагогтарын арнайы оқыту;
- мұғалімнің АКТ құзыреттілігін арттыру үдерісінде жобалық технологияларды қолдану;
- қашықтан оқыту процесінде АКТ саласындағы мұғалімдердің үздіксіз кәсіби дамуын қамтамасыз ету.

Мұғалімнің кәсіби дамуы барған сайын педагогикалық іс-әрекеттің тиімділігін анықтайтын құзыреттілік деңгейімен сипатталады. Бұл, сайып келгенде, мектепке интернет-технологиялар саласында кәсіби құзыреттілігі жоғары, ғылыми-әдістемелік ақпараттың өсіп келе жатқан ағынында жұмыс істей алатын, инновациялық білім беру технологияларын меңгеруге және енгізуге дайын кәсіби мұғалімдерді қажет етеді. Біздің ғаламдық және барлық жерде ақпараттандыру заманында мұғалімнің қолында интернет-технологиялар болған жағдайда ғана көздеген мақсатқа жетуге болады [5].

Мақсатқа жету және гипотезаны тексеру үшін келесі зерттеу міндеттері анықталады:

1. Мұғалімнің АКТ құзыреттілігінің маңызды сипаттамаларын нақтылау керек.

2. Мұғалімнің АКТ құзыреттілігінің құрамдас бөліктерінің мазмұнын анықтау және олардың қалыптасу деңгейлерін сипаттау керек.

3. Мұғалімнің АКТ құзыреттілігін арттыруда қашықтықтан оқыту мүмкіндіктерін анықтау керек.

4. Қосымша кәсіптік білім беру жүйесінде қашықтықтан оқыту процесінде мұғалімдердің АКТ құзыреттілігін арттырудың педагогикалық шарттарын теориялық негіздеу керек.

5. Қосымша кәсіптік білім беру жүйесінде қашықтықтан оқыту процесінде мұғалімдердің АКТ құзыреттілігін арттырудың педагогикалық шарттарының тиімділігін эксперименттік түрде тексеру керек.

Цифрлық технологияларды қолдану мақсатына, қажетті білімнің тереңдігіне, қолданылатын құралдарға және оларды қолдану орнына байланысты цифрлық дағдылардың келесідей түрлері бар:

- жалпы (пайдаланушы) – цифрлық технологиялардың мүмкіндіктерін күнделікті өмірінде тиімді пайдалану (интернеттен ақпарат іздеу, кеңсе бағдарламалық құралдарын пайдалану, мәліметтерді өңдеу және талдау құралдары және т.б.);

- кәсіби – мамандардың цифрлық технологиялар саласындағы өнімдерді, қызметтерді және ресурстарды өндіруі (жүйені жобалау, бағдарламалау, қосымшаларды әзірлеу, деректерді басқару, бұлтты технологияларды пайдалану және т.б.);

- проблемалық – мәселеге бағытталған мамандандырылған платформалар мен қосымшаларды (бағдарламалық қамтамасыз ету пакеттері, автоматтандырылған жүйелер мен платформалар, логистика және бағдарламалау құралдары) әзірлеу және пайдалану;

- толықтыратын дағдылар – цифрлық технологияларды қолдану арқылы жаңа міндеттерді орындау үшін қоршаған ортаның мүмкіндіктерін пайдалану (байланыс үшін әлеуметтік желілерді пайдалану, электрондық коммерция платформаларында өнім брендині жылжыту, үлкен деректерді талдау, бизнес-жоспар құру және т.б.);

- цифрлық экономика қызметтерін пайдалану дағдылары – заттар интернеті инфрақұрылымы және цифрлық экономиканың функционалдық құрамдас бөліктері (бұлтты сақтауды, ақпараттық ресурстарды пайдалану және оларды басқару, логистикалық процестерді орындауды автоматтандыру) негізінде жүзеге асырылатын әртүрлі пайдалы қызметтер мен процестерді пайдалану, 5G технологияларының мүмкіндіктерін пайдалану және т.б. [6].

Педагогтардың цифрлық құзыреттілігін қалыптастырудың өзектілігі Қазақстандағы білім беруді реформалаумен және қашықтықтан және аралас оқытуды белсенді қолданумен байланысты. Зерттеудің мақсаттары:

- Қашықтықтан оқытудың дамуы жағдайында мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін арттыру проблемасын шешудің маңыздылығын көрсету;

- АКТ мұғалімдерінің кәсіби қызметінде технологиялардың тиімділігін анықтау үшін экспериментін жүргізу;

- Мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін арттыруға арналған цифрлық платформа дайындау [7].

Интернет-технологиялар саласындағы мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігі – бұл мұғалімнің оқытуда интернет-технологияларды пайдалану қабілетінің қол жеткізілген деңгейін көрсетеді және оның интернет-технологияларды пайдалану қабілеті мен дайындығынан көрінетін кәсіби және жеке қасиеттерінің жиынтығын айқындайды. Келесі бағыттар бойынша педагогикалық іс-әрекетті жүзеге асыруға болады:

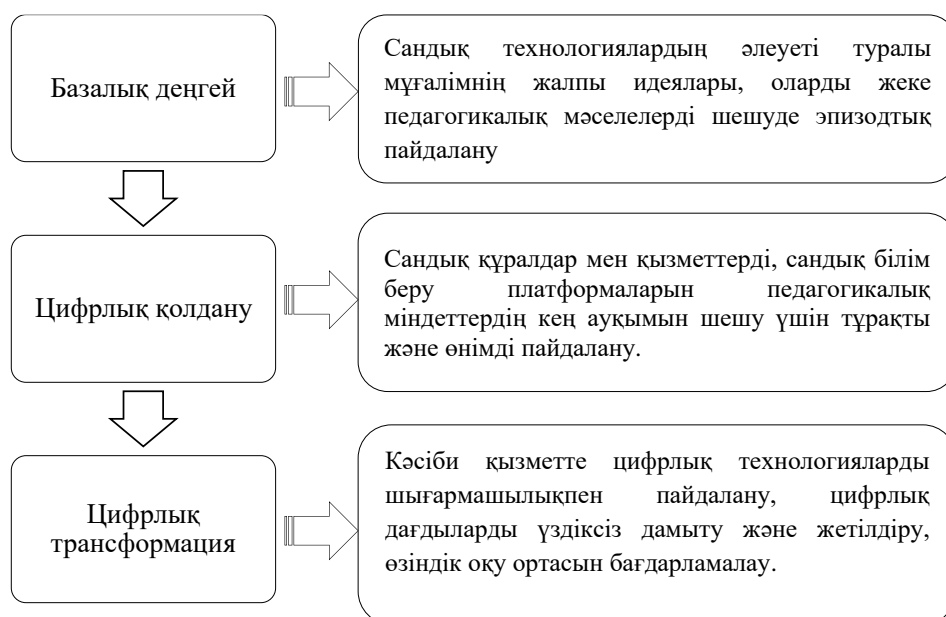
- оқу процесіне қатысушылардың өзара әрекеттесуінде де, сәйкес сабақ іс-әрекетін жүргізуде қолданылатын технологиялар;

- оқу-әдістемелік кешендер мен желілік білім беру ресурстарын енгізу, сараптау, құру;

- оқу үдерісінде интернет-технологияларды қолданудың онды және жағымсыз салдарын жою [8].

Біздің зерттеуімізде мұғалімнің цифрлық құзыреттілігі жалпы қолданушы, жалпы педагогикалық және пәндік-педагогикалық цифрлық құзыреттіліктер жиынтығымен және оның үш деңгейлі прогрессивті дамуымен (базалық деңгей, цифрлық қолдану, цифрлық трансформация) сипатталады (1-сурет).

Мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігінің көрсетілген деңгейлеріне сүйене отырып, ағымдағы жағдайға зерттеу жүргізіп, мұғалімдердің цифрлық технологияларды өз жұмыстарында қолдануға жалпы дайындығын анықтауға болады.



Сурет 1. Мұғалімнің цифрлық құзыреттілік деңгейлерінің сипаттамасы

Болашақта бұл мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін қалыптастыру құралдары туралы айтуға мүмкіндік береді [9].

Нәтиже және талқылау

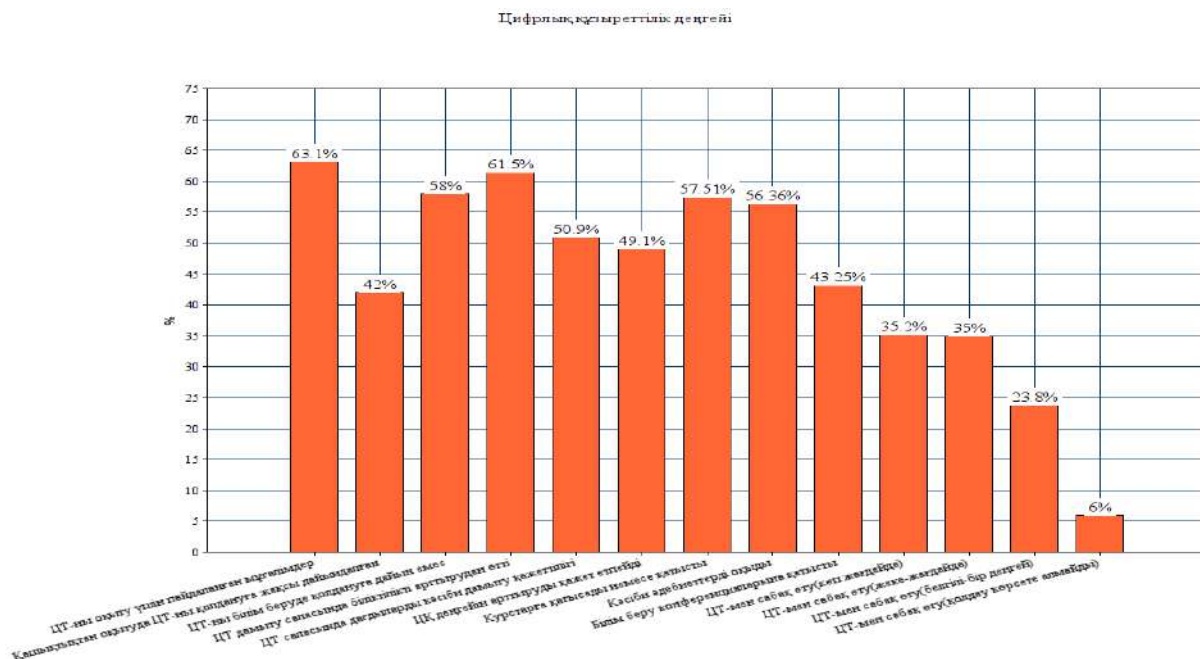
Білім беруде интернет-технологияларды қолдану студенттердің іс-әрекетінің сипатына ғана елеулі өзгерістер енгізіп қоймай, мұғалімдердің біліктілігін арттырудың сапалы әр түрлі шарттарын негіздейтінін атап өткен жөн. Бір қызығы, көптеген шет елдерде білім беру жүйесінде Интернетті пайдалану бағдарламалары енгізілген, оның аясында мұғалімдердің біліктілігін арттыру басты рөл атқарады [10].

Осылайша, мұғалімдердің біліктілігін арттыру арқылы АКТ және цифрлық технологияларды кәсіби-бағдарлы пайдалану саласындағы білім беру қажеттіліктерін қанағаттандыруға барлық жағдай жасалған. Дегенмен, біліктілікті арттыру тек бір реттік және қысқа мерзімді болуы мүмкін емес, АКТ және цифрлық технологияларды кәсіби-бағдарлы пайдалану саласында мұғалімдерді тұрақты әдістемелік қолдау жүйесі қажет. Бұл жерде маңызды рөлді қашықтықтан оқыту және педагогикалық ұжымның желілік байланысы арқылы біліктілігін арттыру, сондай-ақ «курс аралық кезеңде» (семинарлар, тренингтер, көрмелер, конкурстар және т.б.) және өзін-өзі тәрбиелеудегі білім алуы тиіс.

Мұғалімдердің цифрлық құзыреттіліктері бойынша сауалнама жүргізу нәтижелері бойынша платформаға енгізілетін курстар жиынтығы анықталды (2-сурет).

Педагогтердің өздерінің кәсіби қызметінде цифрлық технологияларды (ЦТ) пайдалануын анықтау үшін айқындаушы эксперимент жүргізілді, мұғалімдерге арналған тиісті сауалнамалар әзірленді. Сауалнама нәтижелері бойынша ЦТ-ны оқыту үшін пайдаланған мұғалімдер саны-63,1%. Мұғалімдердің 42%-ы қашықтықтан оқытуда ЦТ-ны қолдануға жақсы дайындалған, ал мұғалімдердің 58%-ы ЦТ-ны білім беруде қолдануға дайын емес деп жауап берді. Мұғалімдердің 61,5%-ы ЦТ дамыту саласында біліктілікті арттырудан өтті, оның ішінде 50,9%-ы ЦТ саласында дағдыларды кәсіби дамыту қажеттілігін атап өтті, ал 49,1%-ы цифрлық құзыреттілік деңгейін арттыруды қажет етпейді. ЦТ саласындағы дағдыларды дамытудың ең танымал тәсілі – жеке курстар немесе тренингтер (барлық мұғалімдердің 57,51%-ы жеке курстарға қатысады), кәсіби әдебиеттерді оқу-56,36%, білім беру конференциялары - 43,25%. Оқушылардың оқуын цифрлық технологиялар арқылы қолдау (мысалы, компьютерлер, планшеттер, смарт-тақталар) көп жағдайда мұғалімдердің 35,2%-ы, жекелеген жағдайларда мұғалімдердің 35%-ы, белгілі бір деңгейге дейін 23,8%-ы, 6%-ы мұндай қолдау көрсете алмайды.

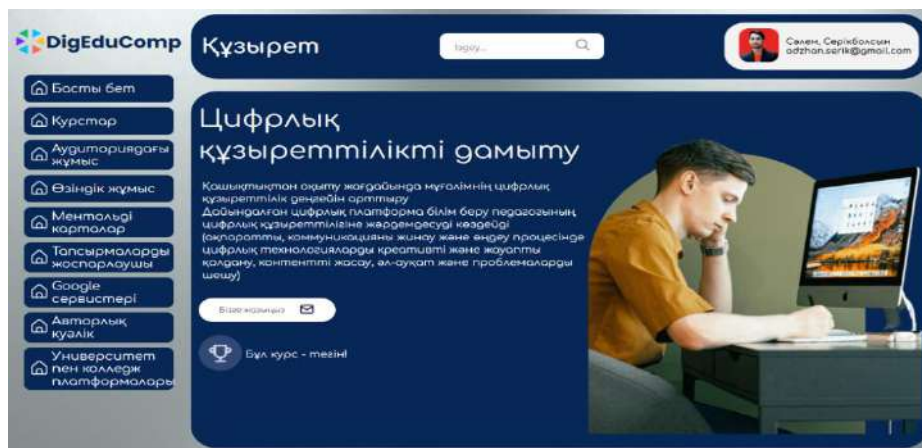
Әзірленген цифрлық платформада (3-сурет) Teams, Kahoot, GoogleDocs, GoogleMeet, Zoom, Coggle және т.б. сияқты қазақ тіліндегі педагогикалық қызметте цифрлық құралдарды қолдану жөніндегі нұсқаулықтар ұсынылады.



Сурет 2. Сауалнама диаграммасы

Барлық курстар кез-келген санатқа жатады. Платформа ішінде санаттар 7 түрге бөлінеді:

- білім алушылармен интерактивті жұмыс;
- студенттердің өзіндік жұмысы;
- психикалық карталарды құру;
- тапсырмаларды жоспарлаушы;
- google қызметтері;
- авторлық құқықты алу;
- университеттер мен колледждерге арналған платформалар.

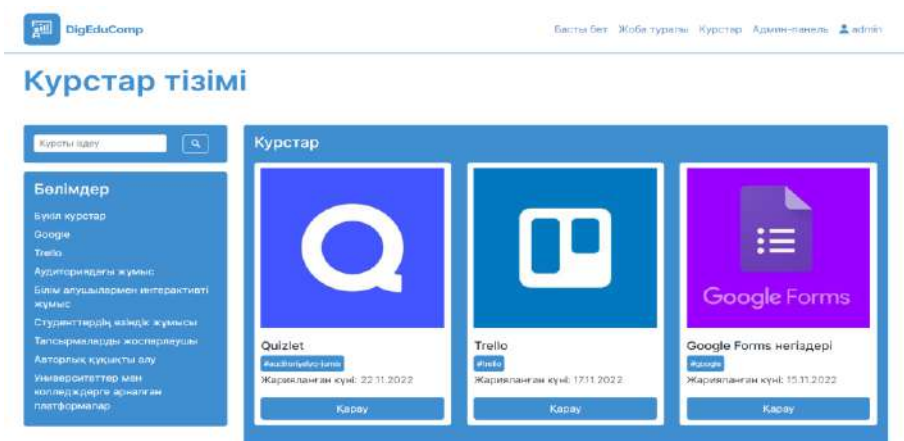


Сурет 3. Оқыту платформасы

Цифрлық платформада пайдаланушыларға Қазақстандағы алты танымал LMS провайдерлерінің жүйелерінің функциясымен танысуға мүмкіндік беріледі (4-сурет).

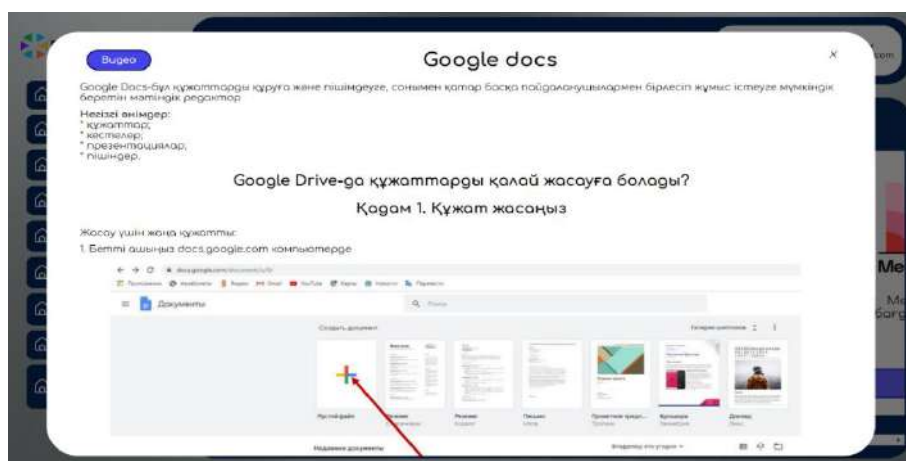
Мұндай жүйелерді таңдау келесі критерийлер бойынша жүргізілді:

- Басқа жүйелердің ерекшеліктері мен танымалдылығы;
- Онлайн оқытуға арналған стандарттар мен мазмұн пішімдері;
- Контент жасау мүмкіндігі;
- Пайдаланушыны басқару;
- Есеп беру жүйесінің формалары.



Сурет 4. Платформадағы курстар тізімі

Мұғалімдердің ыңғайлы платформаны қолдану мақсатында әр курс модальді терезеде ашылады (5-сурет).



Сурет 5. Google docs курсының терезесі

Бейне-сабақтар алдымен Youtube платформасына салынып, содан кейін сайт ішінде терезеде ашылатын болады.

Қорытынды

Қашықтықтан оқытуды дамыту жағдайында мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін арттыру мәселесін шешудің маңыздылығы талданады. Мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін арттыру курстары оқу орнының техникалық мүмкіндіктеріне барынша жақын, практикаға бағытталған болуы керек, сондай-ақ мұғалімдердің ағымдағы қажеттіліктерін, оқытылатын пәндер саласы мен білім деңгейін ескереді. Мұғалімдердің кәсіптік қызметінде цифрлық технологияларды (ЦТ) қолдануын анықтау мақсатында тұжырымдау эксперименті жүргізілді. Сауалнама нәтижесі бойынша, студенттердің цифрлық технологияларды пайдалана отырып, тиісті деңгейде білім алуына аз ғана бөлігі қолдау көрсете алатыны анықталды. Кейбіреулер тек белгілі бір деңгейге дейін жетеді, мұндай қолдауды мүлдем көрсете алмайтындар бар. Бұл мұғалімнің цифрлық құзыреттілік деңгейін, әсіресе қолжетімді цифрлық технологияларды пайдалану деңгейін арттыру үшін арнайы цифрлық платформа құру қажеттілігіне әкеледі. Мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігін арттыру үшін цифрлық платформа әзірленді. Ұсынылған цифрлық платформаны меңгеру кезінде пайдаланушылар мен мұғалімдер интернет-ортаның мәдени контекстін түсіне бастайды, желілік қауымдастықтарда қарым-қатынас жасай алады, контентті құру және тарату қабілетіне ие болады, өзін-өзі дамыту үшін цифрлық технологияларды пайдалану дағдыларын игереді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Шефер Е.А. Использование цифровых технологий в образовательном процессе / Е.А. Шефер. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 16 (358). – С. 22-25.
- 2 Кувырталова М.А. Цифровые технологии в деятельности педагогов современной школы: возможности, риски и их предупреждение // Цифровизация образования: вызовы современности: материалы Всерос. науч. конф. с международным участием – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – С. 133-136.
- 3 Gisbert, M.; González, J.; Esteve, F. Students' and Teachers' Digital Competence: An Overview on Research Status. *Rev. Interuniv. Investig. Technol. Educ.* 2016, P. 74–83.
- 4 Сулейменова Т.И. Эффективность цифровых технологий в дистанционном обучении. URL: <https://ru.bilimainasy.kz/21-15-02-05/>(дата обращения: 20.09.2022).
- 5 Redecker, C.; Punie, Y. *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*; European Union: Luxembourg, 2017, P. 11-15.
- 6 Pozo-Sánchez, S.; López-Belmonte, J.; Rodríguez-García, A.M.; López-Núñez, J.A. Teachers' digital competence in using and analytically managing information in flipped learning. *Cult. Educ.* 2020, P. 213–241.
- 7 Щенников С.А. Дидактика электронного обучения // Высшее образование в России. 2010. № 12. С. 83–90.
- 8 Tourón, J.; Martín, D.; Navarro Asencio, E.; Pradas, S.; Íñigo, V. Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC). *Rev. Esp. Pedagog.* 2018, 76, 25–54.
- 9 Лаптев В.В., Носкова Т.Н. Педагогическая деятельность в электронной среде: перспективы нового качества // Педагогика. 2016. № 10. С. 3–13
- 10 Андреев А.А., Солдаткин В.И. Дистанционное обучение и дистанционные образовательные технологии // *Cloud of science.* 2013. № 1. С. 14–20 [Электронный ресурс]. https://elibrary.ru/download/elibrary_23174534_98968331.pdf (дата обращения: 21.09.2022).

References:

- 1 Shefer E.A. (2021) *Ispol'zovanie cifrovyyh tekhnologiy v obrazovatel'nom processe* [The use of digital technologies in the educational process]. E.A. Shefer. *Tekst : neposredstvennyj. Molodoy uchenyj.* № 16 (358). 22-25. (In Russian)
- 2 Kuvyrtalova M.A. (2020) *Cifrovyye tekhnologii v deyatel'nosti pedagogov sovremennoj shkoly: vozmozhnosti, riski i ih preduprezhdenie* [Digital technologies in the activities of modern school teachers: opportunities, risks and their prevention]. *Cifrovizatsiya obrazovaniya: vyzovy sovremennosti : materialy Vseros. nauch. konf. s mezhdunarodnym uchastiem* CHEBOKSARY: ID «Sreda», 133-136. (In Russian)
- 3 Gisbert, M.; González, J.; Esteve, F. (2016) *Students' and Teachers' Digital Competence: An Overview on Research Status.* *Rev. Interuniv. Investig. Technol. Educ.* P. 74–83.
- 4 Sulejmenova T.I. (2022) *Effektivnost' cifrovyyh tekhnologiy v distancionnom obuchenii* [The effectiveness of digital technologies in distance learning]. URL: <https://ru.bilimainasy.kz/21-15-02-05/>(data obrashcheniya: 20.09.2022). (In Russian)
- 5 Redecker, C.; Punie, Y. *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*; European Union: Luxembourg, 2017, P. 11-15.
- 6 Pozo-Sánchez, S.; López-Belmonte, J.; Rodríguez-García, A.M.; López-Núñez, J.A. Teachers' digital competence in using and analytically managing information in flipped learning. *Cult. Educ.* 2020, P. 213–241.
- 7 Shchennikov S.A. *Didaktika elektronogo obucheniya. Vysshee obrazovanie v Rossii.* 2010. № 12. S. 83–90.
- 8 Tourón, J.; Martín, D.; Navarro Asencio, E.; Pradas, S.; Íñigo, V. Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC). *Rev. Esp. Pedagog.* 2018, 76, 25–54.
- 9 Laptev V.V., Noskova T.N. (2016) *Pedagogicheskaya deyatel'nost' v elektronnoy srede: perspektivy novogo kachestva* [Pedagogical activity in the electronic environment: prospects of a new quality]. *Pedagogika.* № 10. 3–13. (In Russian)
- 10 Andreev A.A., Soldatkin V.I. (2013) *Distancionnoe obuchenie i distancionnye obrazovatel'nye tekhnologii* [Distance learning and distance learning technologies]. *Cloud of science.* 2013. № 1. S. 14–20 [Elektronnyj resurs]. https://elibrary.ru/download/elibrary_23174534_98968331.pdf (data obrashcheniya: 21.09.2022). (In Russian)

И.Т. Салгожа^{1}, А.Б. Қасекеева²*

¹*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

²*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан*

**e-mail: indi_s@mail.ru*

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ САУАТТЫЛЫҚТАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУҒА ДАЙЫНДЫҒЫ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта нақты білім беру нәтижесі оқушылардың функционалдық сауаттылығы болып табылады. Оқу-тәрбие процесінің қажетті нәтижеге жетуі көп жағдайда оны жүзеге асыратын мұғалімнің кәсіби шеберлігіне байланысты. Осыған байланысты мақалада оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға дайын және қабілетті педагогикалық кадрларды даярлау мәселесі қарастырылған. Мақалада функционалдық сауаттылық ұғымы, функционалдық сауаттылық құрауыштары, оларды қалыптастыру жолдары берілген. Функционалдық сауаттылық – адамның сыртқы ортамен қарым-қатынасқа түсуі, оған тез бейімделуі. Функционалдық сауаттылықтың негізі мектепте қаланады. Функционалдық сауаттылық адамның іс-әрекетінің, қарым-қатынастың және қоғамдық қатынастардың әртүрлі салаларында өмірлік міндеттердің барынша кең ауқымын шешу үшін барлық алынған білім, білік және дағдыларды пайдалана білуі. Оқушыны осындай әрекетке дайындау үшін болашақ мұғалім қандай құзыреттерді меңгеру қажеттігі зерттелген. Сонымен қатар, оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруды қамтамасыз ету үшін мұғалімдер қандай арнайы нәтижелерді, дамытатын білім беру технологияларын, тапсырмаларды іріктей алу жолдары қарастырылған.

Түйін сөздер: оқыту, сауаттылық, функционалдық сауаттылық, функционалдық сауаттылық құрауыштары, құзыреттілік, мұғалім дайындау, тапсырма.

Аннотация

И.Т. Салгожа¹, А.Б. Касекеева²

¹*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

²*Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан*

ГОТОВНОСТЬ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ФОРМИРОВАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ

В настоящее время фактическим результатом обучения является функциональная грамотность учащихся. В связи с этим в статье рассматривается вопрос подготовки педагогических кадров, готовых и способных формировать функциональную грамотность учащихся. В статье раскрывается содержание понятия функциональной грамотности, представлены компоненты функциональной грамотности, пути их формирования. Основы функциональной грамотности закладываются в школе. Функциональная грамотность – умение человека использовать все полученные знания, умения и навыки для решения максимально широкого круга жизненных задач в различных сферах деятельности, общения и общественных отношений. Изучено, какие компетенции необходимо освоить будущему учителю, чтобы подготовить ученика к такой деятельности. Кроме того, для обеспечения формирования функциональной грамотности учащихся предусмотрены специальные активные, развивающие образовательные технологии, способы отбора заданий.

Ключевые слова: обучение, грамотность, функциональная грамотность, компоненты функциональной грамотности, компетентность, подготовка учителей, задание.

Abstract

Salgozha I.T.¹, Kassekeyeva A.B.²

¹*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

²*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

THE READINESS OF FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS TO FORM FUNCTIONAL LITERACY OF STUDENTS

At present, functional literacy of students is the actual result of training. In this regard, the article deals with the issue of training of pedagogical personnel, ready and able to form functional literacy of students. The content of the concept of functional literacy is revealed in the article, the components of functional literacy are presented, and the way of their formation. The basis of functional literacy is laid at school. Functional literacy is the ability of a person to use all acquired

knowledge, skills and abilities to solve the widest range of life tasks in various spheres of activity, communication and social relations. It is studied what competences the future teacher needs to master in order to prepare the student for such activities.

Keywords: learning, literacy, functional literacy, components of functional literacy, competence, teacher training, task.

Кіріспе

Функционалдық сауаттылық бүгінгі таңда әлеуметтік әл-ауқаттың ең маңызды көрсеткішіне, ал мектеп оқушыларының функционалдық сауаттылығы білім сапасының маңызды көрсеткішіне айналды. Бүгінгі таңда еліміз PISA немесе PIRLS сияқты мектеп оқушыларының функционалдық сауаттылығын тексеретін әлемдік рейтингтерде жоғары орындарға жетуге ұмтылуы оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға сұранысты арттырып отыр.

Адам капиталына, білім саласына қойылатын талаптар мүлдем өзгеше. Сапалы білім қарқынды дамудың басты шартына айналды. Сондықтан, білімі терең, ойы озық ұрпақты тәрбиелейтін мұғалімдер қауымына зор жауапкершілік жүктеледі. Әділетті Қазақстанды құру ісінде мұғалімдердің рөлі айрықша екені сөзсіз. Мемлекетімізде соңғы жылдары ұстаз мамандығының абырой-беделін арттыру үшін көп жұмыс жасалуда. Дегенмен, бұл бағытта әлі де біршама өзгерістер жасау қажет [1]. Сонымен қатар, маңызды стратегиялық міндетті шешу контекстінде тұлғаның негізгі функционалдық қасиеттері – бастамашылдық, креативті ойлау және стандартты емес шешімдерді табу қабілеті, кәсіби жолды таңдай білу, өмір бойы білім алуға бейімділік. Бұл студенттердің алған білімдерін практикалық жағдайда тиімді қолдануға және оны әлеуметтік бейімделу процесінде табысты пайдалануға мүмкіндік беретін негізгі құзыреттер жүйесін меңгеруі болып табылады. Бұл функционалдық дағдылардың барлығы мектеп жағдайында қалыптасады. Функционалдық сауаттылықты дамытудың жалпы бағыттары Қазақстан Республикасының білім беруді дамытудың 2011-2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында айқындалған, оның мақсаттарының бірі Республиканың зияткерлік, дене және рухани дамыған азаматын қалыптастыру болып табылады. Қазақстанның жалпы білім беретін мектептерінде білім алу қажеттілігін қанағаттандыру, оның табысқа жетуі мен тез өзгеретін әлемде әлеуметтік бейімделуін қамтамасыз ету.

Мектеп оқушыларының функционалдық сауаттылығын дамыту жөніндегі 2012-2016 жылдарға арналған Ұлттық іс-шаралар функционалдық сауаттылықты дамыту үдерісін мазмұндық, оқу-әдістемелік, материалдық-техникалық қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар кешенін қамтиды [2]. Ұлт жоспары Қазақстан Республикасындағы білім сапасын арттырудың негізгі бағдары ретінде мектеп оқушыларының функционалдық сауаттылығын дамыту бойынша мақсаттылықты, тұтастықты және жүйелі іс-қимылды қамтамасыз етуге бағытталған. Білім алушылардың алған білімдерін өмірлік тәжірибесінде қолдана алу дағдыларын қалыптастыруда мұғалімнің ықпалы зор. Сондықтан қазіргі таңда болашақ мұғалімдерді дайындау мәселесіне зор жауапкершілік жүктеледі.

Жоғары педагогикалық білім беру жүйесі функционалдық сауаттылық пен құзыреттілікті дамытуға емес, пәндік білімді дамытуға бағытталған. Бұл педагогикалық жоғары оқу орындарының түлектері арасында жоғары дәрежеде тек теориялық білімнің болуы, білімнің механикалық жинақталуы мен кәсіптік құзыреттіліктің болмауына алып келеді [3].

Информатика – әртүрлі сипаттағы жүйелердегі ақпараттық процестердің заңдылықтарын, сондай-ақ оларды автоматтандыру әдістері мен құралдарын зерттейтін жаратылыстану пәні. Информатикада ұғымдық аппарат та, техникалық құрал-саймандар да жылдам дамып, өзгеріп отырады. Бұл пән бойынша мұғалім дайындаудың пән мазмұнының өзгермелілігіне байланысты өзіндік қиындықтары бар. Бірақ соған қарамастан, білім беру талаптары барлық пәндерге ортақ болғандықтан, болашақ информатика пәні мұғалімі қоғам талаптарына сай білім бере алуға дайын болуы керек. Ол талаптың бірі оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыру.

Жаңартылған оқу бағдарламасында функционалдық сауаттылықты, логикалық, алгоритмдік және операциялық ойлауды, кеңістікті елестетуді және сын тұрғысынан талдауды дамытуды қамтамасыз ету керектігі айтылған [4]. Жалпы, белсенді, шығармашылық және тәуелсіз, жалпы функционалды сауатты тұлғаны тәрбиелеуге және дамытуға қоғамның қазіргі заманғы бұл талаптары мен әлеуметтік тапсырысы осы мәселелерді шешуге және зерттеу нәтижелерін тікелей педагогикалық кадрларды даярлау процесіне енгізуге бағытталған педагогикалық зерттеулердің ерекше өзектілігін анықтайды. Оқушыларының функционалдық сауаттылығын қалыптастырып, дамыту үшін мұғалімнің өзі жоғары кәсіби тұрғыда дайын болуы керек. Бұл болашақ мұғалімдерді дайындауда олардың функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыру мәселесін зерттеуді назардан тыс қалдырмауды талап етеді.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы: оның нәтижелері мен қорытындылары оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыру саласындағы мұғалімдердің кәсіби тапшылығын диагностикалауды ұйымдастыруға, сонымен қатар педагогтардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға бағытталған бағдарламалар мен жобаларды әзірлеу және іске асыру, мұғалімдерді ғылыми-әдістемелік қамтамасыз ету үшін пайдаланылуында. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы зерттеу болашақ мұғалімдерді дайындауда білім алушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруда функционалдық сауаттылық құрауыштарын және сол құрауыштарды қалыптастыру үшін қандай тапсырмалар беру керек, оларды қайдан алуға болатынын, қалай құрастыру қажет екендігіндігінің негізделуінде.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Мақсаты: болашақ информатика мұғалімдерінің оқушылардың функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыруға дайындық мәселесін зерттеу. Жалпы білім беру сапасын арттырып, заман талаптарын қанағаттандыратын тұлға дайындау ісі тікелей болашақ мұғалімдерді дайындаумен тікелей байланысты. Алайда, үнемі жаңартылып отыратын информатика пәнінің болашақ мұғалімдерінің тиісті кәсіби-педагогикалық дайындығы жалпы білім беретін мектеп оқушыларын заманауи ақпараттық технологияларға тиімді оқыту, мектеп оқушыларының білім мен программалау дағдыларына деген қажеттіліктерін қанағаттандыру және алған білімдерін тәжірибеде пайдалана алуға дағдыларын қалыптастыру мен дамытуға әсер етері анық.

Әдіснама: Білім берудің басым міндеттерін айқындайтын нормативтік құжаттарды талдау (Президент жарлықтары, ұлттық жобалар мен бағдарламалар, педагогикалық бағыттағы жоғары білім беру стандарттары), сондай-ақ педагогикалық қызмет саласындағы педагогтардың шетелдік және отандық әдістемелік тәжірибесін талдау және жүйелеу. Болашақ информатика мұғалімдерін дайындау, отандық, шетелдік ғалымдардың еңбектеріне талдау жасалды.

Зерттеу барысында келесі әдістер қолданылды:

- теориялық: психологиялық-педагогикалық және ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді теориялық талдау және синтездеу, жалпылау, салыстыру, жіктеу;
- эмпирикалық: нормативтік құжаттарды зерттеу; қатысушыларды бақылау, сауалнамалар, әңгімелер, сұхбаттардың әртүрлі түрлерін қолдану арқылы сауалнама жүргізу; әртүрлі оқыту әдістерін қолдана отырып, университетте оқу процесін ұйымдастыруды зерттеу.

«Функционалдық сауаттылық» ұғымы алғаш рет өткен ғасырдың 60-жылдары ЮНЕСКО құжаттарында пайда болды. Функционалдық сауаттылық адамдардың әлеуметтік, мәдени, саяси және экономикалық қызметтерге белсенді қатысуына, сондай-ақ өмір бойы білім алуына ықпал ететін базалық факторлардың біріне айналуға [2]. Ермоленко В.А. функционалдық және дәстүрлі сауаттылықтың арақатынасын, оның құрылымы мен негізгі функцияларының өзгеруін және функционалдық білімнің басым сипатын зерттей келе төрт кезеңді анықтады [5]:

1-кезең (1960 жылдардың соңы – 1970 жылдардың басы) – функционалдық сауаттылық дәстүрлі сауаттылыққа қосымша ретінде қарастырылады, нәтижесінде сауаттылыққа оқытудың функционалдық әдісі, негізінен экономикалық сипаттағы функционалдық білімге негізделген; функционалдық сауаттылық түсінігі мен стратегиясы оқу мен жазуды меңгеру процестерінің байланысын қамтамасыз ету, сонымен қатар еңбек өнімділігін арттыру және жұмысшының және оның отбасының өмір сүру жағдайын жақсарту деп түсіну;

2-кезең (1970 жылдардың ортасы – 1980 жылдардың басы) – дамыған елдердегі функционалдық сауаттылықты проблема ретінде сезіну; оның дәстүрлі сауаттылықтан бөлінуі; қоғамдық өмірдің барлық аспектілерін (экономикалық, саяси, азаматтық, әлеуметтік, мәдени) ескере отырып, функционалдық білімдердің құрамы мен мазмұнын кеңейту; ЮНЕСКО-ның «функционалдық сауатсыз адам» ұғымын енгізуі; әлеуметтік өзгерістер жағдайында функционалдық сауаттылықтың өзгермелілігі туралы идеяның пайда болуы;

3-кезең (1980 жылдардың ортасы – 1990 жылдардың соңы) – функционалдық сауаттылық пен жазбаша сауаттылық деңгейінің жоғарылауы, жалпы білім беру, еңбек әлеміндегі өзгерістер арасындағы байланысты орнату; оның құрамына дәстүрлі сауаттылықты қосу; функционалдық сауаттылықтың екі деңгейлі құрылымын (ауқымды және жергілікті компоненттер), оның «өмір бойы» білім берудің, тұлғаны қалыптастырудың негізі ретіндегі рөлін білу;

4-кезең (21 ғасырдың басы) – постиндустриалды қоғамға көшу кезінде функционалдық сауаттылықтың құрамы мен мазмұнындағы өзгерістерді белгілеу; адам өмірінің қауіпсіздігінің кепілі, өзгермелі әлемде оның табысты өмір сүруінің құралы ретіндегі функционалдық сауаттылықты сезіну; функционалдық сауаттылықты дамыту құралы ретінде функционалдық оқудың рөлін атап көрсету.

Функционалдық және дәстүрлі сауаттылықтың даму кезеңдерін қарастыра келе «жалпы алғанда, функционалдық білім адамның және жалпы қоғамның дамушы қажеттіліктеріне байланысты құрамы мен мазмұны үнемі өзгеріп отыратын динамикалық интегративті формация екенін көрсетеді» дейді.

Тұлғаның функционалдық сауаттылығы адам өмірінде маңызды рөл атқаратындығын әлем мойындап отыр, оны бірнеше танымал ұйымдар: IEA (халықаралық білім жетістіктерін бағалау қауымдастығы); TIMSS (математика және жаратылыстану ғылымдарын зерттеудегі үрдістер); PISA (оқушыларды халықаралық бағалау бағдарламасы) халықаралық функционалдық сауаттылықты бағалау жұмыстарын жүргізетіндігінен көруге болады. Функционалдық сауаттылық ұғымын зерттеген ғалымдар зерттеу объектісіне, зерттеу саласына байланысты әртүрлі анықтамалар береді. Функционалдық сауаттылық – адамның, қоғамның сыртқы ортамен қарым-қатынас жасау қабілеті және өзгермелі жағдайларға тез бейімделе білу [6]. Бұл білім алушының функционалдық сауаттылығы оның оқу, қарым-қатынас, шығармашылық іс-әрекеттерін өз бетінше жүзеге асыруы, өмірлік маңызды практикалық міндеттерді шешу үшін алған білімдерін, дағдыларын, әмбебап іс-әрекет әдістерін қолдана білуінен тұратындығын көрсетеді. А.А. Леонтьев «Егер формальды сауаттылық оқу білік, дағдыларын меңгеру болса, онда функционалдық сауаттылық - адамның нақты мәтіннен ақпаратты алу үшін осы дағдыларды еркін пайдалана білу - оны түсіну, түйінін алу, түрлендіру» дейді [7], оның айтуынша, қазіргі таңда көптеген елдер бетпе-бет келіп отырған функционалдық сауатсыздық мәселесі педагогикалық мәселе емес, әлеуметтік мәселе деп қарастырған. Алайда, уақыт өте келе «функционалдық сауаттылық» термині таңғажайып метаморфозаларға ұшырай бастады. Бұл терминнің мағынасы тым кең: адамға қоршаған материалдық және әлеуметтік-мәдени ортада сенімді әрекет етуге мүмкіндік беретін білім мен дағдылардың жиынтығы ретінде; тәрбиенің көп қырлы адам қызметімен байланысын кіріктіретін жеке тұлғаның әлеуметтік бағыттылығының тәсілі; өмірлік жоспарларды жүзеге асыру құралы ретінде белгілі бір дағдыларды меңгеру, үздіксіз білім алу, қазіргі өркениет жағдайында кәсіби өсу және т.б. Сауаттылық – оқу, жазу, санау және құжаттармен жұмыс істеу қабілеті. Ең төменгі сауаттылық - қарапайым хабарламаларды оқу және жазу мүмкіндігі. Функционалдық сауаттылықты қалыптастыру күрделі, көп жақты, ұзақ процесс. Түрлі заманауи педагогикалық технологияларды өз жұмысында сауатты үйлестіре отырып, шеберлікпен ғана қалаған нәтижеге жетуге болады. Сауаттылық – ақпаратты қабылдау және мәтіндік беру арқылы танымдық іс-әрекеттің негізгі әдістерін пайдалана білумен сипатталатын білім деңгейі. Оқыту нәтижелері функционалдық сауаттылықты қалыптастырудың ең маңызды шарттары болып табылады. Функционалдық сауаттылық ұғымы – оқушылардың мектептегі оқу кезінде қол жеткізе алатын білім деңгейі және адамның алған білімдері негізінде өмір мен қызметтің әртүрлі салаларындағы стандартты және стандартты емес өмірлік міндеттерді шешу қабілеті, яғни жеке тұлғаның әлеуметтенуі [8]. Бірқатар зерттеуші ғалымдар Функционалдық сауаттылықты құзырлылық аясында қарастырады. Оны жоғарыда келтірілген анықтамалардан көруге болады. Құзырлылық ұғымына тоқталар болсақ, ол нақты білім беру жүйесінде мақсатқа тиімді жету жолына бағытталған меңгерілген білім, білік, дағды және оқудағы іс-әрекетінің жетістігі. Құзырлылық – пән бойынша немесе қандай да бір сала бойынша білім алушының тиісті құзыреттілікке ие болуы, иеленуі; белгілі бір объектіге қатысты өнімді әрекетті жүзеге асыру үшін қажетті және жеткілікті оқушының жеке қасиеттерінің жиынтығы [9]. Бұл анықтамалардан функционалдық сауаттылыққа беріліп отырған анықтамаға ұқсастықтарын көруге болады. Екеуінде де білім алушының алған білімдерін қандай да бір әрекетті орындауда ұтымды пайдалана алу мүмкіндіктері туралы айтылады. Бұл екі ұғымның ұқсастығы, ал айырмашылығын А.В. Хуторской «функционалдық сауаттылық – құзырлылықтың алғышарты. Маманның кәсіби құзырлылығының жеткіліксіздігімен бетпе-бет келгенде, оның функционалдық сауаттылығы деңгейіндегі олқылықтар байқалады» [10] дейді.

Оқушылардың ақпараттық сауаттылығы ақпараттық құзырлылықты қалыптастырудың негізі, бастапқы деңгейі болып табылады және әртүрлі іс-әрекеттерге табысты қосылу үшін тиімді ақпаратты табуға, бағалауға, пайдалануға мүмкіндік беретін оқушының білім, білік, мінез-құлық қасиеттерінің жиынтығын қамтиды.

Талқылау

Жоғарыда айтылғандар болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындау барысында оқушылардың функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыруға дайындау қажет екендігін көрсетеді. Бұған көз жеткізу мақсатында мұғалімдер арасында «Болашақ информатика мұғалімдерін оқушылардың функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыруға дайындау қажет пе? деген сұраққа жауап алу мақсатында сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижесі бойынша басым көпшілігі оқушылардың функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыру мәселесінде қиналатындығы анықталды. Нақтырақ айтсақ, тәжірибеге бағытталған есептерді шеше алмау, функционалдық сауаттылықты қалыптастыруға бағытталған тапсырмалардың ерекшеліктерін білмеу, тапсырмаларды стандартты емес формаға түрлендіре алмауы, стандартты емес жағдайларға ауыстыру т.б. қиындықтар бары анықталды. Бұл біріншіден, педагогтердің оқушының функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыру мәселесі бойынша қажетті біліктілік деңгейінің жеткіліксіздігі (теориялық дайындық); екіншіден сабақта және сабақтан тыс жұмыстарда тәжірибеге бағытталған тапсырмалардың жеткіліксіздігі; үшіншіден мұғалімдердің оқушыларды функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға бағытталған тапсырмалар мен жұмыстарды өз бетінше жасай алмауы және функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға негізделген әдіс-тәсілдерді іріктей алмауы.

Бұл аталған мәселелерді шешу үшін болашақ информатика пәнінің мұғалімдері функционалдық сауаттылық құрауыштарын (1-кесте) және сол құрауыштарды қалыптастыру үшін қандай тапсырмалар беру керек, оларды қайдан алуға болатынын, қалай құрастыру қажет екендігін білуі қажет.

Кесте 1. Функционалдық сауаттылық құрауыштары

Функционалдық сауаттылық құрауыштары		
Негізгі	Оқу сауаттылығы	адамның өз мақсатына жету, білімі мен мүмкіндіктерін кеңейту, қоғамдық өмірге араласу үшін жазбаша мәтіндерді түсініп, пайдалана білуі, олар туралы ой елегінен өткізіп, оқумен айналысуы.
	Жаратылыстану сауаттылығы	адамның жаратылыстану идеяларына қатысты мәселелер бойынша белсенді азаматтық позициясын ұстануы: құбылыстарды ғылыми тұрғыдан түсіндіре алуы; жаратылыстану зерттеулерінің ерекшеліктерін түсіну; деректерді түсіндіру және ғылыми дәлелдерді пайдалану.
	Математикалық сауаттылық	математиканы әр түрлі контексте тұжырымдау, қолдану және түсіндіру қабілеті: математикалық пайымдауды қолдану; математикалық ұғымдар мен құралдарды қолдану.
	Коммуникативті сауаттылық	әрекетінің барлық түрлерінде еркін сөйлеуді білдіреді; басқа біреудің ауызша және жазбаша сөзін барабар түсіну қабілеті; ауызша сөйлеуде және жазбаша жұмыстарда, сондай-ақ сөйлеудің ауызша және жазбаша түрлерінің ерекшеліктерін біріктіретін компьютерде өз ойын өз бетінше жеткізе алу.
	Ақпараттық сауаттылық	оқулықтар мен анықтамалық әдебиеттерден, интернеттен ақпаратты іздеу, сондай-ақ басқа да әртүрлі көздерден ақпаратты алу, ақпаратты өңдеу және жүйелеу және оны әртүрлі тәсілдермен ұсыну мүмкіндігі.
	Компьютерлік сауаттылық	ақпаратты сақтау, өңдеу және пайдалану мақсатында электрондық процессорлық технологияны пайдалану мүмкіндігі; үш құрамдас бөлікті қамтиды: теориялық негіздерін білу және есептеуіш техниканың жұмыс істеу принциптерін түсіну; программалау тілдерін пайдалана білу; кодтау, деректерді енгізу және өңдеу бойынша операциялық дағдылар.
Қосымша	Қаржылық сауаттылық	қаржылық түсініктер мен қаржылық тәуекелдерді білу және түсіну, сондай-ақ тұлғаның және қоғамның қаржылық әл-ауқатын жақсартуға ықпал ететін әртүрлі қаржылық жағдайларда тиімді шешімдер қабылдауға қажетті дағдылар, мотивация және сенімділік; сондай-ақ экономикалық өмірге қатысу мүмкіндігі.
	Шығармашылық ойлау	бұл дәстүрлі немесе қабылданған ойлау үлгілерінен ашақтап, жаңа нәрсе жасау қабілеті. Шығармашылық ойлау арқылы біз жаңа идеяларды тудыра аламыз, үйренгенімізден басқаша әрекет жасай аламыз, қиын жағдайлардан шығу жолдарын таба аламыз.
	Жаһандық құзыреттер.	- жаһандық сипаттағы және мәдениетаралық өзара әрекеттесу мәселелерін әртүрлі көзқарастардан сыни тұрғыдан қарастыру; - мәдени, діни, саяси, нәсілдік және басқа да ерекшеліктер адамдардың қабылдауына, пайымдауларына және көзқарастарына қалай әсер ететінін білу; - адамның қадір-қасиетін ортақ құрметтеу негізінде басқалармен ашық, құрметпен және тиімді өзара әрекеттесу.

Функционалдык сауаттылықты қалыптастыру үшін PISA тапсырмаларына ұқсас тапсырмаларды қолдану ұсынылады. PISA тапсырмалары білім алушылардың әртүрлі өмірлік жағдайларда академиялық білімдерін қолдануға дайындық деңгейін тексереді. PISA бойынша жабық және ашық тапсырмалар банкі бар. Тапсырмалардың әрқайсысында өмірлік жағдайға байланысты, білім алушыға түсінікті сипатталады. Сұрақтар қарапайым, түсінікті тілде берілген және әдетте қысқаша. PISA тапсырмалары пәндік облыстан тыс қойылады, бірақ пәндік білімнің көмегімен шешіледі. Тапсырмаларды орындауда негізгі рөлді мағыналық оқу атқарады, ол мәтінді мұқият және ойластырылған оқу қабілетін, сипатталған оқиғаларды көру және түсіну қабілетін, алынған ақпаратты таңдау, талдау және оны дұрыс пайдалана білуін қажет етеді.

Ал, функционалдык сауаттылықты қалыптастыруға арналған тапсырмалардың ерекшеліктері:

- пәндік саладан тыс қойылған және пәндік білімнің көмегімен шешілетін тапсырма;
- әр тапсырмада білім алушыға жақын және түсінікті өмірлік жағдай суреттеледі;
- тапсырмалардың контексті күнделікті өмірде туындайтын проблемалық жағдайларға жақын;
- жағдай мінез-құлық үлгісін саналы түрде таңдауды талап етеді;
- сұрақтар қарапайым, түсінікті тілде және қысқаша беріледі;
- қарапайым тілден пән аймағының тіліне аударуды талап ету;
- иллюстрациялар – сызбалар, кестелер пайдаланылады.

Функционалдык сауаттылыққа арналған тапсырмаларды белгілі алгоритм немесе заңдылық бойынша шешу мүмкін емес, мұнда оларды шешу үшін барлық қабілеттерін, алған білімдерін қолдану қажет, олар оқушылардың пәнді оқуға деген ынтасын арттырады, аналитикалық және синтетикалық қабілеттерін, тапқырлығын, сөйлеу, ақыл-ой икемділігін дамытады.

Болашақ информатика пәнінің мұғалімі оқушылардың функционалдык сауаттылығын дамытуға дайындығын келесі критерийлер бойынша анықтауға болады:

- функционалдык сауаттылыққа байланысты негізгі ұғымдарды меңгеру;
- функционалдык сауаттылықты қалыптастыру және бағалау тәжірибелерін меңгеру;
- функционалдык сауаттылықты дамыту құралы ретінде оқу тапсырмаларының рөлін түсіну;
- функционалдык сауаттылықты қалыптастыру және бағалау үшін оқу тапсырмаларын таңдау немесе әзірлеу мүмкіндігі;
- дамыта оқыту тәжірибесін меңгеру;
- топта жұмыс істей алу дағдысының қалыптасуы.

Мектеп оқушыларының функционалдык сауаттылығын қалыптастыруға келесі әдіс- тәсілдерді ұсынуға болады:

- білім беру парадигмасын өзгерту – күзiреттілікке негізделген тәсіл;
- оқу-тәрбие процесіне қатысушылардың оқу және өзара әрекеттесу сипаты - ынтымақтастық, белсенділік тәсілі;
- оқу процесін ұйымдастырудың басым құрамдас бөлігі – оқушы дербестігінің, белсенділігінің, шығармашылығының көрінуіне негізделген тәжірибеге бағытталған, ғылыми-зерттеу және жобалық іс-әрекет;
- бақылау сипаты – үш топтағы (жеке, пәндік, мета-пәндік) білім беру нәтижелерін кешенді бағалау.

Оқушылардың оқу жетістіктерінің сапасы негізінен мұғалімдердің оларға ұсынатын оқу тапсырмаларының сапасымен анықталады.

Мұғалімнің оқушылардың функционалдык сауаттылығын қалыптастыруға дайындығы интегративті тұлғалық сапа ретінде қарастырылады, мұғалімде оқушылардың функционалдык сауаттылығын қалыптастыру процесін жобалауға және жүзеге асыруға мүмкіндік беретін арнайы когнитивтік және технологиялық ресурстарға ие болуымен сипатталатын белгілі бір пәндік саланың құралдары, оларды мектептің оқу-тәрбие процесінде қолдану тәжірибесі, қалыптасқан сәйкес кәсіби көзқарастары мен ұстанымдары.

Болашақ информатика пәні мұғалімдерінің кәсіби іс-әрекетінде функционалдык сауаттылықты дамытуға дайындықтың негізгі көрсеткіштеріне келесі құзыреттер жатады:

- пәндік оқытудың мақсаттарын білім беру нәтижелеріне қойылатын заманауи талаптарға жобалау және білім алушының белгілі бір оқу материалын меңгерудің жеке мәні мен құндылығын жүзеге асыруға мүмкіндік беретін оқу процесінде жағдай жасау;

- оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастырумен қатар олардың іргелі пәндік дайындығын ұмытпауға мүмкіндік беретін пәндік саланың мазмұнын заманауи талаптарға негізделген бейімдеу;

- сәйкес білім беру нәтижелеріне қол жеткізуді қамтамасыз ететін ең оңтайлы оқыту технологияларын таңдау, таңдалған технология негізінде оқу үдерісін жобалау, жобаны жүзеге асыру және оны түзету кезінде өзінің кәсіби-педагогикалық қызметінің тиімділігін бағалау;

- нақты пәндік сала арқылы оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға ықпал ететін пәндер бойынша қажетті оқу-әдістемелік қамтамасыз етуді өз бетінше жобалау және оның тиімділігін бағалау;

- белгілі бір пәндік сала арқылы оқушылардың сыртқы әлеммен және оқу тәжірибесінің басқа субъектілерімен өзара әрекеттесу арқылы таным процесіне белсенді түрде енгізу үшін жағдай жасау, сол арқылы нақты өмірлік жағдайларда пәндік білімнің көлемін түсіну және меңгеру мүмкіндігін қамтамасыз ету.

Функционалдық сауаттылықты қалыптастыруға дайындық мазмұнын нақтылау біздің зерттеуге арналған негізгі ұғымдардың мазмұндық ерекшеліктерін талдау, білім алушының функционалдық сауаттылығын нақты білім беру нәтижесі ретінде көрсету, педагогикалық мазмұнды зерттеу қызметі және оны табысты жүзеге асыру шарттары негізінде жүзеге асырылды. Жүргізілген жұмыстардың нәтижелері білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруды интегративті тұлғалық сапа ретінде қарастыруға мүмкіндік береді, ол білім алушыға арнайы когнитивтік және технологиялық ресурстардың болуымен сипатталады, білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыру процесін жобалауға және жүзеге асыруға мүмкіндік береді, пәндік сала арқылы оларды мектептің оқу-тәрбие процесінде қолдану тәжірибесі, қалыптасқан тиісті кәсіби көзқарастары мен ұстанымдары.

Зерттелетін педагогикалық құбылыстың мазмұндық мәнін талдау негізінде білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға арналған болашақ информатика мұғалімінің дайындық құрылымы анықталды, ол келесі құрауыштардан тұрады: мотивациялық, эмоционалдық-еріктік, когнитивтік, белсенділік және рефлексиялық-бағалаушылық.

- Мотивациялық, болашақ мұғалімнің қазіргі әлемде олардың сәтті бейімделуі үшін білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастырудың өзектілігі туралы түсінігі бар; сәйкес білім беру нәтижелерін қалыптастыруға ықпал ететін педагогикалық идеяларға қызығушылық; жеке пәндік салалардың көмегімен білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыру процесін жобалаудың технологиялық аспектілерін меңгеруге жеке қызығушылық; білім алушының функционалдық сауаттылығын тиімді қалыптасуын қамтамасыз ететін кәсіби білім мен дағдыларды жетілдіруге ұмтылу.

- Эмоционалды-еріктік, білім алушының функционалдық сауаттылығын табысты қалыптастыру үшін қолда бар танымдық және технологиялық ресурстарды жұмылдыра білу, өзінің педагогикалық қызметін тиімді басқара білу және оның нәтижесіне жауапты болу;

- Когнитивті, педагогика мен психология салалары бойынша білімдер жүйесі, пәнді оқыту әдістемесі, сонымен қатар пәндік білімдер жүйесі және оларды өмірде қолдану жағдайлары, функционалдық сауаттылық мазмұны туралы заманауи идеялары бар және оның қалыптасуының теориялық және технологиялық негіздерін білу, оның болуы білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптасуына теориялық дайындығын анықтайды;

- Белсенділік, дағдылардың жиынтығымен ұсынылады, олардың қалыптасуы болашақ мұғалімнің білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға практикалық дайындығының дәрежесін көрсетеді: оның ерекшеліктерін ескере отырып, білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыру процесін жобалау қабілеті, нақты білім беру жағдайы, жобаның нәтижесін болжау, жобаны нақты мектеп тәжірибесіне енгізуі;

- Рефлексиялық-бағалаушы, болашақ мұғалімнің рефлексиялық және бағалау әрекеттеріне қабілеттілігі мен дайындығы, білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға өзінің дайындық деңгейін түсіну, өзінің кәсіби кемшіліктері мен оларды жою жолдарын анықтау, кәсіби жаңа педагогикалық идеяларға ашықтық болып табылады.

Зерттеу нәтижелері сонымен қатар білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыру үшін болашақ информатика мұғалімінің дайындығын бағалау критерийлерін таңдауға әкелді: жеке-тұлғалық, когнитивтік, белсенділік және реттеуші.

Жеке-тұлғалық критерийі болашақ мұғалімнің білім алушының функционалдық сауаттылығының тиімді қалыптасуына ішкі дайындығын бағалауға мүмкіндік береді. Бұл критерийдің көрсеткіштері жаңа кәсіби міндеттерді түсіну және қабылдау; пәндік саланың құралдарының көмегімен оларды шешудің қажеттілігі бойынша тәжірибесінің болуы; білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыру үшін қолда бар когнитивтік және технологиялық ресурстар туралы хабардар болу; өзінің кәсіби қиындықтарын анықтауға және оларды жоюға ұмтылу. Когнитивтік критерий теориялық дайындық деңгейін бағалауға мүмкіндік береді. Оның критерийлері: функционалдық сауаттылықтың сәйкес білім беру нәтижесіне айналған себептерін білу және түсіну; функционалдық сауаттылықтың мазмұндық сипаттамаларын білу; оларға информатиканы оқыту процесінде білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастырудың перспективалық технологиялық шешімдерін білу; өзіндік танымдық және технологиялық қорларын толықтырудың тиімді жолдарын білу.

Белсенділік критерийі практикалық дайындық дәрежесін сипаттайды және келесі көрсеткіштер бойынша бағаланады: функционалдық топты қалыптастыруға бағытталған кәсіби міндеттердің технологиялық шешімдерін өз бетінше таба білу; функционалдық сауаттылықты қалыптастыру үдерісін әдістемелік қамтамасыз етуді өз бетінше әзірлеу мүмкіндігі; нақты білім беру тәжірибесі жағдайында білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруда тәжірибесінің болуы.

Басқарушы критерий болашақ мұғалімнің білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға өзінің дайындық деңгейін басқару қабілетін көрсетеді және келесі көрсеткіштермен анықталады: өзінің кәсіби қиындықтарын өз бетінше анықтау және оларды жою траекториясын құрастыру қабілеті; өз қызметінің мақсаттарын өз бетінше анықтау мүмкіндігі; білім беру жағдайына байланысты кәсіби міндеттерін реттеу; олардың қызметі мен нәтижелерін бағалау.

Аталған критерийлер негізінде болашақ мұғалімнің білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға дайындығының келесі деңгейлері анықталды: төмен, орташа және жоғары. Дайындықтың жоғары деңгейі болашақ мұғалімнің пәндік сала арқылы білім алушының функционалдық сауаттылығын табысты қалыптасуы үшін жеткілікті танымдық және технологиялық ресурстарға ие екендігін көрсетеді. Ол оқу үдерісінде тиісті білім беру нәтижелеріне қол жеткізуді қамтамасыз ететін жағдайларды жасай алады. Ол қажетті жағдайларды жүзеге асыруға бағытталған өзінің кәсіби-педагогикалық іс-әрекетінің тиімді стратегияларын таңдайды және осы процесті басқара алады, өз қызметінің нәтижелерін талдау негізінде өз іс-әрекетін реттей алады. Дайындықтың орташа деңгейі жоғарыда келтірілген көрсеткіштердің біркелкі емес көрінісімен сипатталады. Болашақ мұғалім қазіргі әлемде сәтті бейімделу үшін ФГ өзектілігін түсіне отырып, жаңа кәсіптік-педагогикалық міндеттердің тиімді шешімдерін табуда, білім алушының функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға ықпал ететін әдістемелік өнімдерді өз бетінше жобалауда қиындықтарды бастан кешіреді. Сонымен бірге ол орын алған олқылықтарды біледі, оны жоюға ұмтылады. Дайындықтың төмен деңгейі тек сыртқы факторлардың әсерінен таңдалған көрсеткіштердің көрінуімен, пәндік саланың көмегімен білім алушының функционалдық сауаттылығын сәтті қалыптастыру үшін танымдық және технологиялық ресурстарының жеткіліксіздігімен сипатталады.

Қорытынды

Функционалдық сауаттылықты қалыптастыруға дайын болу – бұл талап қана емес, ол мұғалімнің міндеті. Сондықтан оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға бағытталған педагогикалық қызметтің негізгі бағыттары айқын болып, мұғалім оқушылардың функционалдық сауаттылықтарын қалыптастыра алуға дайын болуы керек. Себебі қазіргі таңда білім беру жүйесінде оқу процесінің субъектілерінің функционалдық сауаттылығын қалыптастыру және дамыту мәселесі ерекше орын алады. Жетекші міндеттер қазіргі жағдайда өскелең ұрпақтың әлеуметтенуі мен тиімді бейімделуі үшін оңтайлы және қолайлы жағдайлар жасау болып табылады. Интегралды жүйе ретінде, оның дамуы оқушылардың субъективті тәжірибесімен, сонымен қатар коммуникативті сауаттылық, компьютерлік сауаттылық, экологиялық сауаттылық, экономикалық сауаттылық, құқықтық сауаттылық және т.б. сияқты функционалдық сауаттылықтың білім компоненттері, сондай-ақ оларды қалыптастыру технологияларын әзірлей алуы керек.

Оқу-тәрбие процесінде оқушы тұлғасының дамуы мектеп бекіткен білім, көзқарас пен дағдыларды ғана емес, сонымен қатар осы процесте функционалдық міндеттерді және күнделікті қажеттіліктерді жеңе білуді қамтитын әр түрлі оқу және сабақтан тыс жағдайларда жеке тәжірибе жинақтау арқылы функционалдық сауаттылықты қалыптастырумен байланысты.

Жалпы білім беру жүйесіне қойылатын жаңа талаптар жағдайында мұғалімнің құзыреттілігі оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға және оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту мүмкіндігін қамтамасыз ете алуға дайын болуы керек.

Зерттеу нәтижелері. Болашақ информатика мұғалімдерін дауындауда оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға бағытталған педагогикалық қызметтің негізгі бағыттары айқындалды:

- Болашақ информатика пәнінің мұғалімі оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамытуға дайындығық критерийлері анықталды;
- Болашақ информатика пәні мұғалімдерінің кәсіби іс-әрекетінде функционалдық сауаттылықты дамытуға дайындықтың негізгі көрсеткіштерінің құзыреттері нақтыланды;
- Функционалдық сауаттылықты қалыптастыруға арналған тапсырмалардың ерекшеліктері айқындалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 “Әділетті мемлекет. Біртұтас ұлт. Берекелі қоғам” // Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2022 жылғы 1 қыркүйектегі Қазақстан халқына Жолдауы https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K22002022_2

2 “Оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту” жөніндегі 2012 - 2016 жылдарға арналған ұлттық іс-қимыл жоспарын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2012 жылғы 25 маусымдағы № 832 Қаулысы <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000832>

3 Шавалиева З.Ш., Сатынская А.К., Мучкин Д.П. Болашақ мұғалімдердің өздігінен білім алу әрекетінің ақпараттық және зерттелу аспектілері // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің хабаршысы «Педагогика ғылымдары» сериясы, 2022, № 2(74), 162-169.

4 Білім берудің барлық деңгейінің мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттарын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 31 қазандағы № 604 бұйрығы https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35393491

5 Ермоленко В.А. Развитие функциональной грамотности обучающегося: теоретический аспект / Пространство и время образования. Электронное научное издание Альманах Пространство и Время Т. 8. Вып. 1. 2015. <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-funktsionalnoy-gramotnosti-obuchayushchegosya-teoreticheskiy-aspekt>

6 Сағымбаева А.Е., Авдарсоль С. Критериалды тәсіл негізінде информатикадан оқушылардың функционалдық сауаттылығын бағалау // Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки», 2019, № 4(68), 244-249

7 Зуева Ф.А., Шарипова Э.Ф. Технологическая подготовка как фактор формирования функциональной грамотности учащихся // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30200> (01.01.2023)

8 Особенности формирования функциональной грамотности учащихся старшей школы по предметам естественно-научного цикла. Методическое пособие. – Астана: Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, 2013. – 48 с

9 Хуторской А.В. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования // Высшее образование в России. 2017. № 12 (218). С. 85-91.

10 Хуторской А.В. Чем функциональная грамотность отличается от компетенции? [Электронный ресурс] // А.В.Хуторской. Персональный сайт – Хроника бытия; 11.03.2016 г. – <http://khutorskoy.ru/be/2016/0311/>

References:

1. “Adiletti memleket. Birtutas ult. Berekelı kogam” (2022) [A just state. A united nation. A blessed society]. Memleket basshysy Kasym-Zhomart Tokaevtyń zhylygy 1 kyrkyjektegi Kazakstan halkyna Zholdauy https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K22002022_2. (in Kazakh)

2 “Okushylardyn funktsionaldyk sauattylygyn damytu” (2012) [Development of students' functional literacy]. zhonindegi 2012 - 2016 zhyldarga arналган ulıtyk is-kimyl zhosparyn bekıtu turaly Kazakstan Respublikasy Ukımetınin 2012 zhylygy 25 mausymdagy № 832 Kaulysy <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200000832>. (in Kazakh)

3 Shavalieva Z.Sh., Satynskaja A.K., Muchkin D.P. (2022) Bolashak mugalimderdin ozdiginen bilim alu greketinin akparattyk zhane zerttelu aspektıleri [Informative and research aspects of self-education activities of future teachers]. Abaj atyndagy KazUPU-nin habarshysy «Pedagogika gylımdary» serıjasy, № 2(74), 162-169. (in Kazakh)

4 Bilim berudin barlyk dengejinin memlekettik zhalpyga mindetti bilim beru standarttaryn bekitu turaly [On the approval of the state mandatory education standards of all levels of education]. Kazakstan Respublikasy Bilim zhane gylym ministrinin 2018 zhylgy 31 kazandagy № 604 bujrygy https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35393491. (in Kazakh)

5 Ermolenko V.A. (2015) Razvitie funkcional'noj gramotnosti obuchajushhegosja teoreticheskij aspekt [Development of functional literacy of a student: theoretical aspect]. Prostranstvo i vremja obrazovanija. Jelektronnoe nauchnoe izdanie Al'manah Prostranstvo i Vremja T. 8. Vyp. 1. <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-funksionalnoy-gramotnosti-obuchayuschegosya-teoreticheskij-aspekt>. (in Russian)

6 Sagymbaeva A.E., Avdarsol' S. (2019) Kriterialdy tasil negizinde informatikadan okushylardyn funkcionaldyk sauattylygyn bagalau [Assessment of functional literacy of students in computer science based on the criterion approach]. Vestnik KazNPU im. Abaja, serija «Fiziko-matematicheskie nauki», № 4(68). (in Kazakh)

7 Zueva F.A., Sharipova Je.F. (2020) Tehnologicheskaja podgotovka kak faktor formirovanija funkcional'noj gramotnosti uchashhihsja [Technological training as a factor in the formation of functional literacy of students]. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30200> (01.01.2023) (in Russian)

8 Osobennosti formirovanija funkcional'noj gramotnosti uchashhihsja starshej shkoly po predmetam estestvenno-nauchnogo cikla [Features of the formation of functional literacy of high school students in the subjects of the natural science cycle]. (2013) Metodicheskoe posobie. Astana: Nacional'naja akademija obrazovanija im. I. Altynsarina. (in Russian)

9 Hutorskoj A.V. (2017) Metodologicheskie osnovanija primenenija kompetentnostnogo podhoda k proektirovaniju obrazovanija [Methodological grounds for applying the competency-based approach to the design of education]. Vysshee obrazovanie v Rossii. № 12 (218). (in Russian)

10 Hutorskoj A.V. (2016) Chem funkcional'naja gramotnost' otlichaetsja ot kompetencii? [How is functional literacy different from competence?]. [Jelektronnyj resurs]. A.V.Hutorskoj. Personal'nyj sajt – Hronika bytija. <http://khutorskoj.ru/be/2016/0311/>. (in Russian).

М.Серік¹, С.К. Жумагулова^{1*}, Г.Б.Абилдаева²

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г.Астана, Казахстан

² Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, г.Караганда, Казахстан

e-mail: saulesha_81@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ В БАЗАХ ДАННЫХ

Аннотация

В настоящее время параллельные вычисления служат неотъемлемой частью области разработки программного обеспечения баз данных. В статье описаны существующие на сегодняшний день проблемы совершенствования обучения в вузах будущих ИТ-специалистов. В работе авторы представили методику обучения обучающихся параллельному программированию, направленную на формирование у них параллельного стиля мышления, приобретению навыков разработки параллельных вычислений в базе данных в процессе профессиональной подготовки в вузе. Результаты полученных данных позволили утверждать, что внедрение разработанной методики подготовки будущих специалистов ИТ-профиля к профессиональной деятельности способствует становлению обучающихся как высококвалифицированных ИТ-специалистов. Таким образом, предлагаемый авторами подход к выбору и применению методов на разных стадиях обучения способствует успешному освоению обучающимися вуза практических навыков организации параллельных вычислений в базах данных.

Ключевые слова: базы данных, параллельные вычисления, методика обучения, программирование, эксперимент, компетентность.

Аңдатпа

М.Серік¹, С.К.Жумагулова¹, Г.Б.Абилдаева²

¹Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

² Әбілқас Сағинов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

МӘЛІМЕТТЕР БАЗАСЫНДА ПАРАЛЛЕЛЬ ЕСЕПТЕУЛЕРДІ ОҚЫТУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Қазіргі уақытта параллельді есептеу мәліметтер базасының бағдарламалық жасақтамасын жасау саласының ажырамас бөлігі болып табылады. Мақалада болашақ ИТ мамандарын кәсіби даярлауды жетілдірудің қазіргі проблемалары сипатталған. Авторлар параллельді бағдарламалау бойынша студенттерді оқыту әдістемесін ұсынды, бұл олардың параллельді ойлау стилін қалыптастыруға және университетте пәндік дайындық процесінде мәліметтер базасында параллельді есептеулерді ұйымдастырудың практикалық дағдыларын алуға ықпал етеді. Алынған мәліметтердің нәтижелері болашақ ИТ мамандарын кәсіби қызметке даярлаудың дамыған әдістемесін енгізу студенттердің жоғары білікті ИТ мамандары ретінде қалыптасуына ықпал етеді деп айтуға мүмкіндік берді. Осылайша, оқытудың әртүрлі кезеңдерінде әдістерді таңдауға және қолдануға ұсынылған кешенді тәсіл студенттердің мәліметтер базасында параллельді есептеулерді ұйымдастырудың практикалық дағдыларын сәтті игеруін қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: мәліметтер базасы, параллельді есептеу, оқыту әдістемесі, бағдарламалау, тәжірибе, құзыреттілік.

Abstract

FEATURES OF PARALLEL COMPUTING TRAINING IN DATABASES

Serik M. ¹, Zhumagulova S. K. ¹, Abildaeva G. ²

¹L. N. Gumilyov Eurasian national University, Astana, Kazakhstan

²Abylkas Saginov Karaganda technical University, Karaganda, Kazakhstan

Currently, parallel computing is an integral part of the field of database software development. The article describes the current problems of improving the professional training of future IT specialists. In the paper, the authors presented a methodology for teaching students parallel programming aimed at forming their parallel style of thinking, as well as acquiring practical skills in creating parallel computing in a database in the process of subject training at a university. The results of the data obtained allowed us to assert that the introduction of the developed methodology for preparing future IT specialists for professional activity contributes to the formation of students as highly qualified IT specialists. Thus, the approach proposed by the authors to the selection and application of methods at different stages of training will ensure that students successfully master the practical skills of organizing parallel computing in databases.

Keywords: databases, parallel computing, teaching methods, programming, experiment, competence.

Введение

Сегодня каждый специалист должен быть профессионалом в своей области деятельности, уметь решать современными способами возникающие проблемы, при этом уровень его профессионализма должен соответствовать регулярно меняющимся требованиям рынка труда [1, с. 5]. В частности, специалист ИТ-профиля должен обладать требуемыми навыками написания программ, умениями в области баз данных (БД), также управления ими. В содержание образовательных программ подготовки специалистов ИТ-профиля в вузах входит немалый перечень обязательных и элективных курсов, в результате изучения которых у обучающихся формируются требуемые компетенции [2, с.16]. Среди них можно выделить компетентность в сфере параллельных вычислений в БД как свойство личности, обладающей способностью создавать параллельные запросы к БД [3, с. 72].

Задача совершенствования процесса обучения будущих ИТ-специалистов является достаточно непростой. Это может быть результатом недостаточной степени исследования структуры профессиональной компетентности и отсутствием четко поставленных критериев профессионализма специалистов. Также в качестве причины можно назвать отсутствие в вузах проработанных профессиональных и образовательных стандартов обучения будущих ИТ-специалистов. Все это свидетельствует о надобности проведения исследования в целях поиска путей совершенствования процесса обучения с применением инновационных методик.

В работе приведена характеристика экспериментального исследования, направленного на внедрение в учебных заведениях предложенной методики подготовки будущих специалистов ИТ-профиля, анализа полученных данных. Также в рамках разработанного методического подхода в статье представлено обоснованное заключение об эффективности формирования у обучающихся компетентности в сфере параллельных вычислений в БД.

Основой исследования послужили источники научной и специальной литературы, содержащие сведения о принципах создания БД и параллельных вычислений в них. Исследованием профессионального обучения ИТ-специалистов занимался ряд ученых, осветившие в своих трудах аспекты совершенствования учебного процесса, реализации эксперимента для определения степени эффективности созданной методики. Так, в авторских трудах Н.Д. Гуськовой, С.М. Вдовина и других ученых изложены результаты исследования значения качества высшего образования в обеспечении устойчивого развития общества. Согласно данным результатам на качество высшего образования влияет степень удовлетворения потребностей общества в специалистах высокого класса с багажом умений и навыков, способных применять их на практике [4, с. 245]. Полученные результаты анализа данных исследования позволили ученым выделить направления повышения качества высшего образования, способные стать средством устойчивого развития экономики и общества [5, с. 255].

В трудах М. Бьязутти, В. Макракис приведен опыт повышения квалификации преподавателей учебных заведений по программе международного проекта Tempus, результаты которого показали, что основой концепции «образования для устойчивого развития» служит студенто-ориентированный подход, способствующий приобретению будущими ИТ-специалистами необходимых навыков и критического мышления. Результаты исследования позволили авторам сделать заключение, что использование данных принципов может способствовать совершенствованию методов обучения, а также навыков создания учебных курсов. В авторских трудах В.В. Воеводина, В.П. Гергель, М.А. Сокольской и др., где рассматриваются задачи методики преподавания параллельных вычислений в высших учебных заведениях, отмечается, что изучение обучающимися параллельного программирования является сложной педагогической проблемой ввиду того, что это способствует формированию их мыслительной деятельности. Для того, чтобы справиться с задачей параллельной обработки данных, у человека должно быть сформирован параллельный стиль мышления, позволяющий создать параллельный алгоритм [6, с. 117]. Значительный вклад в исследование параллельных вычислений в базах данных сделал М.Г. Садиков. Им были исследованы два способа создания параллельных программ, выявлены их плюсы и минусы. Были представлены разработанные направления доработки имеющейся системы и предложено решение задачи ее масштабирования, для этой цели необходимо наращивание аппаратной части. М.Г. Садиков решил задачу доступа к БД, путем развертывания VPN соединения между узлами кластера. Так же он предложил кластерную версию СУБД MySQL, применение которой в перспективе позволит наращивать быстродействие БД, для чего к кластеру будут добавляться новые узлы.

Таким образом, в процессе исследований накоплен опыт обучения параллельному программированию будущих специалистов сферы ИКТ, в частности специалистов ИТ-профиля. Также не теряет своей актуальности задача экспериментальной проверки эффективности предлагаемой методики с учетом изменяющихся требований к компетентности выпускников вузов.

Методология исследования

С целью формирования у обучающихся компетентности в области программирования баз данных и параллельных вычислений в базах данных, авторы на основе работ ряда рассмотренных исследователей пришли к выводу, что целесообразно применять следующую методику обучения обучающихся параллельному программированию.

В процессе обучения студентов участников экспериментальной группы предлагалось использовать следующие методы обучения:

- на лекциях – пояснительно-иллюстративный;
- в ходе практической работы – проблемно-исследовательский и проектный.

Предлагаемая методика обучения параллельным вычислениям в БД заключалась в следующем.

После получения студентами достаточной теоретической подготовки в области методов параллельных вычислений в БД, в рамках их практической работы им было предложено построить БД с виртуальным сервером на облачной платформе Azure и локальным сервером на MS SQL Server. Для этого им были выданы соответствующие методические рекомендации. Перед студентами была поставлена задача написания и реализации запросов, которые могли бы обрабатывать данные как на виртуальном, так и на локальном сервере параллельно с нескольких клиентских станций. Для этой цели обучающимся было предложено использовать методы распараллеливания запросов с использованием библиотеки параллельных вычислений. Студентами были выполнены установка и настройка виртуальных и локальных серверов для работы с разработанной базой данных, а также выполнено ее тестирование. В процессе работы студенты ознакомились со схемой выполнения заданий, компиляцией программ, реализацией последовательных и параллельных запросов. Кроме того, путем использования таймера выполнения запросов при написании программы, студенты смогли сравнить время выполнения последовательных и параллельных алгоритмов для реализации запросов к базе данных. Данный метод сравнения позволяет продемонстрировать потенциальную эффективность параллельных запросов к базе данных при разработке программ. Предложенная методика обучения позволит сформировать параллельный стиль мышления обучающихся и получить навыки создания параллельных вычислений в БД в учебном процессе вуза. Проверка эффективности применения предлагаемой авторами методики, направленной для формирования у обучающихся компетентности в сфере параллельных вычислений в БД в процессе обучения в вузах была реализована путем проведения эксперимента на базе вузов Казахстана. При создании и реализации плана экспериментальной работы за основу авторами были приняты положения, изложенные в трудах В.В. Корнеева, В.В. Воеводина, А.С. Антонова и др.

Инструментом определения уровня сформированности компетентности в области БД и параллельных вычислений в БД послужила 100-балльная шкала, посредством которой был оценен уровень способности обучающихся работать с параллельными вычислениями в БД.

Реализация эксперимента была выполнена с применением метода параллельного эксперимента. Суть его состояла в разделении обучающихся в предметной области «Базы данных» на экспериментальную и контрольную группы.

Этапы эксперимента:

1. Констатирующий, где были сформированы контрольная и экспериментальная группы. Дана оценка уровню сформированности компетентности в области БД и параллельных вычислений в БД участникам этих групп с выявлением минусов

2. Формирующий, с применением в экспериментальной группе предложенных авторами форм, методов и средств. Контроль изменений в экспериментальной и контрольной группах.

3. Контрольный, где реализована вторичная диагностика сформированности компетентности в сфере БД и параллельных вычислений в БД. Кроме того, посредством статистических критериев был выполнен анализ полученных данных констатирующего и формирующего этапов.

Участие в эксперименте приняли обучающиеся третьего курса обучения. Далее был выполнен сравнительный анализ полученной оценки с результатами диагностики в целях получения картины динамики процесса ее формирования.

Результаты

Выделим следующие ключевые результаты проведенного исследования в области параллельных вычислений в базах данных.

1. Профессиональная компетентность ИТ-специалистов [7, с. 86].

Для создания структуры профессиональной компетентности будущих специалистов ИТ-профиля авторами был выполнен анализ ряда научных работ. Это позволило им сформировать общий перечень компетентностей и определить общие и профессиональные компетентности. К общим компетентностям авторы отнесли умения выполнять оценку степени влияния факторов извне на результативность профессиональной деятельности, писать сложные программы в группах, применять на практике полученные знания, готовность получать новые знания и пр. [8, с. 72].

К профессиональным компетентностям были отнесены способность писать программы с использованием современных методов доступа к данным и их обработки; умение писать эффективные алгоритмы для параллельных вычислений в БД; способность применять современные парадигмы параллельного программирования в целях обработки большого объема данных; обладать навыками использования приобретенных знаний для решения прикладных задач и т.д.

Знания, умения и навыки составили профессиональные компетентности будущих ИТ-специалистов: компетентность в области программирования БД и параллельных вычислений в БД, коммуникативная, математическая, инженерная, управленческая и профессиональная компетентности [9, с. 189]. Немалую роль среди профессиональной компетентности будущего специалиста ИТ-профиля играет компетентность в области параллельных вычислений в БД, заключающаяся в знаниях и умениях в области написания программ обработки параллельных запросов. Будущие специалисты ИТ-профиля должны владеть методами разработки параллельных вычислений в базах данных, уметь писать программы с применением инновационных технологий.

2. Система подготовки будущих ИТ-специалистов к профессиональной деятельности. Предлагаемая система может быть представлена в виде особой системы, основой которой служит анализ требований рынка труда к квалификации специалиста, интеграции целей, содержания, принципов, форм, методов и средств его обучения в вузе. Основой для определения цели и структуры данной системы в вузах послужили положения авторской концепции обучения специалистов ИТ-профиля к профессиональной деятельности [10, с. 7].

Ключевая идея заключается в создании системы профессиональной подготовки ИТ-специалистов в ходе учебного процесса, предусматривающей:

- 1) формирование профессиональной компетентности обучающихся на основе проводимого регулярно анализа рынка труда;
- 2) внедрение предложенной методики изучения обучающимися парадигм программирования параллельных вычислений в БД;
- 4) сочетание общедидактических и специфических методов и средств обучения;
- 5) с целью обеспечения практической подготовки обучающихся и их трудоустройства поддержка тесного контакта с работодателями [10, с. 11].

Для успешной реализации системы подготовки будущих специалистов в сфере ИТ к профессиональной деятельности требуются следующие условия ее деятельности:

1. Организационные, к которым относятся разработка актуальных учебных планов; достаточный уровень материально-технической базы для обучения; связь с работодателями и др.

2. Педагогические. К данным условиям относятся учет методологии в процессе формирования профессиональной компетентности будущих специалистов ИТ-профиля; определение групп компетентностей обучающихся; разработка и регулярное обновление информационных ресурсов и учебно-методических материалов для обеспечения подготовки будущих специалистов и др. На констатирующем эксперименте была выполнена оценка уровня у обучающихся сформированности компетентности в области параллельных вычислений в БД. Была проанализирована успеваемость обучающихся на основе данных периодических проверок знаний обучающихся по дисциплинам БД. Данные были получены из ведомостей учета успеваемости обучающихся исследуемых групп. Так, средний и высокий уровни сформированности указанной компетентности показали 43 обучающихся контрольной группы, что составило 62,94%, и 45 обучающихся (64,28%) – экспериментальной. Низкие показатели показали 24 обучающихся (37,07 %) контрольной группы и 25 (35,71 %) – экспериментальной. Таким образом, более 30% участников эксперимента продемонстрировали низкий

уровень сформированности указанной компетентности в области параллельных вычислений в БД, то есть обучающиеся имеют довольно низкий уровень подготовки. Данные о начальном состоянии знаний, умений и навыков работы с параллельными вычислениями в базах данных, исходя из пяти определенных критериев готовности работы с этими ресурсами и присвоенных им уровней приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Состояние начального уровня подготовки к работе с параллельными вычислениями в базах данных (констатирующий эксперимент)

№	Критерии готовности к работе с параллельными вычислениями в базах данных	Низкий уровень		Достаточный уровень		Высокий уровень	
		группы					
		контр.	эсп.	контр.	эсп.	контр.	эсп.
		чел.	чел.	чел.	чел.	чел.	чел.
		%	%	%	%	%	%
1	Способность к самообразованию	24	26	37	36	6	8
		35.82%	37.14%	55.22%	51.43%	8.96%	11.43%
2	Владение объемом специальных теоретических знаний	26	24	36	40	5	6
		38.81%	34.29%	53.73%	57.14%	7.46%	8.57%
3	Способность создания алгоритма для реализации обработки больших объемов информации в базах данных	28	24	35	39	4	7
		41.79%	34.29%	52.24%	55.71%	5.97%	10.0%
4	Владение методами эффективной реализации параллельной обработки данных при проектировании баз данных	23	25	38	38	6	7
		34.33%	35.71%	56.72%	54.29%	8.96%	10.0%
5	Создание баз данных с применением параллельных вычислений	25	26	39	39	3	5
		37.31%	37.14%	58.21%	55.71%	4.48%	7.14%
6	Владение методами эффективной реализации параллельной обработки данных при разработке баз данных	23	25	41	38	3	7
		34.33%	35.71%	61.19%	54.29%	4.48%	10.0%
7	Среднее значение	24	25	38	38	5	7
		37.07%	35.71%	56.22%	54.76%	6.72%	9.52%

Этап формирующего экспериментального исследования содержал следующие мероприятия:

1. Обновлены компетенции, которые необходимо сформировать у обучающихся учебного заведения. Проанализированы квалификационные требования работодателей к специалистам ИТ-профиля для постановки задачи формирования профессиональной компетентности.

2. Внедрена предложенная методика обучения ИТ-специалистов путем формирования профессиональной компетентности.

3. Обновлено содержание обучения будущих специалистов ИТ-профиля, направленное на формирование системных знаний, умений и навыков в целях решения задач в профессиональной деятельности.

В ходе формирующего эксперимента обучающимися экспериментальной группы был сформирован учебный материал согласно разработанным программам, путем самостоятельного анализа электронных источников и рекомендуемой литературы. На контрольном этапе эксперимента была проанализирована успеваемость обучающихся на основе данных второго периодического контроля. Его результат показал у 42 обучающихся контрольной группы (63,19 %) средние и высокие показатели, при этом низкий показатель у 25 обучающихся (36,82%). 64 участника (91,43 %) экспериментальной группы обладают средним и высоким показателями, 6 обучающихся – низким (8,57 %). Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2. Состояние сформированности готовности к работе с параллельными вычислениями в базах данных (формирующий эксперимент)

№	Критерии готовности к работе с параллельными вычислениями в базах данных	Низкий уровень		Средний уровень		Высокий уровень	
		группы					
		контр.	эсп.	контр.	эсп.	контр.	эсп.
		чел.	чел.	чел.	чел.	чел.	чел.
		%	%	%	%	%	%
1	Способность к самообразованию	22	5	38	50	7	15
		32.84%	7.14%	56.72%	71.43%	10.45%	21.43%
2	Владение объемом специальных теоретических знаний	25	8	37	50	5	12
		37.31%	11.43%	55.22%	71.43%	7.46%	17.14%
3	Способность создания алгоритма для реализации обработки больших объемов информации в базах данных	28	6	35	51	4	13
		41.79%	8.57%	52.24%	72.86%	5.97%	18.57%
4	Владение методами эффективной реализации параллельной обработки данных при проектировании баз данных	24	6	39	52	4	12
		35.82%	8.57%	58.21%	74.29%	5.97%	17.14%
5	Создание баз данных с применением параллельных вычислений	24	6	40	53	3	11
		35.82%	8.57%	59.7%	75.71%	4.48%	15.71%
6	Владение методами эффективной реализации параллельной обработки при разработке баз данных	25	5	38	54	4	11
		37.31%	7.14%	56.72%	77.14%	5.97%	15.71%
7	Среднее значение	25	6	38	52	4	12
		36.82%	8.57%	56.47%	73.81%	6.72%	17.62%

Приведенные данные говорят о том, что у участников экспериментальной группы сформирована более высокая компетентность в области параллельных вычислений в БД, соответственно, имеет место эффективность проделанной работы. В целом итоги контрольного этапа эксперимента позволили наблюдать картину, отражающую отсутствие в контрольной группе изменений уровня сформированности анализируемой компетентности. Вместе с тем снизились низкие (на 0,271) и выросли средние (на 0,19) и высокие (на 0,081) показатели. В таблице 3 приведены данные динамики показателя сформированности обучающихся готовности к работе с параллельными вычислениями в БД у обучающихся.

Таблица 3. Динамика показателя сформированности обучающихся готовности к работе с параллельными вычислениями в базах данных

Уровень сформированности	Количественные показатели (эсп. группа)		Разница	Количественные показатели (контр. группа)		Разница
	контр. этап	эсп. этап		контр. этап	эсп. этап	
Низкий	0,357	0,086	-0,271	0,371	0,368	-0,003
Средний	0,548	0,738	0,190	0,562	0,565	0,003
Высокий	0,095	0,176	0,081	0,067	0,067	0

Достоверность результатов эксперимента доказана посредством критерия Фишера F и критерия однородности Пирсона χ^2 . На констатирующем этапе эксперимента была определена идентичность среднего и низкого показателей сформированности компетентности в области БД и параллельных вычислений в БД. Доказательством служит тот факт, что показатели эмпирических значений критерия меньше его критического значения ($F_{кр}=1,64$). Контрольный этап эксперимента показал различия в низком и среднем показателях сформированности компетентности в области параллельных

вычислений в БД, о чем свидетельствует величина превышения эмпирических значений критерия его критического значения, равная $\varphi_{кр}=1,64$. Данные оценки достоверности обобщенных показателей с применением критерия Фишера показали, что на констатирующем этапе не было зафиксировано существенной разницы между низким и средним показателями в обеих группах (средний уровень $\varphi_{эмп}= 0,287 < \varphi_{кр}$, низкий уровень $\varphi_{эмп}= 0,012 < \varphi_{кр}$). Данные контрольного этапа эксперимента показывают наличие существенных отличий между участниками контрольной и экспериментальной групп (средний – $\varphi_{эмп}= 2,182 > \varphi_{кр}$, низкий – $\varphi_{эмп}= 4,207 > \varphi_{кр}$). Это подтверждается также результатами сравнения показателей сформированности компетентности в области параллельных вычислений в БД с применением критерия Пирсона. Констатирующий этап эксперимента не выявил различий между исследуемыми выборками ($\chi^2_{эмп} < \chi^2_{кр} = 5,99$). При этом контрольный этап показал значительные различия между ними ($\chi^2_{эмп} > \chi^2_{кр} = 5,99$). Для статистики: на констатирующем этапе $\chi^2_{эмп} = 0,37$, на контрольном – $\chi^2_{эмп} = 18,62$.

Таким образом, данные проведенного эксперимента позволяют утверждать о том, что показатели компетентности в сфере параллельных вычислений в БД среди обучающихся контрольной и экспериментальной групп имеют существенные различия. Благодаря внедрению разработанной методики обучения будущих специалистов ИТ-профиля к профессиональной деятельности они смогут реализовать себя как высококвалифицированные работники.

Дискуссия

Ключевой целью на данной стадии изучения параллельных вычислений в базе данных станет получение обучающимися знаний о параллелизме путем написания параллельных запросов к базе данных, а также формирование компетенций создания алгоритмов параллельных запросов.

В процессе выполнения практической работы обучающиеся смогут реализовать параллельный алгоритм обработки информации в базе данных. Вычислительно трудоемкие параллельные запросы являются классической отраслью использования параллельных вычислений и позволяют демонстрировать методы параллельного программирования. Учитывая знания, полученные обучающимися во время лекций, методические указания по выполнению практических работ дает возможность обучающимся изучать параллельное программирование на практике. Эффективность формирования у будущих специалистов ИТ-профиля компетентности в области параллельных вычислений в БД обеспечивается совокупностью методов и средств обучения. Для проведения исследования авторами были использованы аудиторные и внеаудиторные формы обучения. В рамках формирования компетентности в области параллельных вычислений в БД весьма существенную роль играл тот факт, что использовались специфические методы обучения.

Участниками эксперимента стали обучающиеся третьего курса вузов. На первом, констатирующем этапе была проведена первичная диагностика уровня сформированности компетентности в области параллельных вычислений в БД. На формирующем этапе было обновлено содержание обучения путем внедрения методов, форм и средств обучения параллельным вычислениям в БД. На заключительном, контрольном этапе была реализована вторичная диагностика, анализ полученных данных и их сравнение с начальным уровнем сформированности указанной компетентности. Результат формирующего этапа эксперимента продемонстрировал повышение уровня сформированности анализируемой компетентности у обучающихся. При этом отсутствовала динамика показателей сформированности данной компетентности у участников контрольной группы обучающихся. Об эффективности исследования свидетельствует существенное различие между уровнями сформированности компетентности в области параллельных вычислений в БД у обучающихся обеих групп. Результаты эксперимента позволили сформулировать ряд рекомендаций для обеспечения качества обучения ИТ-специалистов параллельным вычислениям в БД:

- модернизировать содержание и методику обучения параллельным вычислениям в БД ИТ-специалистов в соответствии с международными стандартами;
- проводить анализ качества обучения работе с БД обучающихся ИТ-профиля;
- анализировать рынок труда с целью определения требований работодателей к обучению работе с БД обучающихся для возможности обновления ее содержания согласно результатам данного анализа.

Результаты могут быть использованы в качестве базы для дальнейшего исследования данного направления в целях получения большего объема научных материалов для сравнения результатов.

Заклучение

В статье авторами была предложена методика эффективного обучения параллельным вычислениям в БД обучающихся направлению ИТ. Представленные данные исследования могут иметь практическую ценность при обучении в вузах и быть использованы при разработке образовательных программ подготовки ИТ-специалистов. В зависимости от потребностей обучающихся определяют следующие результаты предлагаемой методики обучения:

1. Формирование параллельного стиля мышления.
2. Получение умений создания параллельного алгоритма разработки запросов к базе данных.
3. Приобретение знаний о параллельных системах, принципах написания параллельных запросов к базе данных.
4. Получение навыков написания программ параллельных вычислений в БД.

Таким образом, предлагаемая система использования методов на разных стадиях обучения позволит реализовать успешное освоение обучающимися практических навыков организации параллельных вычислений в БД.

Список использованных источников:

- 1 Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016.-С.127-131.
- 2 Воеводин В.В., Воеводин В.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – С.311-315.
- 3 Антонов А.С.: Введение в параллельные вычисления. Методическое пособие. - М.: Изд-во Физического факультета МГУ, 2016. – С.70-75.
- 4 Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. - М.: Нолідж, 2016. – С.302-309.
- 5 Batlle, J., Marti, J., Ridao, P., & Amat, J. (2016). A new FPGA/DSP-based parallel architecture for real-time image processing. *Real-Time Imaging*, 8(5), 345-356.
- 6 Feo, J. T. (Ed.). (2018). *A comparative study of parallel programming languages: the Salishan problems*. Elsevier.
- 7 Flynn, M. (2017). *Computer architecture*. Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering.
- 8 Serik, M., Mukhambetova, M., Yeskermessuly, A. Improving the content of a client-server technology training course: Set up and collaborative implementation of local and cloud-based remote servers. - *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2019, 14(21), сmp. 191–204 <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i21.10643>
- 9 Serik, M., Nursaule, K., Sadvakassova, A., Sarzhanova, G.B. Improvement of students' training in parallel and cloud computing. - *Espacios*, 2017, 38(60), 3
- 10 Serik, M., Karelkhan, N., Kultan, J., & Zulpykhar, Z. (2019). Setting Up and Implementation of the Parallel Computing Cluster in Higher Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(06), pp. 4–17. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i06.9736>

References:

- 1 Bogachev K.Ju. (2016) *Osnovy parallel'nogo programmirovaniya [Fundamentals of parallel programming]*. M.: BINOM. Laboratorija znaniy, 2016. 127-131. (In Russian)
- 2 Voevodin V.V., Voevodin V.V. (2018) *Parallel'nye vychislenija [Parallel computing]*. SPb.: BHV-Peterburg, 311-315. (In Russian)
- 3 Antonov A.S. (2016) *Vvedenie v parallel'nye vychislenija. Metodicheskoe posobie [Introduction to Parallel Computing]*. M.: Izd-vo Fizicheskogo fakul'teta MGU, 70-75. (In Russian)
- 4 Korneev V.V. (2016) *Parallel'nye vychislitel'nye sistemy [Parallel computing systems]*. M.: Nolidzh, 302-309. (In Russian)
- 5 Batlle, J., Marti, J., Ridao, P., & Amat, J. (2016). A new FPGA/DSP-based parallel architecture for real-time image processing. *Real-Time Imaging*, 8(5), 345-356.
- 6 Feo, J. T. (Ed.). (2018). *A comparative study of parallel programming languages: the Salishan problems*. Elsevier.
- 7 Flynn, M. (2017). *Computer architecture*. Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering.
- 8 Serik, M., Mukhambetova, M., Yeskermessuly, A. (2019) Improving the content of a client-server technology training course: Set up and collaborative implementation of local and cloud-based remote servers. - *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(21), 191–204
- 9 Serik, M., Nursaule, K., Sadvakassova, A., Sarzhanova, G.B. (2017) Improvement of students' training in parallel and cloud computing. - *Espacios*, 38(60), 3
- 10 Serik, M., Karelkhan, N., Kultan, J., & Zulpykhar, Z. (2019). Setting Up and Implementation of the Parallel Computing Cluster in Higher Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(06), pp. 4–17. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i06.9736>

МРНТИ: 29.01.45
УДК 37.1174

<https://doi.org/10.51889/6602.2022.72.66.032>

И.Б. Усембаева¹, Ш.Ж. Раманкулов^{1*}, Ж.М. Битибаева², М.С. Молдабекова³, С. Полатұлы¹

¹ Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық Қазақ-түрік Университеті, Түркістан қ., Қазақстан

² Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³ Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: sherzod.ramankulov@ayu.edu.kz

ФИЗИКАНЫ ОҚИТУДЫҢ ҚОЛДАНБАЛЫ БАҒЫТЫН ДАМУҒА ҮШІН STEAM ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Физиканың күнделікті өмірмен, өнеркәсіп, техника, инженерия саласындағы байланысын ескеріп, оқытудағы дәстүрлі бағыттардың бірі ретінде қолданбалы бағдарлылықтың элементтерін енгізу өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты мен идеясы: «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде қолданбалы бағдарлылықты арттыру жағдайында білімгерлерді оқыту – бірқатар теориялық материалдарды меңгеру ғана емес, сонымен қатар алған білімдерін өз бетінше күнделікті өмірде, инженерия, техника салаларында қолдана алу дағдыларын қалыптастыруды қамтамасыз ету. Пән бойынша білімдерді STEAM негізінде саналы түрде меңгеру, оларды алуан түрлі жағдайларда қолдануға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында физиканы STEAM негізінде оқытудың қолданбалы бағдарлылығы саласындағы ғылыми әдебиеттерге шолу жасау нәтижесінде оның анықтамасы ұсынылды. «Электр және магнетизм» пәні мысалында болашақ физика мұғалімдерін оқытудың қолданбалы бағдарлылығын дамытуды STEAM білім беру арқылы іске асыру әдістемесінің функционалды-құрылымдық моделі жасалды.

Түйін сөздер: STEAM білім беру, физиканы оқыту, болашақ физика мұғалімі, қолданбалы бағдарлылық, «Электр және магнетизм» пәні, цифрлық технология.

Аннотация

И.Б. Усембаева¹, Ш.Ж. Раманкулов¹, Ж.М. Битибаева², М.С. Молдабекова³, С. Полатұлы¹

¹Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясауи, г.Туркестан, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

³Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ STEAM ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Актуальной проблемой является внедрение элементов прикладной ориентированности как одного из традиционных направлений в обучении с учетом взаимосвязи физики с повседневной жизнью, в области промышленности, техники, инженерии.

Основная цель и идея исследовательской работы: обучение обучающихся дисциплине «электричество и магнетизм» в условиях повышения прикладной направленности на базе STEAM – не только овладение рядом теоретических материалов, но и обеспечение формирования навыков самостоятельного применения полученных знаний в повседневной жизни, в областях инженерии, техники. Осознанное усвоение знаний по дисциплине на основе STEAM позволяет применять их в самых разных ситуациях. В ходе исследования было предложено его определение в результате обзора научной литературы в области прикладной направленности обучения физике на основе STEAM. Разработана функционально-структурная модель методики реализации развития прикладной направленности обучения будущих учителей физики на примере предмета «электричество и магнетизм».

Ключевые слова: STEAM образование, преподавание физики, будущий учитель физики, прикладная направленность, дисциплина «Электричество и магнетизм», цифровые технологии.

Abstract

THE USE OF STEAM TECHNOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF APPLIED PHYSICS TEACHING

Usembayeva I.B.¹, Ramankulov Sh.Zh.¹, Bitibaeva J.M.², Moldabekova M.S.³, Polatuly S.¹

¹*Khoja Ahmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan*

²*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

³*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

An urgent problem is the introduction of elements of applied orientation as one of the traditional directions in teaching, taking into account the relationship of physics with everyday life, in the field of industry, technology, engineering.

The main purpose and idea of the research work: teaching students the discipline "electricity and magnetism" in the conditions of increasing the applied orientation based on STEAM – not only mastering a number of theoretical materials, but also ensuring the formation of skills for the independent application of the acquired knowledge in everyday life, in the fields of engineering, technology. The conscious assimilation of knowledge on the discipline based on STEAM allows you to apply them in a variety of situations. In the course of the study, its definition was proposed as a result of a review of the scientific literature in the field of applied physics education based on STEAM. A functional and structural model of the methodology for implementing the development of the applied orientation of teaching future physics teachers on the example of the subject "electricity and magnetism" has been developed.

Keywords: STEAM education, teaching physics, future physics teacher, applied orientation, discipline "Electricity and Magnetism", digital technology.

Кіріспе

Қазіргі таңда Индустрия 4.0 жағдайында цифрлық құралдардың көптеп пайда болуына байланысты заманауи жаратылыстану ғылымдарының әр түрлі салаларындағы физиканың қолданбалылығы қарқынды түрде арта бастады [1]. ХХ-ғасырдың соңында өнеркәсіп орындарындағы техникалық құралдардың автоматтандырылуы және жұмыс орындарының азаюына байланысты адам өзінің қызмет саласын өзгертуге мәжбүр болды. Сондықтан, политехникалық оқыту идеясы қолға алына бастады. Бұл ұғым қазіргі орта және жоғары оқу орындарында бейіндік оқыту ұғымымен кең таралды.

Физиканың қолданбалы ғылым екендігін ескерсек, оның пәні, мақсаты мен міндеттері тәжірибе арқылы тағайындалатынына көз жеткіземіз. Физикалық білім қазіргі таңда шексіз салада қолданылады: ғылым мен техникада, инженерия мен өндірісте және т.б. салаларда. Физика оқыту үдерісінде STEAM тәсілі білім алушылардың белсендірек болуы және ғылым мен технологияны қолдануға негізделген идеяны іске асыру құралы ретінде қызмет етеді. Физиканы STEAM негізіндегі оқытуды іске асырудың бірнеше артықшылықтар бар: ақпараттық даму қоғамына дайын тұратын ұлттың болашағын дайындау мүмкіндігі, қолданыстағы жаңа инновацияларды дамытуға үлес қосу, білімгерлердің STEAM мамандығына деген қызығушылығын ояту, білімді күнделікті өмірмен байланыстыру, өзін-өзі бағалаудың тиімділігін арттыру, білімгерлердің STEAM сауаттылығын дамыту және т.б [2-3]. Осы артықшылықтарды және физиканың ғылым саласы ретінде кеңінен қолданылатындығын ескеріп, жоғары оқу орнында физиканың қолданбалы аспектілерін меңгерудің маңызды екендігін түсінеміз.

STEAM озық технологиялардың бірі ретінде, білімгерлерден мәселені талдауды және мәселені шешу үшін өзіндік әрекет жасауды, топ арасында бірлесіп жұмыс істеуді және бір-бірінің идеяларымен тиімді қарым-қатынас жасауды талап етеді. STEAM өнімдерінде тек когнитивті аспектілер ғана емес, сонымен қатар бірнеше басқа аспектілер болады, мысалы, аффективті және психомоторлы аспектілер. Бұл аспектілерді білімгерлер өнеркәсіптік революция 4.0 дәуірінде дамыта алады [4]. Демек, танымдық қабілеттер мен шығармашылықты дамыту мақсатында ғылым, техника, инженерия және математика пәндеріндегі дизайнды, креативтілік пен инновацияны біріктіретін STEAM негізіндегі оқыту маңызды орын алады.

Осы мақсаттар біздің еліміздің жоғары оқу орындарының білім беру бағдарламаларында «құзыреттіліктер» арқылы келтірілген және олар оқытылатын пәндердің қолданбалы практикалық бағдарлығын күшейтуді міндеттейді. Оның ішінде жаратылыстану бағытында оқытылатын физика пәндері де қарастырылады.

Математикалық және жаратылыс-ғылыми білім сапасы мәселесі бойынша халықаралық зерттеулер жүргізу практикасында пәндердің қолданбалы құраушысына үлкен мән беріледі (TIMSS, PISA). PISA халықаралық зерттеулерінің мақсаты білімгерлердің алған білімдері мен икемділіктері қоғамда толыққанды жұмыс істеуге мүмкіндік бере алатындығын бағалау болып табылады. Соңғы жылдары біздің еліміздің білім беру саласында білім мазмұнын жаңартуға бағытталған көптеген жұмыстар Индустрия 4.0 талаптарына сәйкес атқарылды. Атап айтсақ, білім беру мазмұны жаңартылды,

оқулықтар мен оқу-әдістемелік кешендер жасалды, жалпылай алғанда оқытудың деңгейі артты. Дегенмен, соңғы жиырма жылдың көлемінде мектепте жаратылыс-ғылыми білім беру сапасының, біздің елімізде ғана емес, жаппай төмендегені байқалады. Нәтижесінде политехникалық және бейіндік оқыту идеясын жаңа деңгейге көтеру мақсатында физиканы оқытудың қолданбалы бағдарлылығын жүзеге асырумен байланысты үдеріс айқындалды. Осы негізде физиканы оқыту саласында тек өнеркәсіп немесе ауыл шаруашылық мәселелері ғана емес, сонымен қатар экономика, экология, медицина, тарих т.б. мәселелері қарастырыла бастады. Ендеше, политехнизм және бейіндік оқыту ұстанымы «физиканы оқытудың қолданбалы бағдарлылығының» құрамдас бөлігіне айналды. «Электр және магнетизм» пәні «Физика» мамандықтарында оқитын студенттер үшін базалық пәндер қатарына жататындығы белгілі. Осы пән білімгерлерді даярлауда жетекші орындардың бірінде тұрады және онсыз мамандарды дайындау мүмкін болмайтындай маңызды да іргелі міндеттерді анықтайды.

Бұндай мәселелердің шешімі ретінде STEAM тәсілін қолдана отырып физиканы оқыту белсенді, креативті және инновациялық білім беру жүйесін құрудағы негізгі шешімдердің бірі болып табылады. Зерттеушілердің еңбектерін талдай келе, STEAM жағдайында студенттер өз идеяларын соңғы технологияға айналдыратындығын, Art on the STEAM тәсілі физика бойынша оқу құралын жасау кезінде білімгерлердің шығармашылығын арттыратындығын дәлелдеуге болады [5].

Зерттеулер әлемдік көшбасшы елдердің 2000 жылдардың басында дамудың жаңа бағыты ретінде - инновациялық экономика мен білім экономикасының жаңа көздерін енгізе бастағандығын, соның нәтижесінде цифрлық технологиялар дәуірінде аса қажет болған инженерия, техника саласында мамандардың тапшылығын азайтқандығын көрсетеді. Бізде еліміздің бәсекелестікке қабілеттілікті дамытудың факторларын іздей отырып, жоғары оқу орындары мен жұмыс берушілер техника-инженерлік білімді барынша арттыруға және түлектердің технологиялық дайындығын күшейтуге ұмтылуымыз қажет.

Жоғарыда аталған қажеттіліктерді орындау мақсатында біз STEAM негізінде физиканы қолданбалы бағытта оқытудың ерекшеліктерін айқындадық.

Физиканы қолданбалы бағытта оқыту тәжірибесі маңыздылығын ескеріп, физиканың интеграцияланған ғылым идеясымен, технологиямен, инженерия және математикамен (STEAM) тығыз байланысы бар екенін көрсетеді. Физиканы қолданбалы бағытта оқытуды түсіну көптеген интеграцияланған STEAM оқытудың ерекшеліктерін көрсетуі мүмкін. Алайда, бұл болжам зерттеуді қажет етеді. Осылайша, бұл зерттеу физика пәнін қолданбалы бағытта оқытудың қазіргі тәжірибесін сипаттауға бағытталып, болашақта STEAM интеграцияланған оқытуды енгізу тәжірибесін қарастырады.

Демек, осы қажеттіліктерден бұл зерттеудің мақсаты келіп шығары: физиканы және оның жеке пәндерін оқытудың қолданбалы бағдарлылығын STEAM арқылы дамыту әдістемесінің функционалды-құрылымдық моделін құру, жеке пәндерді оқытуда модельді қолданудың тұжырымдамаларын, ұсыныстарын әзірлеу.

Зерттеу барысында төмендегі ғылыми болжамдар тексерілді: егер, жоғары рейтингті журналдарда жарық көрген тақырыпқа сай мақалаларға әдеби шолу жасалынса, жоғары оқу орындарының физика саласындағы білім беру бағдарламалары талданса, онда физиканы оқытудағы STEAM білім берудің қажеттілігі айқындалады. Сонымен қатар, STEAM негізінде оқытудың қолданбалы бағдарлылығын дамыту әдістемесінің моделін жасау, жоғары оқу орындарында физика саласындағы жеке пәндер бойынша STEAM-нің тиімділігін айқындауға мүмкіндік береді.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеудің мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес зерттеу барысында мына әдістер қолданды: Scopus, Web of science деректер базасындағы жоғары рейтингті ғылыми журналдарда жарияланған мақалаларға талдау жасалынды. Талдау «STEAM», «Физика», «Қолданбалы бағдарлылық», «Электр және магнетизм», «Цифрлық технологиялар» және т.б. кілт сөздер негізінде жүзеге асты. Сонымен қатар, зерттеу барысында модельдеу әдісі қолданылды. Жоғары оқу орнында білімгерлерді даярлауда «Электр және магнетизм» пәнін оқытудың қолданбалы бағдарлылығын тиімді іске асырудың моделін жасау үшін, бірнеше бағдарламалар мен стандарттарға талдау жүргізілді.

Зерттеу 2 – кезеңде ұйымдастырылды.

1-кезеңде жалпы әдебиттерге шолу жасалынды. Олардың ішінде біздің зерттеуге негіз болған жұмыстар сарапталды. Зерттеу барысы оқыту барысында цифрлық технологияларды қолдану арқылы

оқушылар мен студенттердің физикалық білім алуға ынтасын арттыратыны және оның қолданбалы бағдарлығына әсер етуі бойынша мәселелерді ортаға шығарды. Техника саласына қызығатын білімгерлер саны күннен күнге азаюда, сондықтан әсіресе техника саласында олардың ынтасын арттыру маңызды қажеттілік. Көбіне қызығушылықтың жоқтығы табиғат құбылыстарын дұрыс түсінбеушіліктен туындауы мүмкін. Сонымен қатар, білім алушылардың білім деңгейі мен математикалық аппаратты толыққанды игермегендігі де мәселені түсінуге кедергі болатындығы айқындалды [6-7].

Зерттеу тақырыбына негіз болған еңбектердің бірі ретінде - жаратылыстану саласының пәндерін оқытудың қолданбалы бағдарлылығы мәселесімен В.В. Фирсов [8], Р.А.Садвакасова [9] сияқты ғалым-әдіскерлердің еңбектері болды. Бірақ, бұл ғалымдардың зерттеулерінде тек математиканы оқытудың қолданбалы бағдарлылығына көп көңіл бөлінген. Сонымен қатар, пәнді оқытуда цифрлық технологияларды қолданудың тәсілдері айқын және жан-жақты талданбаған. Білімгерлерді даярлауда пәнді оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттыру мәселелері ғылыми зерттеулерден тыс қалған.

Сонымен қатар, біздің зерттеу жұмысымыздың теориялық-әдістемелік құндылығы ретінде В.П. Беспальконың ғылыми еңбектеріндегі әдістемелік жүйелердің мәні мен олардың құрылымы басшылыққа алынды. В.П. Беспальконың тұжырымдамасы бойынша, педагогикадағы жүйенің құрылымында қандай да бір ғылыми теорияның екі алғышарты қарастырылады. Оларға: теорияның шешетін мәселесі мен оны шешу технологиясы жатады (Беспалько, 1995) [10].

Зерттеудің 2-кезеңінде - физиканы оқыту барысында компьютерлік динамикалық модельдеу арқылы бірқатар педагогикалық, дидактикалық және технологиялық мәселелерді шешудің мүмкіндіктерін анықтау мақсатында жоғары оқу орындарының білім беру бағдарламаларына талдау жасалынды. Күнделікті өмірде орын алатын жағдайларды заманауи технологиялар және қосымша визуализация құралдары көмегімен білім алушылардың физика пәніне деген қызығушылығын арттыруға тырысамыз. Алайда, студенттердің қызығушылығын ояту қиынға соғатын тақырыптар бар. Мысалы, білім алушылардың көбінің графиктер құру дағдысы қалыптаспаған. Сондықтан, графиктермен жұмыс істеу дағдыларын меңгеруге үлкен мән беріп, тиянақты жаттықтыру керек [11].

Қоғамды цифрландыру – бұл ғылыми-техникалық прогресс жетістіктерін күнделікті тұрмысқа ауқымды енуінің нәтижесі, яғни адам өміріне іс-әрекеттің интеллектуалды түрлерінің жан-жақты әсер етуі мен рөлінің жоғарылауына байланысты объективті үдеріс [12]. Оқыту барысында оқытушының цифрлық технологияларды қолдануының екі негізгі санаты бар: басқару үрдісінде және сыныпта пайдалану. Бірінші санат, басқаруда цифрлық технологияларды пайдалану, цифрлық технологияларды проактивті және белсенділік үшін пайдалануды білдіреді. Әкімшілік оқыту тапсырмалары, мысалы, білім алушыларды басқару, жұмыс парақтарын дайындау, бағалау тапсырмаларын әзірлеу, білім алушылардың оқу үлгерімін қадағалау және т.б. Екіншісі, сыныпта цифрлық технологияларды пайдалану, STEAM негізінде оқытуды жеңілдетуге және жақсартуға бағытталған. Нақты оқыту үдерісінде, мысалы, демонстрациялық мақсатта компьютерлерді пайдалану, жаттығулар мен тәжірибелер жасауда, модельдеуде, күрделі білім элементтерін көрсету, пікірталас, ынтымақтастық, жобалық жұмыс және т.б.

«STEAM» сөзінде көптеген перспективалар бар. Байби (2013) өз зерттеулерінде STEM-дің бірнеше перспективасын сипаттаған. Олар: - STEAM сөзі ғылым мағынасында технологияны, инженерияны немесе математиканы, өнерді қамтиды; - STEAM ғылымды да, математиканы да білдіреді; - STEAM ғылымды (немесе математиканы) білдіреді; - STEAM жеке пәндер кварталетін сипаттайды; - STEAM-жаңа пән (пәнаралық) болып табылады.

STEAM көзқарастарының әрқайсысы бір немесе бірнеше пәндерге негізделген саланы көрсетеді. Мысалы, STEAM перспективасы жеке пәндер кварталетіне тең көзқарас екенін білдіреді, сол мезетте STEAM ғылымға да, математикаға да негізделген бірнеше бағытта екенін сипаттайды. Соңғы зерттеулер көрсеткендей, мұғалімдер қазір интеграцияланған STEAM білімін интеграцияның әртүрлі деңгейлерінде ғана қолдануға бейім. Ал бұл жағдай өз кезегінде кәсіби білім беру тұжырымдамасын бойына сіңірген, кәсіптік күзиреттілікке ие, шындыққа шығармашылықпен қарайтын мұғалімді даярлайтын жаңа әдісті талап етеді. Әлеуметтік-экономикалық дағдарыс пен жұмыс күші нарығының күрт төмендеуі де нарықтық экономика мен қоғам өмірінің цифрландырылуы жағдайында болашақ мұғалімдердің кәсіби бейімдеуін қарастырады.

Зерттеудің нәтижелері

Зерттеу нәтижелері негізінен логикалық-математикалық модельдеуді қолданудың маңызын айқындауға мүмкіндік берді. Мұндай логикалық-математикалық модельдеу есептеу техникасы, математика, логикалық аппарат объектілерін меңгеру және құруда қолданылады. Теориялық зерттеулерде олар құбылыстардың мәнін, оны бағалау және байланыстарын көрсету құралы ретінде қолданылады.

Логикалық-математикалық аппараттың мұндағы рөлі – бұл аппарат қойылған есепті шешудің дәлелдеуші құралы, зерттеу мазмұнына абстрактылы сипаттама береді. Сапалық және сандық көрсеткіштердің бірігуі негізінде модельдің қарапайымдылығын, оның құру мен байланысының нақтылығын қамтамасыз етеді. Математикалық модельдер функционалдық, құрылымдық және ақпараттық болып бөлінеді. Функционалдық модельдер эксперимент жолымен табылатын, зерттелетін объектінің көрсеткіштерін біріктіретін функционалдық тәуелділіктің байланыстарын сипаттайды. Мұндай модельдер аргумент мәні бойынша функцияларды салуда қолданылады.

Құрылымдық модельдер байқалатын фактілерде зерттелетін объектінің байланысы мен ішкі құрылымы жайлы мағлұмат береді. Бұл модельде байқалынатын және өлшенетін айнымалылар арнайы байқалынбайтын және өлшенбейтін объектінің сипаттамасымен байланысты болады.

Ендеше, жоғары оқу орнының теория мен практиканы оқытуда модельдеу әдістері оқу процесінің әдістемелік жүйесін тиімді құруда, оның құрылымымен функционалдық байланыстарын объективті бағалауда, оқыту процесінің критерийлік көрсеткіштерін және нәтижелілігін анықтауда, оқыту теориясының эмпирикалық мазмұнын дәлелдеу әдістері мен құралдарын айқындауда, қазіргі ғылыми теорияларға сәйкес оқыту теориясының тілін қалыптастыруда негізгі фактор ретінде қолданылып келеді. Зерттеуіміздегі әдістемелік жүйені көрнекі етіп көрсету мақсатында және маңызды байланыстарды анықтау үшін функционалды-құрылымдық модельді пайдаландық.

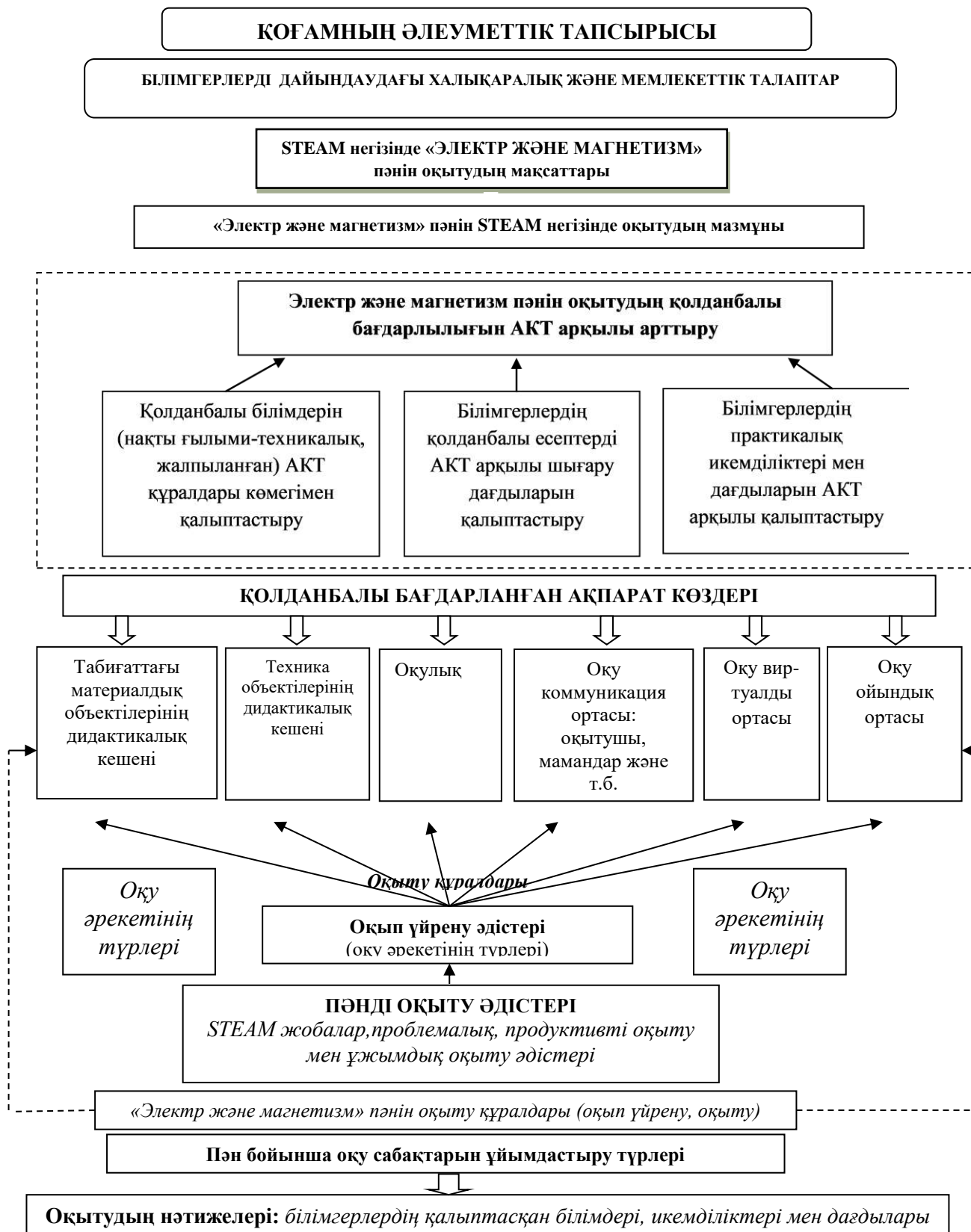
Біздің зерттеу жұмысымыз бойынша жоғары оқу орнында білімгерлерді даярлауда «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттырудың әдістемесінің функционалды-құрылымдық моделі жасалды (1-сурет).

Білімгерлерді STEAM негізінде даярлауда «Электр және магнетизм» пәнін оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттырудың әдістемесінің мәні оқу процесінің мақсаттарын тұжырымдауда, мазмұнын іріктеуде, оқытудың әдістері, құралдары мен ұйымдастыру формаларында айқындалады.

Әдістемелік жүйенің құрылымын, оның элементтері арасындағы байланысты (мысалы, мақсаты мен мазмұны, мазмұны мен әдістері, оқыту формалары мен құралдары және т.с.с. арасында) жасалынған модельде көрсеттік. Бұл байланыстар әдістемелік жүйенің құрамына енеді.

Білімгерлерді даярлауда «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттырудың әдістемесіне өзара байланысқан бірқатар элементтер енеді. Олардың ең бастысы оқытудың *мақсаты* болып табылады. Оқыту мақсаты оқыту мазмұнын ашады және әдістемелік жүйенің жеке элементтеріне (әдістеріне, құралдарына және оқытуды ұйымдастыру формаларына) ықпал етеді. Зерттеуіміздегі әдістемелік жүйенің негізгі *мақсаты* – «Электр және магнетизм» пәнінен білім сапасының тереңдеуіне, кеңеюі мен артуына септігін тигізіп, оның көмегімен оқу мотивінің жоғары нәтижесіне қол жеткізу. Физиканы оқытудың жалпы мақсатымен қатар, біз «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық ресурстар арқылы арттыруға тән мақсаттарды бөліп қарастырамыз:

- білімгерлердің дүниетанымын, заманауи қоғамдағы физиканың рөлі туралы түсініктерін қалыптастыру;
- студенттердің «электр және магнетизм» пәніне және оның әдістерінің басқа ғылым салаларында, практикалық әрекетінде қолданатын әдістеріне деген қызығушылығын арттыру;
- пәндік білімдерді жетілдіру (тереңдету, кеңейту), STEAM негізінде қолданбалы білімдер жүйесін, STEAM негізінде техникалық іс-әрекетті орындау икемділіктері мен дағдыларын дамыту;
- пән бойынша, STEAM негізінде күнделікті өміріне байланысты білімнің қолданбалы сипатты мәселелерін шешуге деген дайындығын дамыту;



Сурет 1. Жоғары оқу орнында болашақ физика мұғалімдерін даярлауда «Электр және магнетизм» пәнін оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттырудың әдістемесінің функционалды-құрылымдық моделі

«Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттыру жағдайында білімгерлерді оқытудың мақсаты – бірқатар теориялық материалдарды меңгеру ғана емес, сонымен қатар алған білімдерін өз бетінше күнделікті өмірде қолдана алу дағдыларын қалыптастыруды қамтамасыз ету. Пән бойынша білімдерді саналы түрде меңгеру оларды алуан түрлі жағдайларда қолдануға мүмкіндік береді. Ол үшін білімгерлердің танымдық әрекетін жандандыру және олардың түйсінуі мен ойлау қабілетін дамытуға бағытталған әдістерді пайдалану қажет. Атап айтқанда: *жобалар әдісін, проблемалық әдістерді, продуктивті оқыту әдісі мен ұжымдық оқыту әдістерін деп таптық.*

Біздің әдістемелік жүйемізде «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқыту мазмұнының өзгеруі цифрлық технология түрлерін қолдануды қажет етеді.

Пән материалының жаңа мазмұны практикалық жұмыстардың (есептеу, өлшеу, графикалық) рөлін арттырады. Тұжырымдалған мақсаттарға байланысты білімгерлердің өзіндік жұмысы (топтық және жеке) болатын әдістерді қолданудың орны ерекше. Білімгерлердің орындайтын өзіндік шығармашылық жұмыстарын ұйымдастырудың алуан түрлі формаларына: нақты техникалық нысандар бойынша теориялық және практикалық шығармашылық жұмыстарды орындау; қолданбалы есептерді шығару және т.б., қатар қолданбалы бағдарлылықтың артуына мүмкіндік беретін оқыту формаларына: экскурсиялар, элективті курстар, педагогикалық және өндірістік практикалар; есептеуге, өлшеуге, графикалық есептерді орындауға бағытталған практикалық сабақтар; виртуалды зертханалық жұмыстарды жатқызуға болады. Оқу әрекетін ұйымдастырудың әр түрлі формалары білімгерлердің танымдық қабілетін дамытуға бағытталған оқыту әдістерін пайдалануға жағдай жасайды.

Осылай әдістемелік жүйенің барлық элементтері (мақсаты, мазмұны, әдістері, құралдары, ұйымдастыру формалары) оқу үдерісін ұйымдастыруда бір-бірімен тығыз байланыста болады.

Сонымен, оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттырудың әдістемесін жасауда оқыту әдістерінің келесі кешені қолданылды: проблемалық, жобалық және продуктивті, сонымен қатар оқытудың ұжымдық және қашықтан оқыту әдістері. Осы әдістердің әрқайсысы «Электр және магнетизм» пәнін оқытудың қолданбалы бағдарлылығын арттыруға өз үлесін қосады. Осы технологияларды кешенді қолдану болашақ мамандардың алуан түрлі кәсіби мәселелерді шешуде (соның ішінде ұжымдық әрекет жағдайында) дербестігінің, сонымен қатар білім беру қызметінің жоғары деңгейде атқарылуын қамтамасыз етеді.

Білім берудегі әрбір дидактикалық мәселе оқыту технологиясы бойынша шешіледі. Ал, оқыту технологиясы өз кезегінде үш құраушының бірлігі арқылы көрінеді: ұйымдастыру түрлері, дидактикалық үдерістер және оқытушының біліктілігі.

Осыдан келе, біздің зерттеуімізде оқытудың әдістемесіндегі мақсат, мазмұн, әдістер, оқыту түрлері мен құралдары пәнге байланысты қайта қаралып, сәйкестендірілді.

Қорытынды

Жоғары оқу орнындағы болашақ физика мұғалімдерін даярлауда «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқытудың қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы аттыру, бакалаврлардың қолданбалы білімдері, практикалық икемділіктері мен дағдыларын қалыптастырып, кәсіби іс-әрекетке даярлық деңгейін көтереді.

Осыған байланысты зерттеу нәтижесінде болашақ физика мұғалімдерін даярлауда физика курсының оқытудың қолданбалы бағдарлылығы жайлы ғылыми зерттеулерге шолу жасалынып, зерттеу тақырыбына байланысты ғылыми еңбектер сараланды. Мұндай талдаулар нәтижесінде зерттелініп отырған мәселені шешудің теориялық және әдістемесін жасаудың қазіргі күйі көрсетілді. «Оқытудың қолданбалы бағдарлылығы» ұғымының анықтамасы берілді.

«Электр және магнетизм» пәнінің қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттыра оқытудың мазмұны ұсынылды. Жоғары оқу орынында білімгерлерді даярлауда «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқытудың (оқыту мақсаты, оқыту мазмұны, әдістері, оқыту үдерісін ұйымдастыру формалары) қолданбалы бағдарлылығын цифрлық технологиялар арқылы арттырудың әдістемесі жасалды.

Алғыс

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (ЖТН «AP14870844»).

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Purwaningsih, E., Nurhadi, D., & Masjkur, K. (2019). TPACK development of prospective physics teachers to ease the achievement of learning objectives: A case study at the State University of Malang, Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1185). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012042>
- 2 Conradty, C., Sotiriou, S. A., & Bogner, F. X. (2020). How creativity in STEAM modules intervenes with self-efficacy and motivation. *Education Sciences*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/educsci10030070>
- 3 Dúo-Terrón, P., Hinojo-Lucena, F. J., Moreno-Guerrero, A. J., & López-Belmonte, J. (2022). Impact of the Pandemic on STEAM Disciplines in the Sixth Grade of Primary Education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(8), 989–1005. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12080071>
- 4 Setiyawin, R. R., & Sulistyaningrum, H. (2021). Implementation of STEAM-PjBL to Increase Learning Outcomes of Grade VI Elementary School Students. *1st International Conference In Education, Science And Technology*, (Rizqoh 2019), 361–368. Retrieved from <http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/iconest/article/view/1146/652>
- 5 Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). Stem vs. Steam education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- 6 Dziob, D., Górka, U., Kołodziej, T., & Čepič, M. (2022). Physics competition to inspire learning and improve soft skills: a case of the Chain Experiment. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 413–446. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09620-y>
- 7 Korsun, I. (2019). The forming of learners' interest towards science using inventive tasks in physics teaching. *Physics Education*, 54(2). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaff91>
- 8 Фирсов В.В. О прикладной ориентации курса математики // *Математика в школе*. М., 2006. № 7. С. 2-13.
- 9 Садвакасова Р.А. Теоретико-методологические основы прикладной направленности обучения математике в средней школе: компетентностный подход: дис. ... док. пед. наук: 13.00.02 Астана, 2005. – 305 с.
- 10 Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М., 1995. – 336с.
- 11 Renata Bednarová et al. (2012) Graphs and Dynamic Modeling as a Motivating Tool in Teaching Physics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 69, 1827 – 1835
- 12 Мұратбекова А.М., Симбаева С. Ақпараттық қоғамның негізгі талабы – ақпараттық біліктілікті қалыптастыру // *Вестник ВКГТУ*. - 2010. №4 – Б. 147-152.

References:

- 1 Purwaningsih, E., Nurhadi, D., & Masjkur, K. (2019). TPACK development of prospective physics teachers to ease the achievement of learning objectives: A case study at the State University of Malang, Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1185). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012042>
- 2 Conradty, C., Sotiriou, S. A., & Bogner, F. X. (2020). How creativity in STEAM modules intervenes with self-efficacy and motivation. *Education Sciences*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/educsci10030070>
- 3 Dúo-Terrón, P., Hinojo-Lucena, F. J., Moreno-Guerrero, A. J., & López-Belmonte, J. (2022). Impact of the Pandemic on STEAM Disciplines in the Sixth Grade of Primary Education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(8), 989–1005. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12080071>
- 4 Setiyawin, R. R., & Sulistyaningrum, H. (2021). Implementation of STEAM-PjBL to Increase Learning Outcomes of Grade VI Elementary School Students. *1st International Conference In Education, Science And Technology*, (Rizqoh 2019), 361–368. Retrieved from <http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/iconest/article/view/1146/652>
- 5 Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). Stem vs. Steam education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- 6 Dziob, D., Górka, U., Kołodziej, T., & Čepič, M. (2022). Physics competition to inspire learning and improve soft skills: a case of the Chain Experiment. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 413–446. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09620-y>
- 7 Korsun, I. (2019). The forming of learners' interest towards science using inventive tasks in physics teaching. *Physics Education*, 54(2). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaff91>
- 8 Firsov V.V. O prikladnoj orientacii kursa matematiki // *Matematika v shkole*. – М., 2006. – № 7. – С. 2-13.
- 9 Sadvakasova R.A. Teoretiko-metodologicheskie osnovy prikladnoj napravlenosti obucheniya matematike v srednej shkole: kompetentnostnyj podhod: dis. ... dok. ped. nauk: 13.00.02 Astana, 2005. -305.
- 10 Bespalko V.P. Pedagogy and progressive learning technologies. – М., 1995. – 336.
- 11 Renata Bednarová et al. (2012) Graphs and Dynamic Modeling as a Motivating Tool in Teaching Physics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 69, 1827 – 1835
- 12 Muratbekova A.M., Simbaeva S. Aqparattyq qog'amnyn negizgi talaby – aqparattyq biliktilikti qalyptastyru // *Vestnik VKGTU*. - 2010. №4 – Б. 147-152.