



ISSN 1728-7901

Индекс 74231

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық
университеті

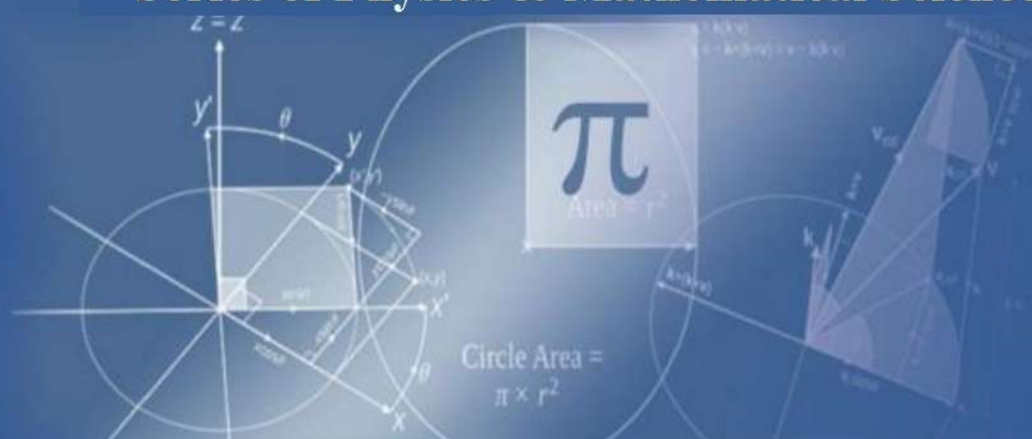
Казахский национальный педагогический
университет имени Абая

ЖАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

«Физика-математика ғылымдары» сериясы

серия «Физико-математические науки»

Series of Physics & Mathematical Sciences



№ 1(81)

2023

$E=mc^2$

ISSN 1728-7901

Индекс 74231

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

ХАБАРШЫ

«Физика-математика ғылымдары» сериясы
Серия «Физико-математические науки»
Series of Physics & Mathematical Sciences
№1(81)

Алматы, 2023

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті

ХАБАРШЫ
«Физика-математика ғылымдары»
сериясы №1 (81), 2023 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.Алиман** (Japan),
Phd.d. **А.Сабата** (Spain),
Phd.d. **Е.Ковачева** (Bulgaria),
Phd.d. **М.Ружанский** (England),
п.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі
А.Е. Абылкасымова,
т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр-мүшесі **Е.Амиргалиев**,
ф.-м.ғ.д. **А.С. Бердышев**,
т.ғ.д. **С.Г. Григорьев** (Ресей),
п.ғ.д. **В.В. Гриншкун** (Ресей),
ф.-м.ғ.д. **С.И. Кабанихин** (Ресей),
ф.-м.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі
М.Н. Калимолдаев,
ф.-м.ғ.д. **Ф.Ф. Комаров**
(Республика Беларусь),
т.ғ.д. **М.К. 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, 2023

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

Басуға 27.03.2023 қол қойылды
Пішімі 60x84 1/8. Көлемі 36,25 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

Исенова А.А. Многомерные нормально-регулярные решения вырожденных систем, полученных из систем Лауричелла 7

Митюшев В., Грик Т., Жунусова Ж., Досмағұлова Қ.
Об асимптотической формуле для комплекснозначной проницаемости случайных композитов 18

Утесов А.Б., Утесова Г.И.
Об оптимальной дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона 28

ЕСЕПТЕУ МАТЕМАТИКАСЫ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

COMPUTER MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING

Баканов Г.Б., Мелдебекова С.К.
Интегралдық геометрия есебінің шектеулі-айырымдық аналогының орнықтылығы 37

**Койкелова Д.К., Буkenov М.М.,
Рахымова А.Т., Канкенова А.М.**
Повышение точности приближенных решений для несжимаемой среды по Ричардсону 47

Махмут Е., Кенжебек Е.Ғ., Иманкулов Т.С.
MPI+OPENMP гибридіті параллельді алгоритмін пайдаланып мұнай ығыстыру мәселесін шешу 56

МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

**Abylkassymova A.E., Kappasova S.E.,
Tuayakov T.A., Zhadrayeva L.U.**
Methodological aspects of functional literacy formation of schoolchildren in mathematics 66

Искакова М.Т., Әбілқайыр Н.
Ньютон есебіне қатысты логикалық қиындатылған есептерді шешу әдістері 74

Койшыбекова А.К., Сейтова С.М., Онгарбаева А.Д.
Жүйелі өзіндік жұмыс-болашақ маманды тиімді математикалық даярлаудың негізі 87

Косанов Б.М., Ардабаева А.К.
Макнемар критерийі және оны педагогикалық құбылыстарды зерттеуде қолдану 99

Казахский национальный
педагогический университет
имени Абая

ВЕСТНИК
Серия «Физико-математические науки»
№1 (81), 2023 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 редколлегия:
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. Сыдықов Б.Д.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Тулешов А.К.,
д.т.н., член-корр. НАН РК Уалиев З.Г.,
к.т.н. Хамраев Ш.И.

© Казахский национальный педагогический
университет им. Абая, 2023

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

Подписано в печать 27.03.2023.
Формат 60x84 1/8. Об. 36,25 уч.-изд.л.
Тираж 300 экз. Заказ 621.

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

Нұрахметов Д.Б., Нұрахметова М.М.
Кейбір сандарды квадраттаудың бір әдісі туралы 106

Nurbavliyev O.K. Sydykhov B.D.
Increasing the effectiveness of project-based learning 112

Шмигирилова И.Б., Чугунова А.А.,
Белошистова Я.С., Дуткин М.А.
Метод case-study в подготовке будущих учителей математики 119

ИНФОРМАТИКА

COMPUTER SCIENCE

Баймаханова А.С., Беркимбаев К.М., Кошанова Г.Д.
Терең оқытудың конволюциялық нейрондық желілермен
өзара байланысын зерттеу 127

Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б.
Мұнай шламын термиялық өңдеуге арналған қосымшаны
әзірлеу 136

Ерекешева М.М., Мұртаза Ш.
Оқу үдерісін және білімді бақылауға арналған программалық
жабдық құру 145

Сарсимбаева С.М., Мукашева М.У., Дузбаева Г.Б.
Использование платформ виртуальной реальности для
совместного обучения 151

Сатыбалдина Д.Ж., Калымова К.А., Сыдықов Д.М.
Применение трансфера обучения сверточных нейронных
сетей для классификации изображений 159

Темирбекова Ж.Е., Пыркова А.Ю.,
Ордабаева Г.К., Зуева Е.
Atmelavr ядросына негізделген әртүрлі өнімділіктегі
микроконтроллерлер үшін гомоморфты шифрлау
кітапханасын жобалау 170

Ualiyeva I.M., Mussabayev R.R.
Identifying and analyzing features for the classification of news ... 178

Ыдырышбаева М.Б., Ахметов Б.С.
Киберқауіпсіздікте шешімдерді қабылдауды қолдау
жүйесіндегі метабілімді сипаттау моделі 186

ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ. БІЛІМ БЕРУДІ АҚПАРАТТАНДЫРУ

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

METHODS OF TEACHING COMPUTER SCIENCE. INFORMATIZATION OF EDUCATION

Бидайбеков Е. Ы., Конева С. Н.,
Газиз Г. Г., Гриншкун В. В.
Жоғарғы оқу орнындағы операциялық жүйелерді оқытудағы
әдістердің ерекшеліктері 195

Abai Kazakh National
Pedagogical University

BULLETIN
Ser. Physics & Mathematical Sciences

№1 (81), 2023.

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

Deputy Editor-in-Chief:
Dr. Sci., Academician of NAS RK Ualiyev G.,
Dr. Sci. (Ped.), Bidaiybekov 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. Mukhambetzhannov S.T.,
Dr. Sci. (Ped.) Pak N.I. (Russia),
Dr.Sc. Sakhiyev 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, 2023

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

Signed to print 27/03/2023
Format 60x84 1/8. Vol. 36,25 p.
Printing 300 copies. Order 621.

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

Бидайбеков, Е.Ы. Рахымбек Н.Ж.,
Жайдақбаева Л.Қ.

Болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда ұғымдық
терминологиялық сөздікті қолданудың ерекшелігі 205

Исабаева Д.Н., Абдулкаримова Г.А., Сейтова А.

BYOD технологиясын қолдану арқылы болашақ
мұғалімдердің оқытуды цифрлық түрлендіруге дайындығын
арттыру 214

Керімбаев Н.Н., Шадиев Р., Умирзакова Ж.С.

Чатботтың студентке бағытталған оқыту әдісі ретіндегі
тиімділігі 223

Керімбердина А.Б., Садвакасова А.К.,
Казбекова Г.Н., Тлеубай С.Ш.

Жасанды нейрондық желілерді құруды сызықтық алгебра
көмегімен абстракциялау 230

Нурбекова Ж.К., Узакова А.К.

Саласының динамикалық дамуын ескеретін оқыту мазмұнын
жасау ерекшеліктері 239

Ошанова Н.Т., Сәлғожа И.Т., Нұрбекова Ғ.Б.

Болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда білім берудегі
коучинг құралдарының мүмкіндіктері 246

Серик М., Dimirovski G., Нурым Н.

Формирование вычислительного мышления учащихся в
процессе совместного обучения робототехнике 257

Тоқтарова А.Б., Ажибекова Ж.Ж.,
Сұлтан Д.Р., Керимбеков М.А.

Онлайн контенттегі қазақ тілді бейәдеп пікірлерді
машиналық оқытуда жинақтау 265

Турганбаева А.Р., Канатбекова А.А.

Медиа құралдарымен жұмыс істеу үшін информатика
бакалаврларын дайындаудағы әдістемелік тәсілдер 273

Tutkyshbayev Sh.S., Zakirova A.B.

Use of iot for web app with face recognition technology in
distance learning 281

МАТЕМАТИКА

MATHEMATICS

МРНТИ 27.29.21; 27.23.25

УДК 517.946

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.001>

*А.А. Исенова**

Актюбинский региональный университет им.К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан

**email: akkenje_ia@mail.ru*

МНОГОМЕРНЫЕ НОРМАЛЬНО-РЕГУЛЯРНЫЕ РЕШЕНИЯ ВЫРОЖДЕННЫХ СИСТЕМ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СИСТЕМ ЛАУРИЧЕЛЛА

Аннотация

В работе изучены возможности построения нормально-регулярных решений вырожденных систем полученных из систем Лауричелла путем предельного перехода. Исследованы ряд важных частных случаев систем, с решениями в виде нормально-регулярных решений. Доказаны некоторые свойства таких рядов, установлены связь этих рядов с вновь введенными функциями В.И.Художникова. Установлены также необходимые условия существования нормально-регулярных решений систем типа Горна состоящих из двух и более уравнений. Построенные новые решения являются обобщениями известных функции Горна и Гумберта двух переменных. Необходимые и достаточные условия существования нормально-регулярных решений системы устанавливаются с помощью понятия ранга и антиранга. Для построения решения применяются модифицированный метод Фробениуса-Латышевой.

Ключевые слова: связь, свойства, нормально-регулярные решения, гипергеометрическая функция, система Горна, система Лауричелла, функция В.И.Художникова.

Аңдатпа

А.А. Исенова

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

ЛАУРИЧЕЛЛА ЖҮЙЕЛЕРІНЕН АЛЫНҒАН АЗҒЫНДАЛҒАН ЖҮЙЕЛЕРДІҢ КӨП ӨЛШЕМДІ ҚАЛЫПТЫ-РЕГУЛЯРЛЫ ШЕШІМДЕРІ

Жұмыста шекті ауысу арқылы Лауричелла жүйелерінен алынған азғындалған жүйелердің қалыпты-регулярлы шешімдерін құру мүмкіндіктері зерттелді. Шешімдері қалыпты-регулярлы шешімдер түрінде болатын жүйелердің бірқатар маңызды ерекше жағдайлары зерттелді. Мұндай қатарлардың кейбір қасиеттері дәлелденді, осы қатарлардың В.И.Художников жаңадан енгізілген функцияларымен байланысы орнатылды. Сондай-ақ, екі немесе одан да көп теңдеулерден тұратын Горн типті жүйелердің қалыпты-регулярлы шешімдерінің болуы үшін қажетті шарттары орнатылған. Тұрғызылған жаңа шешімдер белгілі Горн және екі айнымалылы Гумберт функцияларының жалпылауы болып табылады. Жүйенің қалыпты-регулярлы шешімдері бар болуының қажетті және жеткілікті шарттары ранг және антиранг ұғымдары арқылы орнатылады. Шешімді құру үшін модификацияланған Фробениус-Латышева әдісі қолданылады.

Түйін сөздер: байланыс, қасиеттер, қалыпты-регулярлы шешімдер, гипергеометриялық функция, Горн жүйесі, Лауричелла жүйесі, В.И. Художников функциясы.

Abstract

MULTIDIMENSIONAL NORMAL-REGULAR SOLUTIONS OF DEGENERATE SYSTEMS, DERIVED FROM LAURICHELLA SYSTEMS

Issenova A.A.

Aktobe Regional University after named K.Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan

In this paper, the possibilities of constructing normal-regular solutions of degenerate systems obtained from Laurichella systems by limiting transition are studied. A number of important special cases of systems with solutions in the form of normally regular solutions are investigated. Some properties of such series are proved, the connections of these series with the newly introduced functions of V.I. Khudozhnikov are established. The necessary conditions for the

existence of normally regular solutions of Horn-type systems consisting of two or more equations are also established. The constructed new solutions are generalizations of the well-known Horn and Humbert functions of two variables. The necessary and sufficient conditions for the existence of normally regular solutions are established using the concepts of rank and antirank. A modified Frobenius-Latysheva method is used to construct the solution.

Keywords: connection, properties, normal-regular solutions, hypergeometric function, Horn system, Laurichella system, V.I. Khudozhnikov function.

1. Введение

Аналитическая теория дифференциальных уравнений давно находит широкое применение при решении многих задач электродинамики и теории колебаний. Специальные вопросы аналитической теории дифференциальных уравнений, а именно существование нормально-регулярных решений и их применение к решению задач теории волноводов и теории колебаний были рассмотрены в монографии [1]. Следует отметить, что при построении решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений сравнение понятия ранга и антиранга, профессор Киевского университета К.Я. Латышевой позволило выделить новый тип решений линейных дифференциальных уравнений с полиномиальными коэффициентами. Все известные специальные функции являются частными случаями нормально-регулярных решений.

Действительно, решениями вырожденного гипергеометрического уравнения или уравнения Куммера [2]:

$$x \frac{d^2 y}{dx^2} + (\gamma - x) \frac{dy}{dx} - \alpha y = 0$$

являются вырожденные гипергеометрические функции

$$y_1 = {}_1F_1(\alpha; \gamma; x)$$

$$y_2 = x^{1-\gamma} {}_1F_1(1 + \alpha + \gamma; 2 - \gamma; x)$$

или

$$y_3 = e^x {}_1F_1(1 - \alpha; \gamma; -x) \tag{1.1}$$

$$y_4 = x^{1-\gamma} e^x {}_1F_1(1 - \alpha; 2 - \gamma; -x) \tag{1.2}$$

Причем, легко убедиться, что

$${}_1F_1(\alpha; \gamma; x) = e^x \left\{ 1 - \frac{\gamma - \alpha}{\gamma} x + \frac{(\gamma - \alpha)(\gamma + 1 - \alpha)}{2\gamma(1 + \gamma)} x^2 + \dots \right\}$$

$${}_1F_1(\alpha - \gamma + 1; 2 - \gamma; x) = e^x \left\{ 1 - \frac{1 - \alpha}{2 - \gamma} x + \frac{(1 - \alpha)(2 - \alpha)}{(2 - \gamma)(3 - \gamma)2!} x^2 - \dots \right\}$$

Решения (1.1) и (1.2) представляют нормально-регулярные решения. Это понятие распространен на случай функций многих переменных [3-5].

Определение 1.1. Решение вида

$$w(z_1, \dots, z_n) = \exp(\underbrace{\alpha_{1,0,\dots,0}}_n z_1 + \dots + \alpha_{0,\dots,1} z_n) z_1^{\rho_1} \cdot \dots \cdot z_n^{\rho_n} \sum_{m_1, \dots, m_n=0}^{\infty} A_{m_1, \dots, m_n} z_1^{m_1} \cdot \dots \cdot z_n^{m_n}, A_{0,\dots,0} \neq 0 \text{ где}$$

$\rho_t (t = \overline{1, n}), A_{m_1, \dots, m_n} (m_1, \dots, m_n = 0, 1, 2, \dots); \alpha_{\underbrace{1,0,\dots,0}}_n, \dots, \alpha_{\underbrace{0,\dots,0,1}}_n$ – неизвестные постоянные, а ряд в

правой части сходится вблизи особенности

$(z_1 = 0, \dots, z_n = 0)$ называется **нормально-регулярным решением n переменных.**

Степень многочлена $Q(\underbrace{\alpha_{1,0,\dots,0}}_n z_1 + \dots + \alpha_{0,\dots,1} z_n)$ определяется понятием ранга

$$p = 1 + k = 1 + \max_{j} \frac{\beta_j - \beta_0}{j} (1 \leq j \leq n)$$

где β_0, β_j - наибольшие степени коэффициентов заданной системы. Когда ранг $p = 1$, степень $Q(z_1, \dots, z_n)$ первой степени и определяется в виде многочлена $Q((z_1, \dots, z_n)) = \alpha_{1,0,\dots,0} z_1 + \dots + \alpha_{0,\dots,1} z_n$.

Целью данной работы является изучение возможности построения нормально-регулярных решений вырожденных систем, полученных из систем Лауричелла F_D . Исследование ряда важных частных случаев систем, с решениями в виде нормально-регулярных решений, установление необходимых условий их существования, доказательство ряда свойств, связанных с функциями Горна двух и более переменных. Доказательство отдельных свойств нормально-регулярных решений, установление связей этих рядов с вновь введенными функциями В.И.Художникова $\Phi_D \left(\begin{matrix} \alpha, (\beta_k) \\ \gamma \end{matrix} \middle| (z_{k+1}) \right)$ [5].

2. Исследование вырожденных систем, полученных из системы Лауричелла (F_D)

Постановка задачи

Исследовать существования нормально-регулярных решений вырожденных систем полученных из системы дифференциальных уравнений

$$(1 - z_i) \sum_{j=1}^n z_j \frac{\partial^2 w}{\partial z_j \partial z_i} + [\gamma - (\alpha + \beta_i + 1)z_i] \frac{\partial w}{\partial z_i} - \beta_i \sum_{j=1, j \neq i}^n z_j \frac{\partial w}{\partial z_j} - \alpha \frac{\partial w}{\partial z_i} - \beta_j w = 0, \quad (2.1)$$

решением, которой является функция Лауричелла

$$F_D \left(\begin{matrix} \alpha, (\beta_n) \\ \gamma \end{matrix} \middle| (z_n) \right) = \sum_{i_1, \dots, i_n} \frac{(\alpha)_{\sum i_n} \prod (\beta_n)_{i_n}}{(\gamma)_{\sum i_n}} \cdot \prod \frac{(z_n)^{i_n}}{i_n!}. \quad (2.2)$$

В работе приняты следующие обозначения и сокращения [5], [8]: $(a_n) = (a_1, \dots, a_n)$,

$$\prod (\alpha_n)_{i_n} = \prod_{k=1}^n (\alpha_k)_{i_k}, \quad \sum i_n = \sum_{k=1}^n i_k, \quad \sum i_1, \dots, i_k = \sum_{i_1=0}^{\infty} \dots \sum_{i_k=0}^{\infty} (\dots)$$

В.И. Художников совершая предельные переходы по параметру β_i в последних $n - k$ уравнениях системы (2.1), решениями которые представляются в виде (2.2), представил её в виде следующей вырожденной гипергеометрической системы дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} (1 - z_i) \sum_{j=1}^n z_j \frac{\partial^2 w}{\partial z_j \partial z_i} + [\gamma - (\alpha + \beta_i + 1)z_i] \frac{\partial w}{\partial z_i} - \beta_i \sum_{j=1, j \neq i}^n z_j \frac{\partial w}{\partial z_j} - \alpha \beta_i w = 0, \quad i = \overline{1, k}, \\ \sum_{j=1}^n z_j \frac{\partial^2 w}{\partial z_j \partial z_i} + [\gamma - z_i] \frac{\partial w}{\partial z_i} - \sum_{j=1, j \neq i}^n z_j \frac{\partial w}{\partial z_j} - \alpha w = 0, \quad i = \overline{k+1, n} \end{aligned} \quad (2.3)$$

Решением этой системы является введенная им функция [5, с.842]:

$$\Phi_D \left(\begin{matrix} \alpha, (\beta_k) \\ \gamma \end{matrix} \middle| (z_{k+1}) \right) = \sum_{i_1, \dots, i_{k+1}} \frac{(\alpha)_{\sum i_{k+1}} \prod (\beta_k)_{i_k}}{(\gamma)_{\sum i_{k+1}}} \cdot \prod \frac{(z_{k+1})^{i_{k+1}}}{i_{k+1}!}. \quad (2.4)$$

Предметом нашего дальнейшего исследования будет построения нормально-регулярных решений системы (2.3) и её частных случаев, установление связи между функцией Художникова (2.4) и вновь построенных нормально-регулярных решений, а также изучение их различных свойств. Как указано в работе [6], функция (2.4) при $n = 2$ совпадает с хорошо изученной функцией Гумберта, со списка Горна [7,8].

Переходим к построению нормально-регулярного решения системы Горна (Φ_1) и изучим его свойства.

2.1 Нормально-регулярные решения вырожденной системы Горна (Φ_1) и некоторые его свойства

Система дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка

$$\begin{cases} z_1(1-z_1)w_{z_1z_1} + z_2(1-z_1)w_{z_1z_2} + [\gamma - (\alpha + \beta_1 + 1)z_1]w_{z_1} - \beta_1 z_2 w_{z_2} - \alpha \beta_1 w = 0, \\ z_2 w_{z_2z_2} + z_1 w_{z_1z_2} + (\gamma - z_2)w_{z_2} - z_1 w_{z_1} - \alpha w = 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

является частным случаем системы (2.3) полученная из нее при $n = 2$.

Определение 2.1. Вырожденная гипергеометрическая функция $\Phi_1(\alpha, \beta; \gamma; z_1, z_2)$ двух переменных z_1 и z_2 определяется с помощью ряда

$$\Phi_1(\alpha, \beta; \gamma; z_1, z_2) = \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha, m+n)(\beta, m)}{(\gamma, m+n)} \frac{z_1^m}{(1, m)} \frac{z_2^n}{(1, n)} \quad (2.6)$$

Ряд сходится абсолютно и равномерно в области $|z_1| < \infty, |z_2| < \infty$.

Справедливо утверждение [7].

Теорема 2.1. Система (2.5) имеет три линейно-независимых частных решений, одним из которых является вырожденная гипергеометрическая функция (2.6).

$$\begin{aligned} w_1(z_1, z_2) &= \Phi_1(\alpha, \beta, \gamma; z_1, z_2), \\ w_2(z_1, z_2) &= y^{1-\gamma} \Phi_1(\alpha + 1 - \gamma, \beta, 2 - \gamma; z_1, z_2), \\ w_3(z_1, z_2) &= x^{1-\gamma} \Phi_1(\alpha + 1 - \gamma, \beta + 1 - \lambda, 2 - \gamma; z_1, z_2). \end{aligned} \quad (2.7)$$

Обратим внимание на некоторые свойства системы (2.5) которые необходимые для построения решений.

- Система совместна по методу построения. Условие интегрируемости

$$\Delta_1 = 1 - a_{1,1} b_{1,1} = \frac{z_2(1-z_1)}{z_1(1-z_2)} \equiv 0.$$

Согласно общей теории [8] такие системы имеет не более трёх линейно-независимых частных решений.

- Особые кривые системы: $(0,0), (1,0), (0,\infty), (\infty,0), (1,\infty)$ и (∞,∞) . Вблизи регулярной особенности $(0,0)$ существуют при линейно-независимые регулярные решения вида (2.7).

- Все вырожденные уравнения имеют особую точку (иррегулярную) $z_1 = +\infty$ [3] а системы дифференциальных второго порядка иррегулярную особенность $(-\infty, +\infty)$ [4]. Поэтому, справедливо утверждение.

Теорема 2.2. Система дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка (2.5), при выполнении двух необходимых условий

$$f_{1,0}^{(1)}(\alpha_{10}, \alpha_{01}) = \alpha_{10}^2 = 0, \quad f_{0,1}^{(2)}(\alpha_{10}, \alpha_{01}) = \alpha_{01}^2 - \alpha_{01} = 0 \quad (2.8)$$

и

$$\left. \begin{aligned} f_{0,0}^{(1)}(\rho_1, \rho_2) &\equiv \rho_1(\rho_1 - 1 + \rho_2 + \gamma) = 0, \\ f_{0,0}^{(2)}(\rho_1, \rho_2) &\equiv \rho_2(\rho_2 - 1 + \rho_1 + \gamma) = 0, \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

имеет нормально-регулярное решение вида

$$w_4(z_1, z_2) = e^{z_2} \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_m (\beta)_m (\gamma - \alpha)_n}{(\gamma)_{m+n}} \frac{z_1^m}{m!} \frac{(-z_2)^n}{n!}. \quad (2.10)$$

Доказательство

Для его построения применяем методику, приведенную в [9], основанную на применении преобразования

$$w = \exp(\alpha_{10}z_1 + \alpha_{01}z_2)U(z_1, z_2), \quad (2.11)$$

где α_{10}, α_{01} - неизвестные коэффициенты, поскольку ранг $p = 1$.

Система определяющих уравнений системы (2.10) относительно особенности (0;0) (2.9) имеем при пары корней:

$$(\rho_1 = 0, \delta_1 = 0), (\rho_1 = 0, \delta_2 = 1 - \gamma), (\rho_2 = 1 - \gamma, \delta_1 = 0).$$

Однако, она имеет только одно частное решение вида (2.11) соответствующее показателю

$$\left. \begin{aligned} U(z_1, z_2) &= \left\{ 1 + \frac{\alpha\beta_1}{\gamma} z_1 - \frac{\gamma - \alpha}{\gamma} z_2 - \frac{\alpha\beta_1(\gamma - \alpha)}{\gamma(\gamma + 1)} z_1 z_2 + \frac{\alpha(\alpha + 1)\beta_1(\beta_1 + 1)}{2!\gamma(\gamma + 1)} z_1^2 - \right. \\ &\left. - \frac{(\gamma - 2)(\gamma + 1 - \alpha)}{2!\gamma(\gamma + 1)} z_2^2 = \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_m (\beta)_m (\gamma - \alpha)_n}{(\gamma)_{m+n}} \frac{z_1^m}{m!} \frac{(-z_2)^n}{n!} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (2.12)$$

Тогда, учитывая значения $\alpha_{10} = 0$ и $\alpha_{01} = 1$, а также решение (2.12), убеждаемая, что нормально-регулярное решение системы (2.5) представляется в виде

$$w_4(z_1, z_2) = e^{z_2} \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_m (\beta)_m (\gamma - \alpha)_n}{(\gamma)_{m+n}} \frac{z_1^m}{m!} \frac{(-z_2)^n}{n!} \quad (2.13)$$

На основе полученных результатов сформулируем некоторые свойства функций Гумберта $\Phi_1(\alpha, \beta; \gamma; z_1, z_2)$.

Теорема 2.3. Справедливо соотношение

$$\Phi_1(\alpha, \beta; \gamma; z_1, z_2) = e^{z_2} \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_m (\beta)_m (\gamma - \alpha)_n}{(\gamma)_{m+n}} \frac{z_1^m}{m!} \frac{(-z_2)^n}{n!} \quad (2.14)$$

Доказательство

Используя разложения рядов, раскроем правую часть равенства (2.14) что и доказывает справедливость соотношение (2.14).

Вернемся к решению (2.12) присоединённой системы (2.10). Здесь можно заменить связь функций $\Phi_1(\alpha, \beta; \gamma; z_1, z_2)$ ещё одной вырожденной гипергеометрической функцией $\Xi_1(\alpha, \beta; \gamma; z_1, z_2)$. Действительно, решение (2.14) можно выразить через эту функцию

$$\Xi_1(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1 - z_2) = \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_m (\beta)_m (\gamma - \alpha)_n}{(\gamma)_{m+n}} \frac{z_1^m}{m!} \frac{(-z_2)^n}{n!} \quad (2.16)$$

Отсюда заключаем, что имеет место равенство

$$\Phi_1(\alpha, \beta; \gamma; z_1, z_2) = e^{z_2} \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_m (\beta)_m (\gamma - \alpha)_n}{(\gamma)_{m+n}} \frac{z_1^m}{m!} \frac{(-z_2)^n}{n!} = e^{z_2} \Xi_1(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1 - z_2) \quad (2.17)$$

доказанное в теореме 2.2.

Таким образом нами рассмотрены возможности построения нормально-регулярных регений вырожденный гипергеометрической системы (2.5). Выполнение условий (2.8) является первым необходимым условием существования нормально-регулярного решения. [9], кроме этого, должна выполняться ещё второе необходимое условие. Оно связано с существованием решения (2.13) системы (2.10). Сформулируем эти необходимые условия в виде следующих лемм.

Теорема 2.4. Вырожденная система дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка (2.22) состоящая из трех уравнений, полученные путем предельного перехода из системы Лауричелла (Φ_D) , вблизи регулярной особенности $(0, 0, 0)$ имеет 2^3 линейно-независимых частных решений, одним из которых является вырожденная функция от трёх переменных

$$\Phi_D\left(\frac{\alpha, \beta_1}{\gamma} / (z_3)\right) = \sum_{m_1, m_2, m_3=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+m_3} (\beta_1)_{m_1}}{(\gamma)_{m_1+m_2+m_3}} \cdot \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \cdot \frac{z_2^{m_2}}{m_2!} \cdot \frac{z_3^{m_3}}{m_3!}. \quad (2.18)$$

Доказательство

Решение вырожденной системы (2.22) вблизи регулярной особенности $(0, 0, 0)$ будем искать в виде обобщенного степенного ряда трёх переменных :

$$w(z_1, z_2, z_3) = z_1^{\rho_1} z_2^{\rho_2} z_3^{\rho_3} \sum_{m_1, m_2, m_3=0}^{\infty} C_{m_1, m_2, m_3} \cdot z_1^{m_1} z_2^{m_2} z_3^{m_3}, C_{0,0,0} \neq 0 \quad (2.19)$$

где $\rho_j (j = 1, 2, 3), C_{m_1, m_2, m_3} (m_1, m_2, m_3 = 0, 1, 2, \dots)$ - неизвестные коэффициенты.

Для построения решения вида (2.24) применяем метод Фробениуса-Латышевой [4]. с этой целью, подставляя вместо $w = z_1^{\rho_1} z_2^{\rho_2} z_3^{\rho_3}$, составим систему характеристических функций Фробениуса $L_j [z_1^{\rho_1} z_2^{\rho_2} z_3^{\rho_3}]$, $j = \overline{1, 3}$ как в предыдущем пункте, откуда определим систему определяющих уравнений относительно особенности $(0, 0, 0)$:

$$f_{000}^{(j)}(\rho_1, \rho_2, \rho_3) \equiv \rho_j \left(\rho_j - 1 + \sum_{j=1, i \neq j}^3 \rho_j + \gamma \right) = 0. \quad (2.20)$$

Она имеет восемь троек корней:

$$\begin{aligned} & \text{I. } (\rho_1^{(1)} = 0, \rho_2^{(1)} = 0, \rho_3^{(1)} = 0); \text{ II. } (\rho_1^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_2^{(1)} = 0, \rho_3^{(1)} = 0); \\ & \text{III. } (\rho_1^{(1)} = 0, \rho_2^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_3^{(1)} = 0); \text{ IV. } (\rho_1^{(1)} = 0, \rho_2^{(1)} = 0, \rho_3^{(2)} = 1 - \gamma); \\ & \text{V. } (\rho_1^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_2^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_3^{(1)} = 0); \text{ VI. } (\rho_1^{(1)} = 0, \rho_2^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_3^{(2)} = 1 - \gamma); \end{aligned} \quad (2.21)$$

$$\text{VII. } (\rho_1^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_2^{(1)} = 0, \rho_3^{(2)} = 1 - \gamma); \text{ VIII. } (\rho_1^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_2^{(2)} = 1 - \gamma, \rho_3^{(2)} = 1 - \gamma).$$

Эти тройки корней являются показателями восьми (2^3) регулярных решений системы вида (2.18).

Покажем, что в случае трех переменных многочлен $Q(z_1, z_2, z_3)$ представляется в виде $Q(z_1, z_2, z_3) = \alpha_{1,0,0}z_1 + \alpha_{0,1,0}z_2 + \alpha_{0,0,1}z_3$ и для построения нормально-регулярного решения используется преобразование

$$w(z_1, z_2, z_3) = \exp(\alpha_{1,0,0}z_1 + \alpha_{0,1,0}z_2 + \alpha_{0,0,1}z_3)U(z_1, z_2, z_3), \quad (2.22)$$

где $\alpha_{1,0,0}, \alpha_{0,1,0}, \alpha_{0,0,1}$ - неизвестные постоянные.

Действительно, преобразование (2.22) систему приводит к вспомогательной системе. Согласно первому необходимому условию существования решения вида (2.22) приравнявая коэффициенты при наибольших степенях независимых переменных $z_j, j = \overline{1,3}$ при неизбежной $U(z_1, z_2, z_3)$, получим систему характеристических уравнений, откуда определим восемь троек корней:

$$\text{I. } (0, 0, 0); \text{ II. } (0, 1, 0); \text{ III. } (0, 0, 1); \text{ IV. } (1, 0, 0); \\ \text{V. } (1, 1, 0); \text{ VI. } (0, 1, 1); \text{ VII. } (1, 0, 1); \text{ VIII. } (1, 1, 1).$$

Из них только I-III определяют совместную систему уравнений.

При I. $(\alpha_{1,0,0} = 0, \alpha_{0,1,0} = 0, \alpha_{0,0,1} = 0)$ получаем исходную систему с решением вида $\Phi_1(\alpha, \beta_1; \gamma; z_1, z_2, z_3)$.

Второй случай: II. $(\alpha_{1,0,0} = 0, \alpha_{0,1,0} = 1, \alpha_{0,0,1} = 0)$ определяет многочлен $Q(z_1, z_2, z_3) = z_2$. При этих значениях из вспомогательной системы получим присоединенную систему

$$(1 - z_i) \sum_{i=1}^3 z_j \frac{\partial^2 U}{\partial z_j \partial z_i} + \{z_2(1 - z_1) \cdot 2[\gamma - (\alpha + \beta_1 + 1)z_i]\} \frac{\partial U}{\partial z_1} - \beta_1 z_2 \frac{\partial U}{\partial z_2} - \\ - \beta_1 z_3 \frac{\partial U}{\partial z_3} - \{\beta_1 z_1 + \beta_1 z_2 + \alpha \beta_1\} U = 0, \\ \sum_{i=1}^3 z_j \frac{\partial^2 U}{\partial z_j \partial z_i} + \{z_2 + z_3 + \gamma\} \frac{\partial U}{\partial z_1} + 2z_3 \frac{\partial U}{\partial z_3} + (\gamma - \alpha)U = 0, \quad (2.23) \\ \sum_{i=1}^3 z_j \frac{\partial^2 U}{\partial z_j \partial z_i} - z_1 \frac{\partial U}{\partial z_1} - z_2 \frac{\partial U}{\partial z_2} + (z_2 - z_3 + \gamma) \frac{\partial U}{\partial z_3} + (z_2 + \alpha)U = 0.$$

Для этой системы выполняется второе необходимое условия существования нормально-регулярного решения и решение соответствующее тройке корней $(\rho_1 = 0, \rho_2 = 0, \rho_3 = 0)$ представляется в виде

$$U_1(z_1, z_2, z_3) = \sum_{m_1, m_2, m_3=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+m_3} (\beta_1)(\gamma - \alpha)_{m_2}}{(\gamma)_{m_1+m_2+m_3}} \cdot \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \cdot \frac{z_2^{m_2}}{m_2!} \cdot \frac{z_3^{m_3}}{m_3!}, \quad (2.24)$$

Поэтому, учитывая преобразование (2.22) вид многочлена $Q(z_1, z_2, z_3) = \alpha_{1,0,0}z_1 + \alpha_{0,1,0}z_2 + \alpha_{0,0,1}z_3 = z_2 U$ решение (2.23) убеждаемся, что искомое нормально-регулярное решение вырожденной системы (2.22) представляется в виде

$$w_4(z_1, z_2, z_3) = e^{z_2} \sum_{m_1, m_2, m_3=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+m_3} (\beta_1)_{m_1} (\gamma - \alpha)_{m_2}}{(\gamma)_{m_1+m_2+m_3}} \cdot \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \cdot \frac{(-z_2)^{m_2}}{m_2!} \cdot \frac{z_3^{m_3}}{m_3!}. \quad (2.25)$$

В третьем случае, когда III. $(\alpha_{1,0,0} = 0, \alpha_{0,1,0} = 0, \alpha_{0,0,1} = 1)$ многочлен $Q(z_1, z_2, z_3) = \alpha_{1,0,0}z_1 + \alpha_{0,1,0}z_2 + \alpha_{0,0,1}z_3 = z_3$, то есть можно определить совместную систему вида (2.29), выполняется также второе необходимое условие. Поэтому, на основе аналогичных рассуждений можем построить решение соответствующее тройке корней $(\rho_1 = 0, \rho_2 = 0, \rho_3 = 0)$.

$$\Xi_1(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, -z_2, z_3) = \sum_{m_1, m_2, m_3=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+m_3} (\beta_1)_{m_1} (\gamma - \alpha)_{m_2}}{(\gamma)_{m_1+m_2+m_3}} \cdot \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \cdot \frac{(-z_2)^{m_2}}{m_2!} \cdot \frac{z_3^{m_3}}{m_3!} \quad (2.26)$$

и

$$\Xi_1(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, z_2, -z_3) = \sum_{m_1, m_2, m_3=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+m_3} (\beta_1)_{m_1} (\gamma - \alpha)_{m_2}}{(\gamma)_{m_1+m_2+m_3}} \cdot \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \cdot \frac{z_2^{m_2}}{m_2!} \cdot \frac{(-z_3)^{m_3}}{m_3!}. \quad (2.27)$$

В (2.26), (2.27) получаем справедливость свойства связывающих функций от трёх переменных $\Phi_1(\alpha, \beta_1; \gamma; z_1, z_2, z_3), \Xi_1(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, -z_2, z_3)$:

$$\begin{aligned} \Phi_1(\alpha, \beta_1; \gamma; z_1, z_2, z_3) &= e^{z_2} \Xi_1(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, -z_2, z_3), \\ \Phi_1(\alpha, \beta_1; \gamma; z_1, z_2, z_3) &= e^{z_3} \Xi_1(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, z_2, -z_3). \end{aligned}$$

3. Свойства нормально-регулярных решений наиболее общей вырожденной системы.

Вырожденная гипергеометрическая система дифференциальных уравнений в частных производных

$$\begin{aligned} (1 - z_i) \sum_{j=1}^n z_j \frac{\partial^2 w}{\partial z_j \partial z_i} + [\gamma - (\alpha + \beta_i + 1)z_i] \frac{\partial w}{\partial z_i} - \beta_i \sum_{j=1, j \neq i}^n z_j \frac{\partial w}{\partial z_j} - \alpha \beta_i w &= 0, \quad i = \overline{1, k}, \\ \sum_{j=1}^n z_j \frac{\partial^2 w}{\partial z_j \partial z_i} + [\gamma - z_i] \frac{\partial w}{\partial z_i} - \sum_{j=1, j \neq i}^n z_j \frac{\partial w}{\partial z_j} - \alpha w &= 0, \quad i = \overline{k+1, n} \quad j = \overline{1, 3} \end{aligned} \quad (3.1)$$

были получены В.И. Художниковым из системы Лауричелла (2.1) с помощью предельного перехода по параметру β_i в последних $n - k$ уравнениях. Изучая систему (2.3) он ввёл вырожденную функцию Φ_D - (2.4) как частный случай решения системы Лауричелла F_D .

Вырожденная система (3.1) вблизи $(0, 0, \dots, 0)$ имеет регулярную особенность. Введенное В.И.Художниковым её решение (2.4) можно представит в виде

$$\Phi_D\left(\frac{\alpha, \beta_1}{\gamma} / (z_n)\right) = \sum_{m_1, m_2, \dots, m_n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+\dots+m_n} (\beta_1)_{m_1}}{(\gamma)_{m_1+\dots+m_n}} \cdot \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \cdot \dots \cdot \frac{z_n^{m_n}}{m_n!} \quad (3.2)$$

Обобщение результатов позволяет нам сформулировать общую теорему относительно существования нормально-регулярных решений системы (3.1).

Теорема 3.1. Вырожденная система дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка (3.1) имеет $n - 1$ нормально-регулярных решений вида

$$w_1(z_1, z_2, \dots, z_n) = e^{z_2} \sum_{m_1, m_2, \dots, m_n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+\dots+m_n} (\beta_1)_{m_1} (\gamma - \alpha)_{m_2}}{(\gamma)_{m_1+m_2+\dots+m_n}} \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \frac{(-z_2)^{m_2}}{m_2!} \frac{z_3^{m_3}}{m_3!} \dots \frac{z_n^{m_n}}{m_n!},$$

$$w_{n-1}(z_1, z_2, \dots, z_n) = e^{z_n} \sum_{m_1, m_2, \dots, m_n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+\dots+m_n} (\beta_1)_{m_1} (\gamma - \alpha)_{m_{n-1}}}{(\gamma)_{m_1+m_2+\dots+m_n}} \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \dots \frac{(-z_n)^{m_n}}{m_n!} \quad (3.3)$$

$$\Phi_D \left(\frac{\alpha, \beta_1}{\gamma} / (z_n) \right) = e^{z_2} \Xi_D(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, -z_2, z_3, \dots, z_n),$$

(3.4)

$$\Phi_D \left(\frac{\alpha, \beta_n}{\gamma} / (z_n) \right) = e^{z_n} \Xi_D(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, \dots, z_{n-1}, -z_n).$$

Между функциями Φ_D и Ξ_D , где вырожденная гипергеометрическая функция Ξ_D определяются рядами в правых частях нормально-регулярных решений (3.4):

$$\Xi_D(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_1; \gamma; z_1, -z_2, \dots, z_n) = \sum_{m_1, m_2, \dots, m_n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+\dots+m_n} (\beta_1)_{m_1} (\gamma - \alpha)_{m_2}}{(\gamma)_{m_1+m_2+\dots+m_n}} \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \frac{(-z_2)^{m_2}}{m_2!} \dots \frac{z_n^{m_n}}{m_n!} \quad (3.5)$$

$$\Xi_D(\alpha, \gamma - \alpha, \beta_n; \gamma; z_1, z_2, \dots, -z_n) = \sum_{m_1, m_2, \dots, m_n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m_1+m_2+\dots+m_{n-1}} (\beta_2)_{m_1} (\gamma - \alpha)_{m_{n-1}}}{(\gamma)_{m_1+m_2+\dots+m_n}} \frac{z_1^{m_1}}{m_1!} \frac{z_2^{m_2}}{m_2!} \dots \frac{(-z_n)^{m_n}}{m_n!}$$

Выводы

Таким образом, нормально-регулярные решения наиболее общей вырожденной системы (3.1) представляются в виде (3.3).

Согласно методу Фробениуса-Латышевой для построения решения вида (3.3) применяется преобразования

$$w(z_1, z_2, \dots, z_n) = \exp(\alpha_{1,0,\dots,0} \cdot z_1 + \alpha_{0,1,0,\dots,0} \cdot z_2 + \dots + \alpha_{0,0,\dots,1} \cdot z_n) \mathcal{U}(z_1, z_2, \dots, z_n), \quad (3.7)$$

где $\alpha_{1,0,0,\dots,0}, \dots, \alpha_{0,0,0,\dots,1}$ - неопределенные постоянные. Они определяются из вспомогательного уравнения полученного с помощью преобразования (3.7). это приведет нас к определению первого необходимого условия существования нормально-регулярных решений вида (3.3).

Лемма 3.1. Для того чтобы вспомогательная система полученное из выраженной системы (3.1) с помощью преобразования (3.7), имела хотя бы одно нормально-регулярное решение вида (3.3) необходимо выполнение

$$\alpha_{1,0,\dots,0}^2 = 0, \alpha_{0,1,0,\dots,0}^2 - \alpha_{0,1,0,\dots,0} = 0,$$

$$\alpha_{0,0,1,0,\dots,0}^2 - \alpha_{0,0,1,0,\dots,0} = 0, \alpha_{0,0,\dots,0,1}^2 - \alpha_{0,0,\dots,0,1} = 0$$

равенств. Из этой системы характеристических уравнений находим $n - 1$ многочленов первой степени вида

$$Q(\alpha_{0,1,0,\dots,0}^i, \alpha_{0,0,1,0,\dots,0}^i, \dots, \alpha_{0,0,\dots,0,1}^i) = \alpha_{0,1,0,\dots,0}^i \cdot Z_2 + \alpha_{0,0,1,0,\dots,0}^i \cdot Z_3 + \dots + \alpha_{0,0,\dots,0,1}^i \cdot Z_n, \quad i = \overline{1, n-1}.$$

Таким образом, в (3.7) будут определены неопределенные коэффициенты определяющего множителя $\exp(\alpha_{1,0,\dots,0} \cdot z_1 + \dots + \alpha_{0,0,\dots,1} \cdot z_n)$. Для установления вида решения

$$U(z_1, z_2, \dots, z_n) = z_1^{\rho_1} z_2^{\rho_2} \dots z_n^{\rho_n} \sum_{m_1, m_2, \dots, m_n=0}^{\infty} C_{m_1, m_2, \dots, m_n} \cdot z_1^{m_1} z_2^{m_2} \dots z_n^{m_n}, C_{0,0,\dots,0} \neq 0, \quad (3.8)$$

с неизвестными постоянными $\rho_l, C_{m_1, \dots, m_n} (l=1, \dots, n; m_1, \dots, m_n = 0, 1, 2, \dots)$, присоединенной системы, требуется выполнение второго необходимого условия существования нормально-регулярного решения. Присоединенные системы определяются из вспомогательной системы путем подстановки значения неопределенных коэффициентов определяющего множителя.

Лемма 3.2. Для существования у присоединенной системы решения вида (3.8) необходимо, чтобы система определяющих уравнений относительно особенности $\underbrace{(0, 0, \dots, 0)}_n$ вида

$$f_{000}^{(j)}(\rho_1, \rho_2, \rho_3) \equiv \rho_j \left(\rho_j - 1 + \sum_{j=1, i \neq j}^{n-1} \rho_j + \gamma \right) = 0$$

имела хотя бы одну $(n-1)$ корней.

Выполнение двух необходимых условий вместе обеспечат существования $(n-1)$ нормально-регулярных решений.

Приведенные в (3.4) и (3.6) справедливость соотношения между функциями Φ_D и Ξ_D , где вырожденная гипергеометрическая функция Ξ_D определяются рядами (3.5) в правых частях нормально-регулярных решений (3.3). Свойства многомерных гипергеометрических функции находят широкое применение при исследовании многомерных вырожденных уравнений.

Таковыми исследованиями успешно занимаются представители математической школы Узбекистана, такие как Юлдашев Т.К., Хасанов А., Ергашев Т.Г. и др.[10]-[14].

Список использованной литературы:

- 1 Латышева К.Я., Терещенко Н.И., Орел Г.С. Нормально-регулярные решения и их приложения. Вища школа, Киев, 1974, 135 с.
- 2 Slater L.J. and Lit D., Ph.D. Generalized Hypergeometric functions. Cambridge At the university Press. 1966.
- 3 Тасмамбетов Ж.Н. Построение нормальных и нормально-регулярных решений специальных систем уравнений в частных производных второго порядка. ИП Жанадилова, Актобе, 2015, 432 с.
- 4 Issenova A., Tasmambetov Zh., Rajabov N. (2021) On general properties of degenerate systems of second order partial differential equations of hypergeometric type // European journal of pure and applied mathematics. Vol. 14, №3, 1024-1043 <https://ejpam.com/index.php/ejpam/article/view/4016>
- 5 Issenova A.A., Tasmambetov Zh.N., Talipova M.Zh. (2022) Construction of Solutions Hypergeometric System of Horn Type in the Form of Laguerre Polynomials // Lobachevskii Journal of Mathematics, 2022, Vol. 43, №11, 3167–3173. <https://link.springer.com/article/10.1134/S1995080222140153>
- 6 Khudozhnikov V.Y. (2003) Two new degenerated hypergeometric functions of many variables and integral equations with them // Differential equations, 2003, vol.39, №6, 835-843.
- 7 Bateman G. and Erdelyi A. Higher transcendental functions. Hypergeometric function. New York, Toronto, London: Graw-Hill Book Company, 1953.
- 8 Appell P. and Kampe de Fariet J., Fonctions Hypergeometriques et Hyperspheriques. -Polynomes d Hermite: Gauthier-Villars, New York, 1926.
- 9 Wilczynski E.J. Projective Differential Geometry of Curves and Ruled Surfaces, Leipzig: Leubner, 1906, 120 p.
- 10 A. Hasanov, N. Djuraev (2022) Exact Solutions of the Thin Beam with Degrading Hysteresis Behavior // Lobachevskii Journal of Mathematics 3 (Vol.43), 577-584.
- 11 A. Hasanov, T. K. Yuldashev (2022) Analytic Continuation Formulas for the Hypergeometric Functions in Three Variables of Second Order // Lobachevskii Journal of Mathematics 5 (Vol.43), 1134-1141.
- 12 T. G. Ergashev, N. J. Komilova (2022) Generalized Solution of the Cauchy Problem for Hyperbolic Equation with Two Lines of Degeneracy of the Second Kind // Lobachevskii Journal of Mathematics 3 (Vol.43), 556-565.
- 13 A. Hasanov, M. Ruzhansky (2020) Hypergeometric Expansions of Solutions of the Degenerating Model Parabolic Equations of the Third Order // Lobachevskii Journal of Mathematics 1 (Vol.41), 27-31.

14 M. Ruzhansky, A. Hasanov (2020) Self-similar Solutions of Some Model Degenerate Partial Differential Equations of the Second, Third and Fourth Order // *Lobachevskii Journal of Mathematics* 6 (Vol.41), 1103-1114.

References:

- 1 Latysheva K.Ya., Tereshhenko N.I. Orel G.S. Normal'no-reguljarnye reshenija i ih prilozhenija [Normal-regular solutions and their applications] Vishha shkola, Kiev, 1974, 135 s. (In Russian)
- 2 Slater L.J. and Lit D., Ph.D. Generalized Hypergeometric functions. Cambridge At the university Press. 1966.
- 3 Tasmambetov Zh.N. (2015) Postroenie normal'nyh i normal'no-reguljarnyh reshenij special'nyh sistem uravnenij v chastnyh proizvodnyh vtorogo porjadka [Construction of normal and normally regular solutions of special systems of partial equations of second order]. IP Zhanadilova, Aktobe, 432 s. (In Russian)
- 4 Issenova A., Tasmambetov Zh., Rajabov N. (2021) On general properties of degenerate systems of second order partial differential equations of hypergeometric type // *European journal of pure and applied mathematics*. Vol. 14, №3, 1024-1043 <https://ejpam.com/index.php/ejpam/article/view/4016>
- 5 Issenova A.A., Tasmambetov Zh.N., Talipova M.Zh. (2022) Construction of Solutions Hypergeometric System of Horn Type in the Form of Laguerre Polynomials // *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 2022, Vol. 43, №11, 3167–3173. <https://link.springer.com/article/10.1134/S1995080222140153>
- 6 Khudozhnikov V.Y. (2003) Two new degenerated hypergeometric functions of many variables and integral equations with them // *Differential equations*, 2003, vol.39, №6, 835-843.
- 7 Bateman G. and Erdelyi A. Higher transcendental functions. Hypergeometric function. New York, Toronto, London: Graw-Hill Book Company, 1953.
- 8 Appell P. and Kampe de Fariet J., Fonctions Hypergeometriques et Hyperspheriques. -Polynomes d Hermite: Gauthier-Villars, New York, 1926.
- 9 Wilczynski E.J. Projective Differential Geometry of Curves and Ruled Surfaces, Leifzig: Leubner, 1906, 120 p.
- 10 A. Hasanov, N. Djuraev (2022) Exact Solutions of the Thin Beam with Degrading Hysteresis Behavior // *Lobachevskii Journal of Mathematics* 3 (Vol.43), 577-584.
- 11 A. Hasanov, T. K. Yuldashev (2022) Analytic Continuation Formulas for the Hypergeometric Functions in Three Variables of Second Order // *Lobachevskii Journal of Mathematics* 5 (Vol.43), 1134-1141.
- 12 T. G. Ergashev, N. J. Komilova (2022) Generalized Solution of the Cauchy Problem for Hyperbolic Equation with Two Lines of Degeneracy of the Second Kind // *Lobachevskii Journal of Mathematics* 3 (Vol.43), 556-565.
- 13 A. Hasanov, M. Ruzhansky (2020) Hypergeometric Expansions of Solutions of the Degenerating Model Parabolic Equations of the Third Order // *Lobachevskii Journal of Mathematics* 1 (Vol.41), 27-31.
- 14 M. Ruzhansky, A. Hasanov (2020) Self-similar Solutions of Some Model Degenerate Partial Differential Equations of the Second, Third and Fourth Order // *Lobachevskii Journal of Mathematics* 6 (Vol.41), 1103-1114.

**ON AN ASYMPTOTICAL FORMULA FOR COMPLEX-VALUED PERMITTIVITY
OF RANDOM COMPOSITES**

Mityushev V. ^{1,2}, Gric T. ^{3,4,5}, Zhunussova Zh. ^{2,6*}, Dosmagulova K. ^{2,6}

¹Faculty of Computer Science and Telecommunications, Cracow University of Technology, Krak'ow, Poland

²Institute of Mathematics and Mathematical Modeling, Almaty, Kazakhstan

³Department of Electronic Systems, Vilnius Tech, Vilnius, Lithuania

⁴Aston Institute of Photonic Technologies, Aston University, Birmingham, UK

⁵Semiconductor Physics Institute, Center for Physical Sciences and Technology, Vilnius, Lithuania

⁶Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: zhzh@kaznu.kz

Abstract

The R - linear boundary value problem in a multiply connected domain on a flat torus is considered. This problem is closely related to the Riemann-Hilbert problem on analytical functions. The considered problem arises in the homogenization procedure of random media with complex constants, which express the permittivity of components. A new asymptotical formula for the effective permittivity tensor is derived. The formula contains location of inclusions in symbolic form. The application of the derived formula to investigation of the morphology of the tumor cells in disordered biological media is discussed. Glioma cells are modeled by elliptic inclusion and neuron cells by disks. In the considered two-phase medium, the dependencies of permittivity of glioma and neuron on the frequency and their different shapes can allow to investigate the impact of the tumor cells morphology on the effective permittivity tensor expressed through the complex gradient.

Keywords: R - linear boundary value problem, Riemann-Hilbert problem, analytic function, permittivity tensor, flat torus, inclusion.

Аңдатпа

В. Митюшев ^{1,2}, Т. Грик ^{3,4,5}, Ж. Жүнісова ^{2,6*}, Қ. Досмағұлова ^{2,6}

¹Информатика және телекоммуникациялар факультеті, Краков технологиялық университеті, Краков қ., Польша

²Математика және математикалық модельдеу институты, Алматы қ., Қазақстан

³Электрондық жүйелер департаменті, Вильнюс Тех, Вильнюс қ., Литва

⁴Астон фотоникалық технологиялар институты, Астон университеті, Бирмингем қ., Ұлыбритания

⁵Жартылай өткізгіштер физика институты, Физика ғылымдары мен технологиялар орталығы, Вильнюс қ., Литва

⁶Әль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

**КЕЗДЕЙСОҚ КОМПОЗИТТЕРДІҢ КОМПЛЕКС МӘНДІ ӨТКІЗГІШТІГІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ
ФОРМУЛАСЫ ТУРАЛЫ**

Жазық торда көпбайланысты аймақта R - сызықтық шекаралық есеп қарастырылады. Бұл есеп Риман-Гильберттің аналитикалық функциялар туралы есебімен тығыз байланысады. Қарастырылған есеп компоненттердің диэлектрикалық өткізгіштігін білдіретін комплекстік тұрақтылары бар кездейсоқ орталарды орташалау процедурасында туындайды. Тиімді диэлектрикалық өткізгіш тензоры үшін жаңа асимптотикалық формула құрылды. Формула символдық формадағы қосындылардың орналасуын қамтиды. Алынған формуланы реттелмеген биологиялық ортадағы ісік жасушаларының морфологиясын зерттеуге қолдануы қарастырылады. Глиома жасушалар эллиптикалық қосындылармен және нейрондық жасушалар дискілер арқылы модельденеді. Қарастырылып отырған екі фазалы ортада глиома мен нейронның өткізгіштігінің жиілікке және олардың әртүрлі пішініне тәуелділігі ісік жасушаларының морфологиясының, сонымен қатар комплекстік градиент арқылы өрнектеуге болатын тиімді өткізгіштік тензорына әсерін зерттеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: R - сызықтық шекаралық есеп, Риман-Гильберт есебі, аналитикалық функция, өткізгіштік тензоры, жазық тор, қосу.

Аннотация

В. Митюшев^{1,2}, Т. Грик^{3,4,5}, Ж. Жунусова^{2,6*}, Қ. Досмағұлова^{2,6}

¹Факультет компьютерных наук и телекоммуникаций, Краковский политехнический университет, г. Краков, Польша

²Институт математики и математического моделирования, г. Алматы, Казахстан

³Отдел электронных систем, Вильнюс Тех, г. Вильнюс, Литва

⁴Астонский институт фотонных технологий, Астонский университет, г. Бирмингем, Великобритания

⁵Институт физики полупроводников, Центр физических наук и технологий, г. Вильнюс, Литва

⁶Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЗНАЧНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ СЛУЧАЙНЫХ КОМПОЗИТОВ

Рассматривается R - линейная краевая задача в многосвязной области на плоском торе. Эта задача тесно связана с задачей Римана-Гильберта об аналитических функциях. Рассматриваемая задача возникает в процедуре усреднения случайных сред с комплексными константами, выражающими диэлектрические проницаемости компонентов. Получена новая асимптотическая формула для тензора эффективной диэлектрической проницаемости. Формула содержит расположение включений в символической форме. Обсуждается применение полученной формулы для исследования морфологии опухолевых клеток в неупорядоченных биологических средах. Глиомные клетки моделируются эллиптическими включениями, а нейронные клетки – дисками. В рассматриваемой двухфазной среде зависимости диэлектрической проницаемости глиомы и нейрона от частоты и их разная форма могут позволить исследовать влияние морфологии опухолевых клеток на тензор эффективной диэлектрической проницаемости, который можно выразить через комплексный градиент.

Ключевые слова: R - линейная краевая задача, задача Римана-Гильберта, аналитическая функция, тензор проницаемости, плоский тор, включение.

Introduction

Boundary value problems for differential operators with periodic fast oscillatory coefficients have applications in mechanics of composites and porous media. According to the homogenization procedure [1] and its constructive implementation to random composites [2, 3] an averaged equation with constant coefficients has to be contracted. These constants form the effective tensor used by scientists and engineers to estimate the macroscopic properties of regular and random dispersed media. Such an estimation creates a large knowledgebase showing the importance of metamaterial formalism to study different biological problems, in particular, to recognize glioma areas in brain tissue biopsies [4, 5].

Plane double periodic problems can be considered in the equivalent statement on a flat torus represented by a parallelogram with glued opposite sides. Therefore, the plane homogenization problem can be considered as a problem for a multiply connected domain D on torus for differential operators having different form in different components, D and D_k , on torus. Here, D_k , ($k=1, 2, \dots, N$) denote smooth non-overlapping domains, closures of which complement D to the whole torus. The fundamental parallelogram is called in applications by Representative Volume Element (RVE) with inclusions D_k , ($k=1, 2, \dots, N$). The theory of analytical RVE (aRVE) was summarized in [2] for Laplace's equation on a flat torus. Asymptotic formulas were derived for random $2D$ two-phase composites with circular inclusions D_k when permittivity (conductivity) of components is real. The paper [3] extends these asymptotic formulas to inclusions D_k of other piecewise smooth shapes.

Metamaterial formalism developed in [4, 5] requires formulas similar to [2, 3] but for complex components. The present paper fills this gap of the aRVE theory and extends the previously derived asymptotic formulas to the complex component media. The generalized alternating method of Schwarz first proposed by S.G. Mikhlin [6] and developed in [2, 3] is applied to solve the corresponding boundary value problem. The results can be applied to highly disordered biological medium in order to describe the macroscopic features for various concentrations of the healthy and tumor cells per RVE.

Methodology of multi-phase composites

Introduce the complex variable $z = x_1 + ix_2$ on the plane. Consider the unit square periodicity cell Q with N inclusions D_k bounded by the smooth curve $L_k = \partial D_k$. Let a_k denote the complex coordinate of the

gravitational center of D_k , and $r_k = \max_{z \in D_k} |z - a_k|$ the generalized radius of D_k . We consider dispersed composites [3], when the closed domains $(D_k \cup L_k)$ for $k = 1, 2, \dots, N$ are mutually disjoint and

$$r_k + r_m < |a_k - a_m|, \quad k \neq m \quad (k, m = 1, 2, \dots, N). \quad (1.1)$$

The concentration of inclusions has the form $f = \sum_{k=1}^N |D_k|$. The host domain is denoted by D . The polygon curve ∂Q and the curves L_k are oriented in the counterclockwise direction, hence, $\partial D = \partial Q - \sum_{k=1}^N |L_k|$.

Let the permittivity of host is normalized to unity and the permittivity of k th inclusion be a complex number $\varepsilon_k = \varepsilon'_k + i\varepsilon''_k$, where $\varepsilon'_k = \text{Re } \varepsilon_k$ and $\varepsilon''_k = \text{Im } \varepsilon_k$. One can consider ε_k as the ratio of the permittivity of the k th inclusion to the permittivity of matrix, where the dimension permittivity can be complex. From mathematical point of view, we assign complex numbers to the considered domains. Thus, we get the pairs (D_k, ε_k) for $k = 1, 2, \dots, N$ and the pair $(D, 1)$. One can assume that the constants ε_k take the values from a set J which contains less than N elements. Let $\#J = M$, i.e., the composite is $(M + 1)$ -phases and $\varepsilon_k = \varepsilon^{(j)}$, if $j = 1, 2, \dots, M$.

Let $u = u' + iu''$ and $u_k = u'_k + iu''_k$ denote the complex potentials in D and D_k , respectively, where for instance $u' = \text{Re } u$ and $u'' = \text{Im } u$ in D . The complex functions u and u_k satisfy Laplace's equation in the corresponding domains and continuously differentiable in their closures.

The perfect contact between the components is expressed by equations [2]

$$u(t) = u_k(t), \quad \frac{\partial u}{\partial \mathbf{n}}(t) = \varepsilon_k \frac{\partial u_k}{\partial \mathbf{n}}(t), \quad t \in \partial D_k \quad (k = 1, 2, \dots, N), \quad (1.2)$$

where the normal derivative $\frac{\partial u}{\partial \mathbf{n}}$ to L_k is used.

Following the homogenization theory [1] we have to consider a composite in the plane torus topology. The function $u(t)$ satisfies the normalized jump conditions per unit periodicity cell Q

$$u(z+1) - u(z) = 1, \quad u(z+i) - u(z) = 0. \quad (1.3)$$

For instance, the first relation (1.3) can be written in the real form as follows

$$\text{Re } u(z+1) - \text{Re } u(z) = 1, \quad \text{Im } u(z+1) - \text{Im } u(z) = 0. \quad (1.4)$$

Two complex relations (1.2) can be written in the extended real form

$$\begin{aligned} u'(t) = u'_k(t), \quad \frac{\partial u'}{\partial \mathbf{n}}(t) &= \varepsilon'_k \frac{\partial u'_k}{\partial \mathbf{n}}(t) - \varepsilon''_k \frac{\partial u''_k}{\partial \mathbf{n}}(t), \\ u''(t) = u''_k(t), \quad \frac{\partial u''}{\partial \mathbf{n}}(t) &= \varepsilon''_k \frac{\partial u'_k}{\partial \mathbf{n}}(t) + \varepsilon'_k \frac{\partial u''_k}{\partial \mathbf{n}}(t), \quad t \in L_k \quad (k = 1, 2, \dots, N), \end{aligned} \quad (1.5)$$

The problem (1.5) can be reduced to an \mathbf{R} - linear problem [2, Chapter 1]. This problem refers to boundary value problem of complex analysis [7-9].

Introduce the non-degenerate real matrix

$$\alpha_k = \begin{pmatrix} \varepsilon'_k & -\varepsilon''_k \\ \varepsilon''_k & \varepsilon'_k \end{pmatrix} \quad (1.6)$$

and the vector-functions $\varphi(z)$ and $\varphi_k(z)$ analytic in D and D_k respectively. The considered harmonic and analytic functions are related by equations

$$\varphi(z) = \begin{pmatrix} u'(z) + iv'(z) \\ u''(z) + iv''(z) \end{pmatrix}, \quad z \in D \quad (1.7)$$

and

$$\varphi_k(z) = \frac{1}{2}(I + \alpha_k) \begin{pmatrix} u'_k(z) + iv'_k(z) \\ u''_k(z) + iv''_k(z) \end{pmatrix}, \quad z \in D_k \quad (1.8)$$

where $v'(z)$, $v''(z)$ and $v'_k(z)$, $v''_k(z)$ denote the imaginary parts of the vector - functions $\varphi(z)$ and $\varphi_k(z)$, respectively. The complex flux is defined by means of the derivatives $\psi(z) = \varphi'(z)$ and $\psi_k(z) = \varphi'_k(z)$ hence,

$$\psi(z) = \begin{pmatrix} \frac{\partial u'}{\partial x_1} - i \frac{\partial u'}{\partial x_2} \\ \frac{\partial u''}{\partial x_1} - i \frac{\partial u''}{\partial x_2} \end{pmatrix}, \quad z \in D, \quad (1.9)$$

and

$$\psi_k(z) \equiv \begin{pmatrix} \psi_{1k}(z) \\ \psi_{2k}(z) \end{pmatrix} = \frac{1}{2}(I + \alpha_k) \begin{pmatrix} \frac{\partial u'_k}{\partial x_1} - i \frac{\partial u'_k}{\partial x_2} \\ \frac{\partial u''_k}{\partial x_1} - i \frac{\partial u''_k}{\partial x_2} \end{pmatrix}, \quad z \in D_k, \quad (1.10)$$

The boundary behavior of analytic vector-functions is conditioned by their integral Cauchy representations. Following [7-8] we consider the classic space of the Hölder continuous functions. The vector-function $\psi(z)$, $\psi_k(z)$ are analytic in D , D_k and Hölder continuous in the closures of the considered domains.

The vector-function $\varphi(z)$, $\varphi_k(z)$ are analytic in D , D_k and their derivatives in the closures of the considered domains satisfy the Hölder condition. Introduce the space \mathcal{H}_k^+ of vector-functions analytic in D_k whose derivatives satisfy the Hölder condition in $\bar{D}_k := D_k \cup L_k$. In the next section, we use the space $\mathcal{H}^+ = \bigcup_{k=1}^N \mathcal{H}_k^+$ of vector-functions determined in the closure of D^+ , where $D^+ = \bigcup_{k=1}^N D_k$ is the union of non-overlapping domains. The norm of $h = (h_1, h_2) \in \mathcal{H}^+$ can be introduced through the norm of the corresponding scalar functions $\|h\| = (\|h_1\|^2 + \|h_2\|^2)^{1/2}$, where

$$\|h_j\| = (\|h_j\|_{C^1} + \|h_j\|_{H^\gamma})^{1/2} \quad (j=1,2). \quad (1.11)$$

The norms in the space of continuously differentiable functions C^1 and of Hölder continuous functions H^γ ($0 < \gamma \leq 1$) are introduced in the following standard way

$$\|h_j\|_{C^1} = \max_{k=1,2,\dots,N} \left(\sup_{z \in \bar{D}_k} |h_j(z)| + \sup_{z \in \bar{D}_k} |h'_j(z)| \right) \quad (1.12)$$

and

$$\|h_j\|_{H^\gamma} = \max_{k=1,2,\dots,N} \sup_{\substack{z_1, z_2 \in \bar{D}_k \\ z_1 \neq z_2}} \frac{|h_j(z_1) - h_j(z_2)|}{|z_1 - z_2|^\gamma}. \quad (1.13)$$

The space \mathcal{H}^+ is a Banach space [10]. We will use the contrast matrices

$$\mathfrak{S}_k = -(I - \alpha_k)(I + \alpha_k)^{-1} = \frac{1}{|1 + \varepsilon_k|^2} \begin{pmatrix} |\varepsilon_k|^2 - 1 & 2\varepsilon_k'' \\ -2\varepsilon_k'' & |2\varepsilon_k|^2 - 1 \end{pmatrix}. \quad (1.14)$$

One can check that the eigenvalues of the matrix ϱ_k are conjugated numbers

$$\mathfrak{S}_k = \frac{\varepsilon_k^2 - 1}{\varepsilon_k^2 + 1}, \quad \overline{\mathfrak{S}_k} = \frac{\overline{\varepsilon_k}^2 - 1}{\overline{\varepsilon_k}^2 + 1}. \quad (1.15)$$

The conditions (1.5) can be written in the form of vector-matrix \mathbf{R} -linear problem

$$\varphi(t) = \varphi_k(t) - \overline{\mathfrak{S}_k} \overline{\varphi_k(t)}, \quad t \in L_k \quad (k = 1, 2, \dots, N). \quad (1.16)$$

We arrive at the following boundary value problem. It is required to find the vector-functions $\varphi(z)$ and $\varphi_k(z)$ analytic in D and D_k respectively, with the boundary behavior described above. The vector-functions $\varphi(z)$ and $\varphi_k(z)$ satisfy the \mathbf{R} -linear condition (1.16) and the jump conditions

$$\varphi(z+1) - \varphi(z) = \xi_1 + id_1, \quad \varphi(z+i) - \varphi(z) = \xi_2 + id_2, \quad (1.17)$$

where ξ_1 and ξ_2 are given constant vectors which model the external flux.

For instance, the vectors

$$\xi_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \xi_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (1.18)$$

Determine the external flux parallel to the real axis. The undetermined real constant vectors d_1 and d_2 can be found during solution to the problem (1.16)-(1.17).

Let $\mathbf{n}(t)$ denote the outward unit normal vector to D_k expressed in terms of the complex function defined on L_k . The problem (1.16)-(1.17) can be written in terms of the vector - functions (1.9)-(1.10)[2]

$$\psi(t) = \psi_k(t) - \overline{\mathbf{n}^2(t)} \overline{\mathfrak{S}_k} \overline{\psi_k(t)}, \quad t \in L_k \quad (k = 1, 2, \dots, N). \quad (1.19)$$

$$\psi(z+1) = \psi(z), \quad \psi(z+i) = \psi(z). \quad (1.20)$$

The general solution of the problem (1.19)-(1.20) is a linear combination

$$\psi(z) = \xi_1 \psi^{(1)}(z) + \xi_2 \psi^{(2)}(z)$$

with arbitrary real vectors ξ_1 and ξ_2 [11].

Remark. The \mathbf{R} -linear problem is stated in a classic space [7-8]. Following [9] it can be stated in a Sobolev-type space and for other types of differential equations [12].

Schwarz's method

The generalized alternating method of Schwarz [6] was developed and applied in [2, 3] to solve the scalar \mathbf{R} -linear problem. It is obtained from (1.16)-(1.17) by the assumption that the harmonic functions $u(z)$ and $u_k(z)$ are real. The vector-matrix \mathbf{R} -linear problem (1.16)-(1.17) can be studied by the same method by use of the matrix formalism.

Following [3] we use the Eisenstein functions $E_1(z)$ and $E_2(z) = -E_1'(z)$ related to the Weierstrass elliptic functions $E_1(z) = \zeta(z) - \pi z$ and $E_2(z) = \wp(z) + \pi$. Consider the matrix norm $\|\mathfrak{S}_k\| = \max_{l,m=1,2} |\mathfrak{S}_{k,lm}|$, where $\mathfrak{S}_{k,lm}$ denote the (l,m) -th element of the matrix \mathfrak{S}_k . We consider the lower order approximation in $\zeta = \max_{k=1,2,\dots,N} \|\mathfrak{S}_k\|$ assuming that ζ is a sufficiently small number. The scalar \mathbf{R} -linear problem was reduced to a system of integral equations [3]. The same arguments can be applied to the vector-matrix \mathbf{R} -linear problem (1.16)-(1.17). The system of integral equation up to an additive constant vector becomes

$$\varphi_k(z) = \sum_{m=1}^N \frac{\mathfrak{S}_m}{2\pi i} \int_{L_m} \overline{\varphi_m(t)} E_1(t-z) dt + \begin{pmatrix} z \\ 0 \end{pmatrix}, \quad z \in D_k \quad (k=1,2,\dots,N). \quad (1.21)$$

The integral equations are considered in the Banach space \mathcal{H}^+ introduced in the previous section. The integral operator from the right part of (1.21) is bounded in \mathcal{H}^+ [10]. When the vector functions $\varphi_k(z)$ are found the complex potential in D is calculated by the integral

$$\varphi(z) = \sum_{m=1}^N \frac{\mathfrak{S}_m}{2\pi i} \int_{L_m} \overline{\varphi_m(t)} E_1(t-z) dt + \begin{pmatrix} z \\ 0 \end{pmatrix}, \quad z \in D. \quad (1.22)$$

Following the generalize alternating method of Schwarz [3, 6] we find the first order iteration for the system (1.21)

$$\varphi_k^{(1)}(z) = \left(\sum_{m=1}^N \frac{1}{2\pi i} \int_{L_m} \overline{t} E_1(t-z) dt \mathfrak{S}_m \right) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} z \\ 0 \end{pmatrix}, \quad z \in D_k. \quad (1.23)$$

The corresponding derivative $\psi_k^{(1)}(z) = \frac{d}{dz} \varphi_k^{(1)}(z)$ becomes

$$\psi_k^{(1)}(z) = \left(\sum_{m=1}^N \mathfrak{S}_m F_{mk}(z) + I \right) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad z \in D_k, \quad (1.24)$$

where

$$F_{mk}(z) = \frac{dI_{mk}}{dz}(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_m} \overline{t} E_2(t-z) dt = \frac{1}{\pi} \int_{D_m} E_2(t-z) dx_1 dx_2. \quad (1.25)$$

Here, the complex Green formula $\int_G \frac{\partial \omega}{\partial \bar{z}} dx_1 dx_2 = \frac{1}{2i} \int_{\partial G} \omega dt$ for a function $\omega(z, \bar{z})$ continuously differentiable in a smooth closed domain G is used.

Estimate the integrals (1.25) in two different cases.

i) Let $m \neq k$. The Taylor approximate formula $f(x_0 + \Delta x) \approx f(x_0) + f'(x_0)\Delta x$ with $x_0 = a_m - a_k$ and $\Delta x = (t - a_m) - (z - a_k)$ yields

$$E_2(t-z) \approx E_2(a_m - a_k) - 2E_3(a_m - a_k)[(t - a_m) - (z - a_k)]. \quad (1.26)$$

The approximation (1.26) is used due to the inequalities $|t - a_m| \leq r_m (t \in L_m)$, $|z - a_k| \leq r_k (z \in D_k)$ and (1.1). Substitute (1.26) into (1.25)

$$F_{mk}(z) \approx \frac{1}{\pi} [E_2(a_m - a_k) - 2E_3(a_m - a_k)(z - a_k)] |D_m| - \frac{2}{\pi} E_3(a_m - a_k)_{s_{1m}}, \quad (1.27)$$

where s_{qm} denotes the complex static moment of order q of the domain D_m

$$S_{qm} = \int_{D_m} (t - a_m)^q dx_1 dx_2 = \frac{1}{2i} \int_{L_m} \overline{(t - a_m)} (t - a_m)^q dt, \quad q = 0, 1, \dots \quad (1.28)$$

ii) Let $m \neq k$. Estimate the integrals (1.25) using the approximate formula [3]

$$E_2(t - z) \approx \frac{1}{(t - z)^2} + \pi, \quad (1.29)$$

Substitute (1.29) into (1.25)

$$F_{kk}(z) \approx J'_k(z) + |D_k|, \quad (1.30)$$

where

$$J_k(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_k} \frac{\bar{t}}{t - z} dt, \quad z \in D_k. \quad (1.31)$$

Effective permittivity tensor

The main value used in the macroscopic behavior of media is the transverse effective permittivity tensor [4, 13]

$$\varepsilon_{\perp} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} \end{pmatrix}. \quad (1.32)$$

The permittivity tensor ε_{\perp} is symmetric. It can be expressed through the complex gradient

$$\nabla u_k \equiv \begin{pmatrix} \frac{\partial u'_k}{\partial x_1} + i \frac{\partial u''_k}{\partial x_1} \\ \frac{\partial u'_k}{\partial x_2} + i \frac{\partial u''_k}{\partial x_2} \end{pmatrix} = \frac{2}{\varepsilon_k + 1} \begin{pmatrix} \operatorname{Re} \psi_{1k} + i \operatorname{Re} \psi_{2k} \\ -\operatorname{Im} \psi_{1k} - i \operatorname{Im} \psi_{2k} \end{pmatrix}. \quad (1.33)$$

Theorem. For transverse effective permittivity tensor (1.32) expressed through the complex gradient (1.33) the following formula

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\perp} = & (1 + 2\langle \zeta \rangle + 2\langle \zeta \rangle^2) I + 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k^2 \begin{pmatrix} \operatorname{Re} J_k & -\operatorname{Im} J_k \\ -\operatorname{Im} J_k & \operatorname{Re} J_k \end{pmatrix} \\ & + \frac{2}{\pi} \sum_{k,m=1}^N \zeta_k \zeta_m |D_k| |D_m| \begin{pmatrix} \operatorname{Re} \wp(a_m - a_k) & -\operatorname{Im} \wp(a_m - a_k) \\ -\operatorname{Im} \wp(a_m - a_k) & -\operatorname{Re} \wp(a_m - a_k) \end{pmatrix} \\ & + \frac{2}{\pi} \sum_{k,m=1}^N \zeta_k \zeta_m (s_{1m} |D_k| - s_{1k} |D_m|) \times \\ & \begin{pmatrix} \operatorname{Re} \wp'(a_m - a_k) & -\operatorname{Im} \wp'(a_m - a_k) \\ -\operatorname{Im} \wp'(a_m - a_k) & -\operatorname{Re} \wp'(a_m - a_k) \end{pmatrix} + O(f^3 \zeta^3). \end{aligned} \quad (*)$$

is valid.

Proof. The following formula was derived in [12-13]

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{21} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k \int_{D_k} \begin{pmatrix} \operatorname{Re} \psi_{1k} + i \operatorname{Re} \psi_{2k} \\ -\operatorname{Im} \psi_{1k} - i \operatorname{Im} \psi_{2k} \end{pmatrix} dx_1 dx_2, \quad (1.34)$$

where ζ_k has the form (1.15). Analogous formula takes place for the component $\varepsilon_{22} + i\varepsilon_{12}$, where $\varepsilon_{12} = \varepsilon_{21}$.

The first order approximation $\psi_k^{(1)}(z) = \frac{d}{dz} \varphi_k^{(1)}(z)$ can be found from (1.24)

$$\psi_k^{(1)}(z) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \sum_{m=1}^N \frac{1}{|1 + \varepsilon_m|^2} \begin{pmatrix} |\varepsilon_m|^2 - 1 \\ 2\varepsilon_m'' \end{pmatrix} F_{mk}(z), \quad z \in D_k, \quad (1.35)$$

Find the vector

$$\begin{pmatrix} \operatorname{Re} \psi_{1k} + i \operatorname{Re} \psi_{2k} \\ -\operatorname{Im} \psi_{1k} - i \operatorname{Im} \psi_{2k} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \sum_{m=1}^N \zeta_m \begin{pmatrix} \operatorname{Re} F_{mk} \\ -\operatorname{Im} F_{mk} \end{pmatrix} \quad (1.36)$$

and substitute the result into (1.34)

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{21} \end{pmatrix} = \left(1 + 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k |D_k|\right) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k \sum_{m=1}^N \zeta_m \int_{D_k} \begin{pmatrix} \operatorname{Re} F_{mk} \\ -\operatorname{Im} F_{mk} \end{pmatrix} dx_1 dx_2. \quad (1.37)$$

The integrals from (1.37) can be estimated by application of the approximations (1.27) and (1.30). Consider again two different cases.

i) Let $m \neq k$. Then, (1.27) yields

$$\begin{aligned} \int_{D_k} F_{mk}(z) dx_1 dx_2 &\approx \frac{1}{\pi} E_2(a_m - a_k) |D_k| |D_m| \\ &- \frac{2}{\pi} E_3(a_m - a_k) [s_{1m} |D_k| - s_{1k} |D_m|] := q_{mk}. \end{aligned} \quad (1.38)$$

This formula (1.38) can be written in terms of the Weierstrass functions

$$\begin{aligned} \int_{D_k} F_{mk}(z) dx_1 dx_2 &\approx |D_k| |D_m| + \\ &\frac{1}{\pi} \wp(a_m - a_k) |D_k| |D_m| + \frac{1}{\pi} \wp'(a_m - a_k) (s_{1m} |D_k| - s_{1k} |D_m|). \end{aligned} \quad (1.39)$$

ii) Let $m = k$. Then, equation (1.30) has to be used in the estimation

$$\int_{D_k} F_{kk}(z) dx_1 dx_2 \approx J_k + |D_m|^2 \quad (1.40)$$

where

$$J_k = \int_{D_k} J'_k(z) dx_1 dx_2. \quad (1.41)$$

Substituting the approximation (1.38) and (1.40) into (1.37) we obtain

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{21} \end{pmatrix} &= \left(1 + 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k |D_k| + 2 \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \zeta_k \zeta_m |D_k| |D_m|\right) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ &+ 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k^2 \begin{pmatrix} \operatorname{Re} J_k \\ -\operatorname{Im} J_k \end{pmatrix} + 2 \sum_{k=1}^N \sum_{m=1}^N \zeta_k \zeta_m \begin{pmatrix} \operatorname{Re} q_{mk} \\ -\operatorname{Im} q_{mk} \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (1.42)$$

Here, it is assumed that $q_{kk} = 0$ in accordance with the case ii).

Introduce the weighted mean $\langle \zeta \rangle = \sum_{k=1}^N \zeta_k |D_k|$. Then, (1.42) can be written in the form

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{21} \end{pmatrix} = \left(1 + 2\langle \zeta \rangle + 2\langle \zeta \rangle^2\right) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k^2 \begin{pmatrix} \operatorname{Re} J_k \\ \operatorname{Im} J_k \end{pmatrix} + 2 \sum_{k,m=1}^N \zeta_k \zeta_m \begin{pmatrix} \operatorname{Re} q_{mk} \\ -\operatorname{Im} q_{mk} \end{pmatrix}. \quad (1.43)$$

Similar to (1.43) we calculate the vector $\begin{pmatrix} \varepsilon_{12} \\ -\varepsilon_{22} \end{pmatrix}$. Its value can be obtained from (1.43) by rotation of the points a_k about 90° . It is equivalent to replacement of a_k by ia_k . The Weierstrass functions for the square unit periodicity cell satisfy the relations

$$\wp(iz) = -\wp(z), \quad \wp'(iz) = i\wp'(z). \quad (1.44)$$

The integral J_k after the rotation becomes $\overline{J_k}$ [12]. Then, (1.43) yields

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{22} \\ -\varepsilon_{12} \end{pmatrix} = \left(1 + 2\langle \zeta \rangle + 2\langle \zeta \rangle^2\right) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + 2 \sum_{k=1}^N \zeta_k^2 \begin{pmatrix} \operatorname{Re} J_k \\ -\operatorname{Im} J_k \end{pmatrix} + 2 \sum_{k,m=1}^N \zeta_k \zeta_m \begin{pmatrix} \operatorname{Re} q_{mk}^* \\ -\operatorname{Im} q_{mk}^* \end{pmatrix}, \quad (1.45)$$

where

$$q_{mk}^*(z) = -\frac{1}{\pi} \wp(a_m - a_k) |D_k| |D_m| + \frac{i}{\pi} \wp'(a_m - a_k) [s_{1m} |D_k| - s_{1k} |D_k|]. \quad (1.46)$$

The vector equations (1.43) and (1.45) can be ultimately written in the extended form (*). Theorem is proved. The dimension analysis of the above formula in concentration $f = \sum_{k,m=1}^N |D_k|$ is performed following [12].

Conclusion and discussion

The main result of the present work consists in the derivation of the analytical asymptotic formula (*) for the effective permittivity tensor. Many authors declare that such a formula is virtually impossible and perform numerical computations for some special geometries. One can meet other types of declaration in literature when a pure numerical procedure is called by “exact solution”. A discussion concerning “exact” and exact solution can be found in [14-15].

The dependence of ε_\perp on the frequency ω is the main suggested criterion to detect the tumor cells and their fraction [4]. It can be obtained after substitution of the dependencies $\varepsilon_k = \varepsilon_k(\omega)$ into the formula (1.15) for $\zeta_k = \zeta_k(\omega)$, next substituted into (1.47). Cancerous (glioma) cells are modeled by elliptic inclusion and noncancerous (neuron) cells by disks. In the considered two-phase medium, the dependencies of permittivity ε_1 of glioma and ε_2 of neuron on ω [4] and their different shapes can allow to investigate the impact of the tumor cells morphology on the tensor ε_\perp .

Acknowledgements

This research, V. Mityushev, Zh. Zhunussova and K. Dosmagulova is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP08856381). Tatjana Gric was supported by the European Union’s Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 713694.

References:

- 1 Nawalaniec W., *Classifying and analysis of random composites using structural sums feature vector*, *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, -2019. -Vol. 475, No. 2225, 20180698. <https://doi.org/10.1098/rspa.2018.0698>
- 2 Gluzman S., Mityushev V., Nawalaniec W. *Computational Analysis of Structured Media*. - Academic Press, Elsevier, Amsterdam, 2018.
- 3 Mityushev, V., Rylko, N. *Effective properties of two-dimensional dispersed composites. Part I. Schwarz's alternating method // Computers and Mathematics with Applications*. -2022. -Vol. 111, No. 5, -P. 50-60.
- 4 Gric T., Sokolovski S.G., Navolokin N., Semyachkina-Glushkovskaya O., and Rafailov E.U., *Metamaterial formalism approach for advancing the recognition of glioma areas in brain tissue biopsies*. - *Opt. Mater. Express* 10, 2020. -P.1607-1615
- 5 Zhang Z., Ding H., Yan X., Liang L., Wei D., Wang M., Yang Q., and Yao J., *Sensitive detection of cancer cell apoptosis based on the non-bianisotropic metamaterials biosensors in terahertz frequency // Opt. Mater. Express*. -2018. -Vol. 8, No. 3, -P. 659–667.
- 6 Mikhlin, S.G. *Integral equations: and their applications to certain problems in mechanics, mathematical physics and technology*. Elsevier. 2014.
- 7 Gakhov F.D., *Boundary Value Problems*, Elsevier, 2014. -627p.
- 8 Huang L, Yuan H., Zhao H. *An FEM-based homogenization method for orthogonal lattice metamaterials within micropolar elasticity // International Journal of Mechanical Sciences*, -2023. -Vol. 238, 107836, <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2022.107836>
- 9 Bliev N.K., *Generalized Analytic Functions in Fractional Spaces*. - Longman, Harlow, 1997. -160p.
- 10 Mityushev V., Rogosin S., *Constructive Methods for Linear and Nonlinear Boundary Value Problems for Analytic Functions: Theory and Applications*, Chapman & Hall / CRC, Monographs and Surveys in Pure and Applied Mathematics, Boca Raton etc. 2000.
- 11 Mityushev V., *R-linear problem on torus and its application to composites // Complex Variables*. -2005. -Vol. 50, No. 7-10, -P. 621-630.
- 12 Kal'menov T.S., Sadybekov M.A. *On a Frankl-type problem for a mixed parabolic-hyperbolic equation // Siberian Mathematical Journal*, -2017. -Vol. 58, No. 2, -P. 227-231.
- 13 Mityushev, V., Zhunussova, Z. *Optimal Random Packing of Spheres and Extremal Effective Conductivity // Symmetry*, -2021. -Vol. 13, No. 6, 1063 <https://doi.org/10.3390/sym13061063>
- 14 Andrianov I., Mityushev V., "Exact and "exact" formulae in the theory of composites," in *Modern Problems in Applied Analysis. Trends in Mathematics*, P. Dryga's, S. Rogosin, Ed, Birkh"auser, Cham. (2018).
- 15 Andrianov I., Gluzman S., Mityushev V., *Mechanics and Physics of Structured Media: Asymptotic and Integral Methods of Leonid Filshitskiy*. -Academic Press, London, 2022. -503p.

А.Б. Утесов^{1*}, Г.И. Утесова¹

¹Актюбинский региональный университет им. К.Жубанова, г.Актобе, Казахстан
*e-mail: adilzhan_71@mail.ru

ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ КЛЕЙНА - ГОРДОНА

Аннотация

Цель исследования заключается в дискретизации (приближении) классических решений уравнения Клейна - Гордона, представимых в виде абсолютно сходящихся кратных функциональных рядов, и оценки погрешности дискретизации. Методология исследования основана на многочисленных аналогичных исследованиях из теории приближений. В исследовании получены следующие результаты: во-первых, выписан в явном виде точный порядок наименьшей погрешности дискретизации; во-вторых, доказано, что вычислительный агрегат, являющийся суммой тригонометрических полиномов, определенных на гиперболических крестах, реализует точный порядок; в-третьих, доказано, что любой вычислительный агрегат, построенный по N тригонометрическим коэффициентам Фурье начальных условий, не улучшает установленный точный порядок наименьшей погрешности дискретизации. Значимость данного исследования заключается в том, что сформулированная по полученным результатам теорема является новой в задачах дискретизации классических решений дифференциальных уравнений в частных производных.

Ключевые слова: уравнение Клейна-Гордона, дискретизация решений, вычислительный агрегат, коэффициенты Фурье, погрешность дискретизации, классы Коробова.

Аңдатпа

Ә.Б. Өтесов¹, Г.І. Өтесова¹

¹Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

КЛЕЙН- ГОРДОН ТЕНДЕУІНІҢ ШЕШІМДЕРІН ОПТИМАЛДЫ ДИСКРЕТТЕУ ТУРАЛЫ

Бұл зерттеудің мақсаты – Клейн- Гордон тендеуінің абсолютті жинақталатын еселі функциялық қатарлар түрінде бейнеленетін классикалық шешімдерін дискреттеу (жуықтау) және дискреттеу қателігін бағалау. Зерттеу әдістемесі жуықтаулар теориясындағы осы тәрізді әдістемелерді негізге алған. Бұл зерттеуде келесі нәтижелерге қол жеткізілген: біріншіден, дискреттеудің ең кіші қателігінің дәл реті айқын түрде жазылған; екіншіден, гиперболалық крестерде анықталған тригонометриялық полиномдар қосындысы болатын есептеу агрегатының дәл ретті жүзеге асыратыны дәлеленген; үшіншіден, алғашқы шарттардың N тригонометриялық Фурье коэффициенттері бойынша құрылған кез келген есептеу агрегаты дискреттеудің ең кіші қателігінің айқындалған дәл ретін одан әрі жақсартпайтыны дәлелденген. Зерттеудің маңыздылығы алынған нәтижелер бойынша тұжырымдалған теореманың дербес туындылы дифференциалдық тендеулердің классикалық шешімдерін дискреттеу есептеріндегі жаңа болуымен түсіндіріледі.

Түйін сөздер: Клейн- Гордон тендеуі, шешімдерді дискреттеу, есептеу агрегаты, Фурье коэффициенттері, дискреттеу қателігі, Коробов кластары.

Abstract

ON THE OPTIMAL DISCRETIZATION OF SOLUTIONS OF THE EQUATION KLEIN - GORDON

Utessov A.B.¹, Utessova G.I.¹

¹Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan

The goal of this study is to discretize (approximate) classical solutions of Klein-Gordon equation, represented as absolutely convergent multiple functional series, and to estimate the discretization error. The research methodology is based on numerous similar studies from the theory of approximations. In this study, the following results were obtained: first, exact order of the smallest discretization error is explicitly written out; Secondly, it is proved that the computing unit, which is the sum of trigonometric polynomials defined on hyperbolic crosses, implements the exact order; thirdly, it is proved that any computing unit constructed according to the N trigonometric Fourier coefficients of initial conditions does not improve the established exact order of the smallest discretization error. The significance of this study lies in the fact that the theorem formulated according to the results obtained is new in the problems of discretization of classical solutions of partial differential equations.

Keywords: Klein- Gordon equation, discretization of solutions, computing unit, Fourier coefficients, discretization error, Korobov classes.

Введение

Пусть символом $u(x, t; f_1, f_2)$ обозначено классическое решение уравнения Клейна - Гордона

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \dots + \frac{\partial^2 u}{\partial x_s^2} - u \quad (0 \leq t < \infty, x = (x_1, \dots, x_s) \in R^s) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$u(x, 0) = f_1(x) \text{ и } \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = f_2(x). \quad (2)$$

При $f_1 \in E_s^{r_1}$ и $f_2 \in E_s^{r_2}$, где E_s^r – класс Коробова (см., например, в [1, с.29]), решение $u(x, t; f_1, f_2)$ представляет собой кратный ряд (см. приведенную ниже лемму 1))

$$\sum_{m \in Z^s} \left(\hat{f}_1(m) \rho'_m(t) + \hat{f}_2(m) \rho_m(t) \right) \exp(2\pi i(m, x)), \quad (3)$$

здесь и всюду ниже $\rho_m(t) = (4\pi^2(m, m) + 1)^{-1/2} \sin\left(t\sqrt{4\pi^2(m, m) + 1}\right)$. Поэтому возникает задача дискретизации (приближения) решения $u(x, t; f_1, f_2)$ конечным объектом и указании точности предложенного приближения. Ранее, эта задача изучалась в работах [2] и [3] в рамках постановки «Компьютерный (вычислительный) поперечник». Далее, в [4], следуя статьям [5, 6], была сформулирована задача оптимальной дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона вычислительными агрегатами, построенными по точной числовой информации объема N о начальных условиях и решена в метрике пространства $L^{\infty, \infty}$ при $f_1 \in H_2^{r_1}$ и $f_2 \in H_2^{r_2}$ (определения класса Никольского H_2^r и пространства $L^{q, \infty}$, где $r > 0, 1 \leq q \leq \infty$, см., например, [2]). В [7] дискретизация $u(x, t; f_1, f_2)$ была произведена по N_1 и N_2 числовой информации, полученной от начальных условий $f_1 \in H_2^{r_1}$ и $f_2 \in H_2^{r_2}$.

В постановке задачи дискретизации из [4] основным объектом изучения является величина

$$\delta_N(D_N, F_1, F_2)_Y = \min_{(N_1, N_2) \in A_N} \inf_{(l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N((l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N), F_1, F_2)_Y,$$

где $\delta_N((l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N), F_1, F_2)_Y = \sup_{(f_1, f_2) \in F_1 \times F_2} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - (l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)(\cdot; f_1, f_2) \right\|_Y, F_1$ и

F_2 – классы функций, заданных на Ω_1 и Ω_2 соответственно, Y – нормированное пространство функций, заданных на Ω_Y ,

$l^{(N_1, N_2)} \equiv l^{(N_1, N_2)}(f_1, f_2) = (l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2))$ – числовая информация объема $N = N_1 + N_2$ об функциях $f_1 \in F_1$ и $f_2 \in F_2$, которая снимается с функционалов $l_i^{(\tau)} : F_i \mapsto C(i=1, 2; \tau=1, \dots, N_i)$, $\varphi_N \equiv \varphi_N(z_1, \dots, z_N; y) : C^N \times \Omega_Y \mapsto C$ – алгоритм переработки числовой информации $l^{(N_1, N_2)}$ такая, что при всяком фиксированном $(z_1, \dots, z_N) \in C^N$ как функция от y принадлежит пространству Y , $(l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N) \equiv (l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)(\cdot; f_1, f_2)$ – вычислительный агрегат,

действующий по правилу $\varphi_N(l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot)$, $D_{(N_1, N_2)}$ – множество всех $(l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)$, A_N – множество всех пар $(N_1, N_2) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N}$ таких, что $N_1 + N_2 = N$,
 $D_N = \bigcup_{(N_1, N_2) \in A_N} D_{(N_1, N_2)}$.

Всюду ниже через $C_k(\alpha, \beta, \dots)$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) обозначаются положительные величины, зависящие лишь от указанных в скобках параметров. При положительных A и B запись $A \ll B$ будет означать существование величины $C_k(\alpha, \beta, \dots) > 0$ такой, что $A \leq C_k(\alpha, \beta, \dots)B$. А одновременное выполнение соотношений $A \ll B$ и $B \ll A$ записывается в виде $A \asymp B$.

В рамках приведенных обозначений и определений задача оптимальной дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона вычислительными агрегатами, построенными по числовой информации объема N о начальных условиях, заключается в нахождении положительной последовательности $\{\psi_N\}_{N \geq 1}$, удовлетворяющей соотношению $\delta_N(D_N, F_1, F_2)_Y \asymp \psi_N$ и в указании такого вычислительного агрегата $(l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N) \equiv (\tilde{l}^{(N_1, N_2)}, \tilde{\varphi}_N)(\cdot; f_1, f_2)$, для которого

$$\delta_N((\tilde{l}^{(N_1, N_2)}, \tilde{\varphi}_N), F_1, F_2)_Y \asymp \psi_N.$$

В настоящей работе в метрике пространства $L^{2, \infty}$ решена задача оптимальной дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона вычислительными агрегатами, построенными по точной числовой информации объема N о начальных условиях f_1 и f_2 из классов Коробова $E_1 \equiv E_s^r$ и $E_2 \equiv E_s^2$.

Методология исследования

Основной результат данной работы оформлен в виде теоремы. Доказательство этой теоремы опирается на следующие вспомогательные утверждения.

Лемма 1. Пусть даны действительные числа s ($s = 1, 2, \dots$), $r_1 > 3$ и $r_2 > 2$. Тогда для функций $f_1 \in E_1$, $f_2 \in E_2$ ряд (3) сходится абсолютно и является решением задачи (1) – (2).

Доказательство леммы 1 проводится аналогично доказательству леммы 3.1 из [8, с. 55].

Лемма 2. Пусть даны действительные числа $\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0, \beta_2 > \beta_1 > 0$ и определенная на множестве упорядоченных пар (N_1, N_2) натуральных чисел N_1 и N_2 функция

$$T(N_1, N_2) = (\ln N_1)^{\alpha_1} N_1^{-\beta_1} + (\ln N_2)^{\alpha_2} N_2^{-\beta_2}.$$

Тогда существуют величины $C_3 \equiv C_3(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) > 0$ и $C_4 \equiv C_4(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) \geq 2C_3$ такие, что для каждого $N = N_1 + N_2 \geq C_4$, где $\min\{N_1, N_2\} \geq C_3$, имеет место соотношение

$$\min_{(N_1, N_2) \in B_N} T(N_1, N_2) \asymp_{\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2} (\ln N)^{\alpha_1} N^{-\beta_1},$$

здесь $B_N = \{(N_1, N_2) : N_1 \geq C_3, N_2 \geq C_3, N_1 + N_2 = N\}$.

Доказательство леммы 2 проводится следуя идеям леммы 2.4 из [8, с. 43 – 44]. Также используется лемма 3 из [9].

Лемма 3 (см.[10, с. 22]). Пусть $s(s=1,2,\dots), d > 0$.

$$\text{Тогда } \sum_{\substack{m_1 \dots m_s \\ \bar{m}_1 \dots \bar{m}_s \leq d}} 1 \asymp d(\ln d)^{s-1}.$$

Лемма 4 (см. [1, с.125]). При любых действительных $\alpha > 1$ и $t \geq 1$ справедлива оценка

$$\sum_{m_1 \dots m_s \geq t} \frac{1}{(m_1 \dots m_s)^\alpha} \ll_{\alpha, s} \frac{\ln^{s-1} t}{t^{\alpha-1}}.$$

Результаты исследования

Основным результатом данного исследования является теорема об оптимальной дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона вычислительными агрегатами, построенными по точной числовой информации объема N о начальных условиях f_1 и f_2 . Прежде чем сформулировать теорему, сначала приведем необходимые обозначения. Символом $|A|$ обозначается количество элементов конечного множества A . Как обычно, $[a]$ – целая часть числа a . Для каждого компонента $m_j (j=1,\dots,s)$ вектора $m \in Z^s$ положим $\bar{m}_j = \max\{1, |m_j|\}$. Символом $\Phi_{(N_1, N_2)}$ будем обозначать множество всех вычислительных агрегатов $(l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)$ с функцией φ_N и функционалами $l_i^{(\tau)}(f_i) = \hat{f}_i(m_i^{(\tau)}) (i=1,2; \tau=1,\dots,N_i)$

Теорема. Пусть даны действительные числа $s(s=1,2,\dots), r_1 > 3, r_2 > r_1 - 1/s$. Тогда существуют величины $C_1 \equiv C_1(s, r_1, r_2) > 0$ и $C_2 \equiv C_2(s, r_1, r_2) \geq 2C_1$ такие, что для каждого $N = N_1 + N_2 \geq C_2$, где $\min\{N_1, N_2\} \geq C_1$, имеет место соотношение

$$\delta_N(\Phi_N, E_1, E_2)_{L^{2, \infty}_{s, r_1, r_2}} \asymp N^{-(r_1-1/2)} \ln^{r_1(s-1)} N,$$

здесь Φ_N – объединение всех $\Phi_{(N_1, N_2)}$, состоящих из всех пар (N_1, N_2) таких, что

$N_1 \geq C_1, N_2 \geq C_1, N_1 + N_2 = N$, точный порядок $\psi(N) = N^{-(r_1-1/2)} \ln^{r_1(s-1)} N$ реализуется вычислительным агрегатом $(\tilde{l}^{(\tilde{N}'_1, \tilde{N}'_2)}, \tilde{\varphi}_N)$ с функционалами $(i=1,2)$

$$\tilde{l}_i^{(1)}(f_i) = \hat{f}_i(\tilde{m}_i^{(1)}), \dots, \tilde{l}_i^{(\tilde{N}'_i)}(f_i) = \hat{f}_i(\tilde{m}_i^{(\tilde{N}'_i)}), \tilde{l}_i^{(\tilde{N}'_i+1)}(f_i) = \dots = \tilde{l}_i^{(\tilde{N}'_i)}(f_i) = 0$$

и функцией $\tilde{\varphi}_N(z_1^{(1)}, \dots, z_1^{(\tilde{N}'_1)}, z_2^{(1)}, \dots, z_2^{(\tilde{N}'_2)}; x, t) =$

$$= \sum_{\tau=1}^{\tilde{N}'_1} z_1^{(\tau)} \rho'_{\tilde{m}_1^{(\tau)}}(t) \exp(2\pi i(\tilde{m}_1^{(\tau)}, x)) + \sum_{\nu=1}^{\tilde{N}'_2} z_2^{(\nu)} \rho_{\tilde{m}_2^{(\nu)}}(t) \exp(2\pi i(\tilde{m}_2^{(\nu)}, x)),$$

где целые положительные числа \tilde{N}'_1 и \tilde{N}'_2 , подчиненные неравенству $\min\{\tilde{N}'_1, \tilde{N}'_2\} \geq C_1$, находятся из условия

$$\min_{(N_1, N_2)} \left\{ \frac{(\ln N_1)^{r_1(s-1)}}{N_1^{r_1-1/2}} + \frac{(\ln N_2)^{(r_2+1/s)(s-1)}}{N_2^{r_2-1/2+1/s}} : N_1 \geq C_1, N_2 \geq C_1, N_1 + N_2 = N \right\} = \frac{(\ln \tilde{N}_1)^{r_1(s-1)}}{\tilde{N}_1^{r_1-1/2}} + \frac{(\ln \tilde{N}_2)^{(r_2+1/s)(s-1)}}{\tilde{N}_2^{r_2-1/2+1/s}}, \quad (4)$$

для каждого $i \in \{1, 2\}$ целое положительное число \tilde{N}'_i определяется как количество элементов множества $\Gamma_{n_i} = \{m = (m_1, \dots, m_s) \in Z^s : \bar{m}_1 \dots \bar{m}_s \leq 2^{n_i}\}$ с положительным целочисленным индексом $n_i = n_i(\tilde{N}'_i, s)$, удовлетворяющим неравенствам $|\Gamma_{n_i}| \leq \tilde{N}'_i < |\Gamma_{n_i+1}|$, s -мерные целочисленные векторы $\tilde{m}_i^{(1)}, \dots, \tilde{m}_i^{(\tilde{N}'_i)}$, $i \in \{1, 2\}$ такие, что $\tilde{m}_i^{(\tau)} \neq \tilde{m}_i^{(\nu)}$ при $\tau \neq \nu$ и $\bigcup_{\tau=1}^{\tilde{N}'_i} \tilde{m}_i^{(\tau)} = \Gamma_{n_i}$.

Доказательство

При $\alpha_1 = r_1(s-1)$, $\alpha_2 = (r_2+1/s)(s-1)$, $\beta_1 = r_1-1/2$, $\beta_2 = r_2-1/2+1/s-1/2+1/s$ по лемме 2 существуют величины $C_{10} \equiv C_{10}(s, r_1, r_2) > 0$ и $C_{11} \equiv C_{11}(s, r_1, r_2) \geq 2C_{10}$ такие, что для каждого $N = N_1 + N_2 \geq C_{11}$, где $\min\{N_1, N_2\} \geq C_{10}$, имеет место соотношение

$$\min_{(N_1, N_2)} \left\{ \frac{(\ln N_1)^{r_1(s-1)}}{N_1^{r_1-1/2}} + \frac{(\ln N_2)^{(r_2+1/s)(s-1)}}{N_2^{r_2-1/2+1/s}} : N_1 \geq C_{10}, N_2 \geq C_{10}, N_1 + N_2 = N \right\} \asymp_{s, r_1, r_2} \frac{(\ln N)^{r_1(s-1)}}{N^{r_1-1/2}}. \quad (5)$$

Если применим лемму 2 при $\alpha_1 = r_1(s-1)$, $\alpha_2 = 0$, $\beta_1 = r_1-1/2$, $\beta_2 = r_2-1/2+1/s$, то найдутся величины $C_{12} \equiv C_{12}(s, r_1, r_2) > 0$ и $C_{13} \equiv C_{13}(s, r_1, r_2) \geq 2C_{12}$ такие, что для каждого $N = N_1 + N_2 \geq C_{13}$, где $\min\{N_1, N_2\} \geq C_{12}$, будет выполнено соотношение

$$\min_{(N_1, N_2)} \left\{ \frac{(\ln N_1)^{r_1(s-1)}}{N_1^{r_1-1/2}} + \frac{1}{N_2^{r_2-1/2+1/s}} : N_1 \geq C_{12}, N_2 \geq C_{12}, N_1 + N_2 = N \right\} \asymp_{s, r_1, r_2} \frac{(\ln N)^{r_1(s-1)}}{N^{r_1-1/2}}. \quad (6)$$

Далее, положим $C_1 \equiv C_1(s, r_1, r_2) = \max\{C_{10}, C_{12}\}$, $C_2 \equiv C_2(s, r_1, r_2) = \max\{C_{11}, C_{13}\}$ и будем рассматривать пары (N_1, N_2) такие, что $N_1 \geq C_1, N_2 \geq C_1, N_1 + N_2 = N$, где $N \geq C_2$.

В силу леммы 1 имеет место равенство

$$\begin{aligned} & u(x, t; f_1, f_2) - (\tilde{l}^{(\tilde{N}'_1, \tilde{N}'_2)}, \tilde{\varphi}_N)(x, t; f_1, f_2) = \\ &= \sum_{m \in Z^s \setminus \Gamma_{n_1}} \hat{f}_1(m) \rho'_m(t) \exp(2\pi i(m, x)) + \sum_{m \in Z^s \setminus \Gamma_{n_2}} \hat{f}_1(m) \rho_m(t) \exp(2\pi i(m, x)). \end{aligned} \quad (7)$$

Используя определение класса E_1 и неравенство $|\rho'_m(t)| \leq 1, m \in Z^s$, имеем

$$\left\| \sum_{m \in Z^s \setminus \Gamma_{n_1}} \hat{f}_1(m) \rho'_m(t) \exp(2\pi i(m, \cdot)) \right\|_{L^2}^2 \leq \sum_{m \in Z^s \setminus \Gamma_{n_1}} (\bar{m}_1 \dots \bar{m}_s)^{-2r_1}. \quad (8)$$

По заключениям лемм 3 и 4:

$$\sum_{m \in Z^s \setminus \Gamma_{n_1}} (\bar{m}_1 \dots \bar{m}_s)^{-2r_1} \ll_{s, r_1} \tilde{N}_1^{-(2r_1-1)} (\ln \tilde{N}_1)^{2r_1(s-1)},$$

откуда, согласно (8), следует

$$\left\| \sum_{m \in Z^s \setminus \Gamma_{n_1}} \hat{f}_1(m) \rho'_m(t) \exp(2\pi i(m, \cdot)) \right\|_{L^2_{s, r_1}} \ll \tilde{N}_1^{-(r_1-1/2)} (\ln \tilde{N}_1)^{r_1(s-1)}. \quad (9)$$

Поскольку для всех $m \neq 0$ справедливо неравенство $m_1^2 + \dots + m_s^2 \geq (\bar{m}_1 \dots \bar{m}_s)^{2/s}$ (см., например, [1, с.189]), то, для каждого $t \in [0, +\infty)$ и $m \in Z^s$,

$$|\rho_m(t)|^2 \leq (4\pi^2(m, m) + 1)^{-1} \leq (\bar{m}_1 \dots \bar{m}_s)^{-2/s}. \quad (10)$$

Используя определение класса E_2 и неравенство (10) получим

$$\left\| \sum_{m \in Z^s \setminus \Gamma_{n_2}} \hat{f}_2(m) \rho_m(t) \exp(2\pi i(m, \cdot)) \right\|_{L^2_{s, r_2}} \ll \tilde{N}_2^{-(r_2-1/2+1/s)} (\ln \tilde{N}_2)^{(r_2+1/s)(s-1)}. \quad (11)$$

При любом $t \geq 0$ и $(f_1, f_2) \in E_1 \times E_2$ из (7), (9) и (11) вытекает

$$\|u(\cdot, t; f_1, f_2) - (\tilde{l}^{(\tilde{N}_1, \tilde{N}_2)}, \tilde{\varphi}_N)(\cdot, t; f_1, f_2)\|_{L^2_{s, r_1, r_2}} \ll \frac{(\ln \tilde{N}_1)^{r_1(s-1)}}{\tilde{N}_1^{r_1-1/2}} + \frac{(\ln \tilde{N}_2)^{(r_2+1/s)(s-1)}}{\tilde{N}_2^{r_2-1/2+1/s}},$$

откуда, в силу определения пространства $L^{\infty, 2}$ и произвольности пары $(f_1, f_2) \in E_1 \times E_2$, а также соотношений (4) и (5), получаем

$$\delta_N((\tilde{l}^{(\tilde{N}_1, \tilde{N}_2)}, \tilde{\varphi}_N), E_1, E_2)_{L^{\infty, 2}} \ll \frac{\ln^{r_1(s-1)} N}{N^{r_1-1/2}}. \quad (12)$$

Пусть даны натуральные числа $N_1 \geq C_1$ и $N_2 \geq C_1$, функция φ_N и функционалы $l_i^{(\tau)}(f_i) = \hat{f}_i(m_i^{(\tau)})$ ($i=1, 2; \tau=1, \dots, N_i$), и пусть $k_i \in N$ выбрано так, что $2^{k_i} k_i^{s-1} \ll N_i$,

$$|\Gamma_{k_i}| \geq 2N_i, \quad i \in \{1, 2\}.$$

Тогда для функции

$$g_1(x) = 2^{-k_1 r_1} \sum_{m \in G_{N_1}} e^{2\pi i(m, x)} \in E_1, \quad \text{где } G_{N_1} = \Gamma_{k_1} \setminus \{m_1^{(1)}, \dots, m_1^{(N_1)}\},$$

выполняются неравенства

$$\|g_1\|_{L^2} \geq 2^{-k_1 r_1} \sqrt{|G_{N_1}|} \geq 2^{-k_1 r_1} \sqrt{N_1} \gg N_1^{-(r_1-1/2)} (\ln N_1)^{r_1(s-1)}. \quad (13)$$

Так как $\hat{g}_1(m_1^{(1)})=0, \dots, \hat{g}_1(m_1^{(N_1)})=0$, то, с учетом включения $(g_1, 0) \in E_1 \times E_2$, получаем

$$\sup_{(f_1, f_2) \in E_1 \times E_2} \sup_{t \geq 0} \left\| u(\cdot, t; f_1, f_2) - (l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)(\cdot, t; f_1, f_2) \right\|_{L^2} \geq \|g_1\|_{L^2}.$$

Следовательно, в силу неравенства (13), имеем

$$\sup_{(f_1, f_2) \in E_1 \times E_2} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - (l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)(\cdot; f_1, f_2) \right\|_{L^{\infty, 2}, s, r_1} \gg \frac{(\ln N_1)^{r(s-1)}}{N_1^{r-1/2}}.$$

(14)

Если

$$U_{N_2} = \{m \in Z^s : [N_2^{1/s}] \leq m_i \leq 7[N_2^{1/s}], i=1, \dots, s\}, \text{ то } g_2(x) = \frac{1}{7^{sr_2} N_2^{r_2}} \sum_{m \in G_{N_2}} e^{2\pi i(m, x)},$$

где $G_{N_2} = U_{N_2} \setminus \{m_2^{(1)}, \dots, m_2^{(N_2)}\}$, принадлежит классу E_2 и имеют место неравенства

$$\|g_2\|_{L^2, s, r_2} \gg N_2^{-r_2} \sqrt{|G_{N_2}|} \gg N_2^{-r_2} \sqrt{N_2} \gg N_2^{-(r_2-1/2)}. \quad (15)$$

Для всех $m \in G_{N_2}$ при $t_0 = (21\pi\sqrt{s}N_2^{1/s})^{-1}$ справедливо $|\rho_m(t_0)| \gg N_2^{1/s}$.

Так как

$$u(x, t_0; 0, g_2) = \sum_{m \in G_{N_2}} \hat{g}_2(m) \rho_m(t_0) \exp(2\pi i(m, x)),$$

то $\|u(\cdot, t_0; 0, g_2)\|_{L^2}^2 = \sum_{m \in G_{N_2}} |\hat{g}_2(m)|^2 |\rho_m(t_0)|^2$, откуда, в силу (15) и $|\rho_m(t_0)| \gg N_2^{1/s}$,

$$\|u(\cdot, t_0; 0, g_2)\|_{L^2, s, r_2} \gg N_2^{-(r_2-1/2+1/s)}. \quad (16)$$

Поскольку $\hat{g}_2(m_2^{(1)})=0, \dots, \hat{g}_2(m_2^{(N_2)})=0$ и $(0, g_2) \in E_1 \times E_2$, то из неравенств

$$\sup_{(f_1, f_2) \in E_1 \times E_2} \sup_{t \geq 0} \left\| u(\cdot, t; f_1, f_2) - (l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)(\cdot, t; f_1, f_2) \right\|_{L^2} \geq \|u(\cdot, t_0; 0, g_2)\|_{L^2}$$

и (16) вытекает

$$\sup_{(f_1, f_2) \in E_1 \times E_2} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - (l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)(\cdot; f_1, f_2) \right\|_{L^{\infty, 2}, s, r_2} \gg \frac{1}{N_2^{r_2-1/2+1/s}},$$

что совместно с (14) дает оценку

$$\sup_{(f_1, f_2) \in E_1 \times E_2} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - (I^{(N_1, N_2)}, \varphi_N)(\cdot; f_1, f_2) \right\|_{L^{\infty, 2}_{s, r_1, r_2}} \gg \frac{(\ln N_1)^{r_1(s-1)}}{N_1^{r_1-1/2}} + \frac{1}{N_2^{r_2-1/2+1/s}}.$$

Стало быть, поскольку функционалы $I_i^{(\tau)}(f_i) = \hat{f}_i(m_i^{(\tau)}) (i = 1, 2; \tau = 1, \dots, N_i)$ и функции φ_N произвольны, в силу соотношения (6) получим

$$\delta_N(\Phi_N, E_1, E_2)_{L^{\infty, 2}_{s, r_1, r_2}} \gg N^{-(r_1-1/2)} \ln^{r_1(s-1)} N. \quad (17)$$

Вследствие неравенств $\delta_N(\tilde{l}^{(\tilde{N}_1, \tilde{N}_2)}, \tilde{\varphi}_N, E_1, E_2)_{L^{\infty, 2}} \geq \delta_N(\Phi_N, E_1, E_2)_{L^{\infty, 2}}$, (12) и (17),

$$\delta_N(\Phi_N, E_1, E_2)_{L^{\infty, 2}_{s, r_1, r_2}} \asymp \delta_N(\tilde{l}^{(\tilde{N}_1, \tilde{N}_2)}, \tilde{\varphi}_N, E_1, E_2)_{L^{\infty, 2}_{s, r_1, r_2}} \asymp \frac{\ln^{r_1(s-1)} N}{N^{r_1-1/2}}.$$

Теорема доказана.

Дискуссия

В доказанной выше теореме установлена оптимальность вычислительного агрегата $(\tilde{l}^{(\tilde{N}_1, \tilde{N}_2)}, \tilde{\varphi}_N)$. Поэтому, проведенное в данной статье теоретическое исследование может быть, следуя работе [7], продолжено в рамках постановки задачи нахождения предельной погрешности оптимального вычислительного агрегата.

Заключение

Сформулированная и доказанная выше теорема является новым результатом в задачах дискретизации классических решений дифференциальных уравнений в частных производных, а также в теории приближений, численном анализе и вычислительной математике.

Список использованной литературы:

- 1 Коробов Н.М. Теоретико-числовые методы в приближенном анализе. М., 1963.
- 2 Ibatulin, I.Z., Temirgaliev, N. On the informative power of all possible linear functionals for the discretization of solutions of the Klein-Gordon equation in the metric of $L^{2, \infty}$. *Differential Equations*, 44(4), 510 – 526 (2008). <https://doi.org/10.1134/S001226610804006X>
- 3 Temirgaliev, N., Sherniyazov, K.Y., Berikhanova, M.Y. Exact orders of computational (numerical) diameters in problems of reconstructing functions and sampling solutions of the Klein-Gordon equation from Fourier coefficients. *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics (Supplementary issues)*, 282 (1), 165–191 (2013). <https://doi.org/10.1134/S0081543813070109>
- 4 Утесов А.Б., Утесова Г.И. Об оптимальной дискретизации в метрике $L^{\infty, \infty}$ решений уравнения Клейна-Гордона с начальными условиями из классов Никольского. *Вестн. КазНУ*. 2020. №4(140). С. 608 -616.
- 5 Abikenova, Sh. K., Temirgaliev, N. On the sharp order of informativeness of all possible linear functionals in the discretization of solutions of the wave equation. *Differential Equations*, 46(8), 1211–1214 (2010). <https://doi.org/10.1134/S0012266110080148>
- 6 Abikenova, Sh., Utesov, A., Temirgaliev, N. On the discretization of solutions of the wave equation with initial conditions from generalized Sobolev classes. *Mathematical Notes*, 91(3), 430 - 434 (2012). <https://doi.org/10.1134/S0001434612030121>
- 7 Utesov, A.B., Bazarkhanova, A.A. Optimal Computing Units in the Problem of Discretizing Solutions of the Klein – Gordon Equation and Their Limit Errors. *Differential Equations*, 58 (5), 698 –711 (2022). <https://doi.org/10.1134/S0012266122050093>

8 Абикенова Ш. К. Дискретизация периодических решений волнового уравнения с начальными условиями из классов $W_2^r(0,1)^s, W_2^{\omega r}(0,1)^s$ и E_s^r : дис.... канд. физ.- мат. наук. Астана, 2010.

9 Утесов А.Б. Об оптимальном восстановлении функций из класса Коробова в рамках $K(V)P$ постановки. Вестник КазНПУ им. Абая, серия «физико -математические науки», №2(70), 2020, стр. 115 – 121.

10 Темляков В.Н. Приближение функций с ограниченной смешанной производной. Труды МИАН СССР, 1986, т. 178, с. 3 – 113.

References:

1 Korobov N.M. (1963) *Teoretiko - chislovye metody v priblizhenom analize [Numerical - theoretic methods in approximate analysis]. M. (In Russian)*

2 Ibatulin, I.Z., Temirgaliev, N. (2008) *On the informative power of all possible linear functionals for the discretization of solutions of the Klein-Gordon equation in the metric of $L^{2,\infty}$. Differential Equations, 44(4), 510 - 526. <https://doi.org/10.1134/S001226610804006X>*

3 Temirgaliyev, N., Sherniyazov, K.Y., Berikkhanova, M.Y. (2013) *Exact orders of computational (numerical) diameters in problems of reconstructing functions and sampling solutions of the Klein-Gordon equation from Fourier coefficients. Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics (Supplementary issues), 282 (1), 165–191. <https://doi.org/10.1134/S0081543813070109>*

4 Utesov A.B., Utesova G.I. (2020) *Ob optimal'noj diskretizacii v metrike $L^{\infty,\infty}$ reshenij uravnenija Klejna – Gordona s nachal'nymi uslovijami iz klassov Nikol'skogo [On the optimum discretization in metric $L^{\infty,\infty}$ of solutions of Klein-Gordon equations with initial conditions from Nikolsky's classes]. Vestn. KazNITU. №4(140). S. 608 – 616. (In Russian)*

5 Abikeno, Sh.K., Temirgaliev, N. (2010) *On the sharp order of informativeness of all possible linear functionals in the discretization of solutions of the wave equation. Differential Equations, 46(8), 1211–1214. <https://doi.org/10.1134/S0012266110080148>*

6 Abikeno, Sh., Utesov, A., Temirgaliev, N. (2012) *On the discretization of solutions of the wave equation with initial conditions from generalized Sobolev classes. Mathematical Notes, 91(3), 430-434. <https://doi.org/10.1134/S0001434612030121>*

7 Utesov, A.B., Bazarkhanova, A.A. (2022) *Optimal Computing Units in the Problem of Discretizing Solutions of the Klein–Gordon Equation and Their Limit Errors. Differential Equations, 58 (5), 698–711. <https://doi.org/10.1134/S0012266122050093>*

8 Abikeno Sh. K. (2010) *Diskretizacija periodicheskikh reshenij volnovogo uravnenija s nachal'nymi uslovijami iz klassov $W_2^r(0,1)^s, W_2^{\omega r}(0,1)^s$ i E_s^r [Discretization of periodic solutions of the wave equation with initial conditions from classes $W_2^r(0,1)^s, W_2^{\omega r}(0,1)^s$ and E_s^r]: dis.... kand. fiz.- mat. nauk. Астана. (In Russian)*

9 Utesov A.B.(2020) *Ob optimal'nom vosstanovlenii funkcion iz klassa Korobova v ramkah $K(V)P$ – postanovki [On optimal recovery of functions from the Korobov class in the framework of $C(N)D$ - statement]. Vestnik KazNPU im. Abaja, serija «fiziko – matematicheskie nauki», №2(70), str. 115 –121. (In Russian)*

10 Temljakov V.N. (1986) *Priblizhenie funkcion s ogranichennoj smeshannoij proizvodnoij [Approximation of functions with a bounded mixed derivative]. Trudy MIAN SSSR, t. 178, s. 3 – 113. (In Russian)*

ЕСЕПТЕУ МАТЕМАТИКАСЫ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ COMPUTER MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING

МРНТИ 27.41.19
УДК 517.988.68

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.004>

Г.Б. Баканов¹, С.К. Мелдебекова^{1*}

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ., Қазақстан
*e-mail: saule.meldebekova@ayu.edu.kz

ГИПЕРБОЛАЛЫҚ-ПАРАБОЛАЛЫҚ ТЕНДЕУ ҮШІН ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕПТІҢ ШЕКТЕУЛІ- АЙЫРЫМДЫҚ АНАЛОГЫНЫҢ ШАРТТЫ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫ ЖАЙЛЫ

Аңдатпа

Бұл жұмыста гиперболалық-параболалық тендеу үшін шекаралық есептің шектеулі - айырымдық аналогы қарастырылады. Мұндай есепке қисықтар үйірі үшін қойылған интегралдық геометрия есебі келтіріледі. Бұл есептің тегіс функциялар кеңістігінде шешімі бар деп жорамалданып, орнықтылық бағалауы дәлелденді. Интегралдық геометрияның мұндай есептері көптеген қолданыс тапқан, оның ішінде сейсмосбарлау мәліметтерін интерпретациялау есептері, компьютерлік томография және техникалық диагностика есептері. Интегралдық геометрия есептерінің айырымдық аналогтарын зерттеудің өзіне тән күрделі тұстары бар, үзіліссіз қойылымда алынатын көптеген қатынастар дискретті аналогқа ауысқанда анағұрлым күрделі түрге ие болады және ығысу барысында туындайтын қосылғыштарға қатысты қосымша зерттеулерді талап етеді. Мұндай есептердің жалпы жағдайда шешім бар болуының теоремасы болмағандықтан шартты корректілік ұғымы қолданылады. Жұмыс нәтижелері геотомография, медициналық томография, дефектоскопия және т.б. есептерді шешуде қолданылатын сандық әдістердің жинақтылығын көрсету үшін өте маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: қисынсыз есеп, интегралдық геометрия, қисықтар үйірі, орнықтылық бағалауы, аралас типті тендеу, шектеулі - айырымдық есеп, квадраттық форма.

Г.Б. Баканов¹, С.К. Мелдебекова¹

¹Международный казахско-турецкий университет имени Х.А.Ясауи, г.Туркестан, Казахстан
**ОБ УСЛОВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОГО АНАЛОГА ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ
ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ГИПЕРБОЛО-ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА**

Аннотация

В работе рассматривается конечно-разностный аналог граничной задачи для уравнения гиперболо-параболического типа, к которой сводится задача интегральной геометрии для семейства кривых. Полагая, что решение существует доказывається оценка устойчивости дискретного аналога этой задачи на пространстве достаточно гладких функций. Эти задачи интегральной геометрии связаны с многочисленными приложениями, в том числе задачи интерпретации данных сейсморазведки, задачи компьютерной томографии и технической диагностики. Исследование разностных аналогов задач интегральной геометрии имеет специфические трудности, связанные с тем обстоятельством, что для конечно-разностных аналогов частных производных основные соотношения выполняются с некоторым сдвигом по дискретной переменной. В связи с этим многие соотношения, получаемые в непрерывной постановке, при переходе к дискретному аналогу имеет более сложную и громоздкую форму, что требует дополнительных исследований возникающих слагаемых со сдвигом. Так как отсутствует теорема существования решения в общем случае в работе использовано понятие условной корректности. Полученный в работе результат имеет важное значение для понимания эффективности численных методов решения задач геотомографии, медицинской томографии, дефектоскопии и т.д.

Ключевые слова: некорректная задача, интегральная геометрия, семейство кривых, оценка устойчивости, уравнение смешанного типа, конечно-разностная задача, квадратичная форма.

ON THE CONDITIONAL STABILITY OF A FINITE DIFFERENCE ANALOGUE OF A BOUNDARY PROBLEM FOR A HYPERBOLIC-PARABOLIC EQUATION

Bakanov G.B.¹, Meldebekova S.K.¹

¹International kazakh-turkish University named K.A.Yassawi, Turkestan, Kazakhstan

Abstract

In this paper, we consider a finite-difference analog of the boundary value problem for an equation of hyperbolic-parabolic type. The problem of integral geometry for a family of curves is reduced to this problem. Assuming that the solution exists, an estimation of the stability of the discrete analogue of this problem on the space of sufficiently smooth functions is proved. These problems of integral geometry are associated with numerous applications, including problems of interpretation of seismic data, problems of computed tomography and technical diagnostics. The study of difference analogues of integral geometry problems has specific difficulties associated with the fact that for finite-difference analogues of partial derivatives, the basic relations are performed with a certain shift in the discrete variable. In this regard, many relations obtained in a continuous formulation, when transitioning to a discrete analogue, have a more complex and cumbersome form, which requires additional studies of the resulting terms with a shift. Since there is no theorem of the existence of a solution in the general case, the concept of conditional correctness is used in the work. The result of this work is important for understanding the effectiveness of numerical methods for solving problems of geotomography, medical tomography, flaw detection, etc.

Keywords: ill-posed problem, integral geometry, family of curves, stability estimation, mixed-type equation, finite-difference problem, quadratic form.

Кіріспе

Бұл жұмыста гиперболалық-параболалық теңдеу үшін шекаралық есепке келтірілетін интегралдық геометрия есебінің шектеулі - айырымдық аналогы қарастырылады. Гиперболалық-параболалық теңдеу үшін шекаралық есеп түрлері [1-3] еңбектерде зерттелген. Интегралдық геометрия есептері томографияның математикалық негізін құрайды. Компьютерлік томографиядағы негізгі мәселе функцияны интегралдары бойынша қалпына келтіру болып табылады. Интегралдық геометрия есептері математикалық физиканың қисынсыз есептеріне жатады, оның негіздері [4-6] еңбектерінде қаланған және көптеген қосымшалармен байланысты есептерді (компьютерлік томография есебі, акустика мен сейсмосбарлаудың кері есептері) құрайды. Айта кетелік, интегралдық геометрия есептерінің дифференциалды - айырымдық және шектеулі - айырымдық аналогтарын зерттеу қажеттілігін және өте перспективалы бағыт екендігін алғаш рет академик М.М. Лаврентьев айтқан. Сондықтан, интегралдық геометрия есебінің шектеулі - айырымдық аналогын зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

Алғаш рет М. М. Лаврентьев пен В. Г. Романовтың [7] еңбегінде гиперболалық теңдеулер үшін бірқатар кері есептер интегралдық геометрия есептеріне келтірілетіні көрсетілген. Кейін В. Г. Романов интегралдық геометрия есептері үшін шешімнің жалғыздығы жайлы теоремасын дәлелдеді және шартты орнықтылық бағаларын алды [8,9]. Белгісіз функциялар класына қандай да бір кеңейтуді қолдану және басқа координаттар жүйесін таңдау арқылы регулярлы қисықтар үйірі үшін интегралдық геометрия есебінің шешімі бар болатыны жайлы нәтижелерді А.Х. Амиров келтірген [10,11].

Арнайы қисықтар үйірі үшін шешімнің жалғыздығы туралы және орнықтылық бағалары бойынша жалпылама нәтижені Р.Г. Мухометов алған болатын. Орнықтылықтың бұл бағалаулары интегралдық геометрия есебін оған эквивалент болатын аралас типті дербес туындылы теңдеу үшін шекаралық есепке келтіруге негізделген [12].

Бұл мақалада гиперболалық-параболалық теңдеу үшін шекаралық есепке келтірілетін салмақтық функциясы бар интегралдық геометрия есебінің қойылымы алғаш рет зерттеліп отыр.

Зерттеу әдіснамасы

Айталық, $U(x, y) \in C^2(\bar{D})$ және

$$V(\gamma, z) = \int_{K(\gamma, z)} U(x, y) \rho(x, y, z) ds; \quad \gamma \in [0, l], \quad z \in [0, l] \quad (1)$$

Интегралдық геометрия (1) есебі \bar{D} облысында берілген $K(\gamma, z)$ қисықтары және $V(\gamma, z)$ функциялары бойынша $U(x, y)$ функциясын табудан тұрады.

$$W(x, y, z) = \int_{K(x, y, z)} U(x_1, y_1) \rho(x_1, y_1, z) ds$$

функциясын енгіземіз, мұндағы $K(x, y, z)$ қисығы $(x_1, y_1) \in \bar{D}$ және $(\xi(z), \eta(z))$ нүктелерін қосатын $K(\gamma, z)$ қисығының бөлігі, $z \in [0, l]$.

Соңғы теңдеуді $K(x, y, z)$ қисығына (x, y) нүктесінде жүргізілген, x өсімен жасайтын $\theta(x, y, z)$ бұрышы бар жанама бағытында дифференциалдайтын болсақ, онда

$$\frac{\partial W}{\partial x} \cos \theta + \frac{\partial W}{\partial y} \sin \theta = u(x, y) \rho(x, y, z).$$

Осыдан шығатыны:

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial W}{\partial x} \frac{\cos \theta}{\rho} + \frac{\partial W}{\partial y} \frac{\sin \theta}{\rho} \right) = 0, \quad (x, y, z) \in \Omega_1. \quad (2)$$

Есептің берілгендерінен W функциясы үшін келесі шекаралық шартты аламыз:

$$W(\xi(\gamma), \eta(\gamma), z) = V(\gamma, z), \quad V(z, z) = 0, \quad \gamma, z \in [0, l], \quad (3)$$

мұндағы $\rho(x, y, z)$ - белгілі функция, D облысы шекарасы Γ

$$x = \xi(z), \quad y = \eta(z), \quad z \in [0, l], \quad \xi(0) = \xi(l), \quad \eta(0) = \eta(l)$$

қисығы болатын жазық, шектелген, бірбайланысты облыс, z параметрі – Γ қисығының ұзындығы,

$$\Omega_1 = \Omega / \{(\xi(\gamma), \eta(\gamma), z) : z \in [0, l]\}, \quad \Omega = \bar{D} \times [0, l].$$

Интегралдық геометрияның (1) есебін (2) - (3) есебіне келтірудің келесі шарттары орындалсын:

а) \bar{D} облысының кез келген екі нүктесі арқылы жалғыз $K(\gamma, z)$ қисығы өтеді; $K(\gamma, z)$ қисықтар үйірінің әрқайсысы Γ шекарасын $(\xi(z), \eta(z))$ және $(\xi(\gamma), \eta(\gamma))$ нүктелерінде қияды, басқа нүктелер Γ шекарасына тиісті емес; барлық қисықтардың ұзындықтары бірқалыпты шектелген;

ә) $\varphi \in C^3(T)$, $\psi \in C^3(T)$, осы функциялардың барлық функциялары T кеңістігінде бірқалыпты шектелген;

б) $\frac{1}{s} \frac{D(\varphi, \psi)}{D(\theta, s)} \geq c_1 > 0$, мұндағы c_1 – тұрақты шама,

в) $\varphi(x, y, 0, s) = \varphi(x, y, 2\pi, s)$, $\psi(x, y, 0, s) = \psi(x, y, 2\pi, s)$,

осындай теңдіктер көрсетілген функциялардың үшінші ретті туындыларына дейін орындалады.

Сондай-ақ, абсцисса не ордината өсіне параллель болатын кез келген түзу D облысының шекарасын екі нүктеде қияды.

Айталық,

$$a_1 = \inf_{(x, y) \in D} \{x\}, \quad b_1 = \sup_{(x, y) \in D} \{x\}, \quad a_2 = \inf_{(x, y) \in D} \{y\}, \quad b_2 = \sup_{(x, y) \in D} \{y\},$$

$$h_j = (b_j - a_j) / N_j, \quad j = 1, 2; \quad h_3 = l / N_3,$$

мұндағы $N, j = 1, 2, 3$ - натурал сандар.

ε келесі шартты қанағаттандыратын болсын

$$0 < \varepsilon < \min \{ (b_1 - a_1) / 3, (b_2 - a_2) / 3 \},$$

$$D^\varepsilon = \left\{ (x, y) \in D : \min_{(\alpha, \beta) \in \Gamma} \rho((x, y), (\alpha, \beta)) > \varepsilon \right\},$$

$$R_h = \left\{ (x_i, y_j) : x_i = a_1 + ih_1, y_j = a_2 + jh_2, i = 1, \dots, N_1; j = 1, \dots, N_2 \right\}.$$

$(a_1 + ih_1, a_2 + jh_2)$ нүктесінің $\Pi(ih_1, jh_2)$ маңайы деп $(a_1 + ih_1, a_2 + jh_2)$ нүктесі және $(a_1 + (i \pm 1)h_1, a_2 + (j \pm 1)h_2)$ түріндегі нүктелерінен тұратын жиынды айтамыз.

$D_h^\varepsilon = D^\varepsilon \cap R_h$ облысында $\Pi(ih_1, jh_2)$ маңайымен жататын барлық $(a_1 + ih_1, a_2 + jh_2)$ нүктелер жиыны.

$\Gamma_h^\varepsilon = \Pi(ih_1, jh_2)$ маңайының $(D^\varepsilon \cap R_h) / D_h^\varepsilon$ жиынымен қиылысуы бос болмайтын $(a_1 + ih_1, a_2 + jh_2) \in D_h^\varepsilon$ нүктелер жиыны.

$$\Delta_h^\varepsilon = \bigcup_{\Gamma_h^\varepsilon} \Pi(ih_1, ih_2), \quad D_h = R_h \cap D.$$

$$\Omega_h^\varepsilon = \{ (a_1 + ih_1, a_2 + jh_2, kh_3) : (a_1 + ih_1, a_2 + jh_2) \in D_h^\varepsilon, k = 0, 1, \dots, N_3 - 1 \}.$$

Шекаралық (2)-(3) есебінің коэффициенттері мен шешімі келесі шарттарды қанағаттандырады деп есептейміз:

$$W(x, y, z) \in C^3(\Omega^\varepsilon), \quad \theta(x, y, z) \in C^2(\Omega^\varepsilon), \quad \Omega^\varepsilon = \overline{D^\varepsilon} \times [0, l], \quad (4)$$

$$\rho(x, y, z) \in C^2(\Omega), \quad \rho(x, y, z) > c_1 > 0, \quad \frac{\partial \theta}{\partial z} > \left| \frac{\partial \rho}{\partial z} \cdot \frac{1}{\rho} \right|. \quad (5)$$

Келесі шектеулі-айырымдық есепті қоямыз:

$$\left[\begin{array}{c} F_0 \frac{a}{x} + F_0 \frac{b}{y} \\ F_0 \frac{c}{z} \end{array} \right] = 0, \quad (a_1 + ih_1, a_2 + ih_2, kh_3) \in \Omega_h^\varepsilon, \quad (6)$$

теңдеуін және келесі шекаралық шарттарды

$$F_{i,j}^k(z) = \Phi_{i,j}^k(z), (a_1 + ih_1, a_2 + jh_2) \in \Delta_h^\varepsilon, k = 1, \dots, N_3 - 1, \quad (7)$$

$$F_{i,j}^0(z) = F_{i,j}^{N_3}(z), (a_1 + ih_1, a_2 + jh_2) \in D_h^\varepsilon, \quad (8)$$

қанағаттандыратын $F_{i,j}^k$ функциясын табу керек.

Мұндағы

$$F_{i,j}^k = F(x_i, y_j, z_k) = F(a_1 + ih_1, a_2 + jh_2, kh_3),$$

$$F_0^x = (F_{i+1,j} - F_{i-1,j}) / 2h_1, \quad F_0^y = (F_{i,j+1} - F_{i,j-1}) / 2h_2,$$

$$f_z = \frac{f_{i,j}^{k+1} - f_{i,j}^k}{h_3}, \quad a = \cos \theta_{i,j}^k(z), \quad b = \sin \theta_{i,j}^k(z),$$

$$\theta_{i,j}^k(z) = \theta(a_1 + ih_1, a_2 + jh_2, kh_3), \quad c = \rho_{i,j}^k = \rho(a_1 + ih_1, a_2 + jh_2, kh_3).$$

Бұл қойылымда есеп шешімі жайлы ақпарат тек Γ шекарасында ғана емес, оның \mathcal{E} - маңайында да беріледі. Өйткені бұл $(\xi(z), \eta(z), z)$ түріндегі кез келген нүкте маңайында $\theta_z, W_{xz}, W_{yz}, W_{xy}$

туындыларының $\left[(x - \xi(z))^2 + (y - \eta(z))^2 \right]^{\frac{1}{2}}$ түріндегі ерекшеліктердің бар болуымен байланысты [12].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Лемма 1. Егер u және v тор функциялары болса, онда

$$\left(\frac{u}{v}\right)_z = \frac{u_z v^k - u^k v_z}{v^k v^{k+1}} \tag{9}$$

$$(uv)_z = u^k v_z + u_z v^k + h_3 u_z v_z \tag{10}$$

$$(uv)_x^0 = u_0 v_x + u_x v_0 + \frac{h_1^2}{2} [u_x v_x]_x \tag{11}$$

Теорема 1. (6)-(8) есебінің шешімі Ω_h^ε жиынында бар болсын және $\left|F_{xz}^0\right| \leq c_2, \left|F_{yz}^0\right| \leq c_2$ деп жоримыз, мұндағы c_2 - қандай да бір тұрақты. Барлық $N_j, j = 1, 2, 3$ үшін

$$(ab_z - a_z b) - \left|\frac{c_z}{c}\right| \geq \alpha > 0$$

орындалсын. Сонда барлық $N_j > N^{**}, j = 1, 2, 3$ үшін оң N^{**} тұрақтысы табылып, келесі бағалау орынды болады

$$\sum_{\Omega_h^\varepsilon} \left(F_x^2 + F_y^2\right) h_1 h_2 h_3 \leq c_3 \sum_{\Delta_h^\varepsilon} \left(\Phi_x^2 h_1 h_3 + \Phi_y^2 h_2 h_3 + \Phi_z^2 (h_1 + h_2) h_3\right) + c_2 h_3^2. \tag{12}$$

Мұндағы c_3 тұрақтысы $\rho(x, y, z)$ функциясына және $K(\gamma, z)$ қисықтар үйіріне тәуелді болатын оң тұрақты шама.

Дәлелдеу. [13-15] еңбектерінде ұсынылған әдістемені қолдана отырып, (6) теңдеуінің екі жағын да

$2c(-bF_x^0 + aF_y^0)$ өрнегіне көбейтеміз, алынған теңдікті келесі түрде жазамыз $S_1 + S_2 = 0$, мұндағы

$$S_1 = S_2 = c \left(-bF_x^0 + aF_y^0\right) \left[F_x^0 \frac{a}{c} + F_y^0 \frac{b}{c}\right]_z$$

Функциялардың көбейтіндісін дифференциалдаудың (10) формуласын қолданып, S_1 өрнегін түрлендіреміз:

$$\begin{aligned} S_1 &= \left[c \left(-bF_x^0 + aF_y^0\right) \left(\frac{a}{c} F_x^0 + \frac{b}{c} F_y^0\right) \right]_z - \\ &- \left[c \left(-bF_x^0 + aF_y^0\right) \right]_z \left(\frac{a}{c} F_x^0 + \frac{b}{c} F_y^0\right) - \\ &- h_3 \left[c \left(-bF_x^0 + aF_y^0\right) \right]_z \left[\frac{a}{c} F_x^0 + \frac{b}{c} F_y^0\right]_z = 0 \end{aligned}$$

S_1 мен S_2 өрнектеріндегі жақшаларды (9), (10) формулалары мен (6) теңдігін назарға ала отырып ашып, сондай-ақ

$$\begin{aligned} \left(1 - \frac{c^k}{c^{k+1}}\right) &\approx o(h_3), \quad \left(\frac{1}{c^{k+1}} - \frac{1}{c^k}\right) \approx o(h_3), \quad \left(\frac{1}{c^{k+1}} + \frac{1}{c^k}\right) \approx \frac{2}{c^k} + o(h_3), \\ d = 2ab &= 2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta, \quad e = a^2 - b^2 = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta = \cos 2\theta, \end{aligned}$$

$$F_0 F_0 = \frac{1}{2} \left(F_0^2 \right) - \frac{h_3}{2} F_0^2, \quad F_0 F_0 = \frac{1}{2} \left(F_0^2 \right) - \frac{h_3}{2} F_0^2$$

формулаларын ескере отырып

$$S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 = 0 \tag{13}$$

екендігін аламыз, мұндағы

$$\begin{aligned} S_3 &= \frac{1}{2} \left\{ F_0^2 \left[(ab_z - a_z b) + d \frac{c_z}{c} \right] - 2F_0^{k+1} e \frac{c_z}{c} + \right. \\ &\quad \left. + \left(F_0^{k+1} \right)^2 \left[(ab_z - a_z b) - d \frac{c_z}{c} \right] \right\}, \\ S_4 &= \frac{1}{2} \left\{ \left(F_0^{k+1} \right)^2 \left[(ab_z - a_z b) + d \frac{c_z}{c} \right] - 2F_0^{k+1} F_0 e \frac{c_z}{c} + \right. \\ &\quad \left. + F_0^2 \left[(ab_z - a_z b) - d \frac{c_z}{c} \right] \right\}, \\ S_5 &= -\frac{h_3^2}{2} F_0^2 \left[(ab_z - a_z b) + d \frac{c_z}{c} \right] - \frac{h_3^2}{2} F_0^2 \left[(ab_z - a_z b) - d \frac{c_z}{c} \right] + \\ &\quad + F_0^2 (a_z b + abc_z) o(h_3) + F_0^2 (ab_z - abc_z) o(h_3) + \\ &\quad + F_0 F_0^{k+1} b^2 c_z o(h_3) - F_0 F_0^{k+1} a^2 c_z o(h_3), \\ S_6 &= F_0 F_0 b b_z \left(1 - \frac{c^k}{c^{k+1}} \right) + F_0 F_0 a a_z \left(\frac{c^k}{c^{k+1}} - 1 \right) - \\ &\quad - h_3 F_0 F_0 \left(a a_z + b b_z \frac{c^k}{c^{k+1}} \right) + h_3 F_0 F_0 \left(a a_z \frac{c^k}{c^{k+1}} + b b_z \right), \\ S_7 &= \left[\left(-F_0 b + F_0 a \right) \left(F_0 a + F_0 b \right) \right] - F_0 F_0 + F_0 F_0, \\ S_8 &= h_3 F_0^2 a b_z \frac{c_z}{c} + h_3^2 F_0 F_0 a b_z \frac{c_z}{c} + h_3 F_0 F_0 a a_z \frac{c_z}{c} + h_3 F_0 F_0 b b_z \frac{c_z}{c} - \\ &\quad - h_3^2 F_0 F_0 a a_z \frac{c_z}{c} + h_3^2 F_0 F_0 b b_z \frac{c_z}{c} - h_3 F_0^2 a_z b \frac{c_z}{c} - h_3^2 F_0 F_0 a_z b \frac{c_z}{c}. \end{aligned}$$

Енді осы өрнектердің әрқайсысын түрлендіріп, бағалаймыз.

S_3 және S_4 өрнектерін F_0^x және F_0^{k+1} , F_0^{k+1} және F_0^y функцияларына қатысты квадраттық форма деп қарастырсақ, оның анықтауышы келесідей есептеледі:

$$\begin{vmatrix} (ab_z - a_z b) + d \frac{c_z}{c} & -e \frac{c_z}{c} \\ -e \frac{c_z}{c} & (ab_z - a_z b) - d \frac{c_z}{c} \end{vmatrix} = (ab_z - a_z b)^2 - d^2 \left| \frac{c_z}{c} \right|^2 - e^2 \left| \frac{c_z}{c} \right|^2 = (ab_z - a_z b)^2 - \left| \frac{c_z}{c} \right|^2,$$

себебі $e^2 + d^2 = 1$, мұнда $e = \cos 2\theta$, $d = \sin 2\theta$. Сонда $(ab_z - a_z b) - \left| \frac{c_z}{c} \right| \geq \alpha > 0$ шартынан S_3 және S_4 квадраттық формаларының оң анықталғандығы шығады.

$\lambda_1 x^2 + 2\lambda_2 xy + \lambda_3 y^2$ оң анықталған квадраттық форма үшін орынды болатын

$$\lambda_1 x^2 + 2\lambda_2 xy + \lambda_3 y^2 \geq \frac{2(\lambda_1 \lambda_3 - \lambda_2^2)}{\lambda_1 + \lambda_3 + 2\sqrt{(\lambda_1 - \lambda_3)^2 + 4\lambda_2^2}} (x^2 + y^2)$$

теңсіздігін пайдалана отырып, алатынымыз

$$S_3 \geq \frac{1}{2} \left[(ab_z - a_z b) - \left| \frac{c_z}{c} \right| \right] \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right], \quad (14)$$

$$S_4 \geq \frac{1}{2} \left[ab_z - a_z b - \left| \frac{c_z}{c} \right| \right] \left[\left(F_0^{k+1} \right)_x^2 + \left(F_0^k \right)_y^2 \right]. \quad (15)$$

$\left(1 - \frac{c^k}{c^{k+1}} \right) \approx o(h_3)$ екенін ескере отырып

$$\begin{aligned} S_6 &= F_0 F_0 b b_z o(h_3) + F_0 F_0 a a_z o(h_3) - h_3 F_0 F_0 \left(a a_z + \frac{b b_z c^k}{c^{k+1}} \right) + \\ &+ h_3 F_0 F_0 \left(\frac{a a_z c^k}{c^{k+1}} + b b_z \right) = F_0 F_0 b b_z o(h_3) + F_0 F_0 a a_z o(h_3) (a a_z + b b_z) \times \\ &\times \left(F_0 F_0 - F_0 F_0 \right) - h_3 F_0 F_0 b b_z o(h_3) + h_3 F_0 F_0 a a_z o(h_3) = \\ &= F_0 F_0 (a a_z + b b_z) o(h_3) + (a a_z + b b_z) \left(F_0^k F_0^{k+1} - F_0^k F_0^{k+1} \right) - \\ &- \left(F_0^k F_0^{k+1} + F_0^k F_0^k \right) b b_z o(h_3) + \left(F_0^k F_0^{k+1} - F_0^k F_0^k \right) a a_z o(h_3) \end{aligned}$$

екендігін аламыз.

$|nm| \leq (n^2 + m^2) / 2$ теңсіздігін пайдаланып

$$\begin{aligned} S_6 &\leq \frac{1}{2} \left\{ \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^k \right)_y^2 \right] (a a_z + b b_z) o(h_3) + \right. \\ &\quad \left. + \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right] (a a_z + b b_z) + \right. \\ &\quad \left. + \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 + \left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^k \right)_y^2 \right] b b_z o(h_3) + \right. \\ &\quad \left. + \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 + \left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^k \right)_y^2 \right] a a_z o(h_3) \right\} \quad (16) \end{aligned}$$

бағалауын аламыз.

$(ab_z - a_z b) - \left| \frac{c_z}{c} \right| \geq \alpha > 0$ екенін ескере отырып, $\left| F_0^k \right|_{xz} \leq c_2$, $\left| F_0^k \right|_{yz} \leq c_2$ шарттары мен $|nm| \leq (n^2 + m^2) / 2$ теңсіздігін пайдаланып

$$\begin{aligned}
 S_5 \leq & F_0^2(a_z b + abc_z) o(h_3) + F_0^2(ab_z - abc_z) o(h_3) + \\
 & + \frac{1}{2} \left\{ \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right] (a_z b + abc_z) o(h_3) + \right. \\
 & + \left[\left(F_0^k \right)_y^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_x^2 \right] (ab_z + abc_z) + \\
 & + \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right] b^2 c_z o(h_3) + \\
 & \left. + \left[\left(F_0^k \right)_y^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_x^2 \right] a^2 c_z o(h_3) \right\} + c_2 h_3^2
 \end{aligned} \tag{17}$$

бағалауын аламыз.

(11) формуланы ескере отырып

$$\begin{aligned}
 F_0 F_0 \Big|_{yz} &= \left[F_0 F_z \right]_0 - F_{00} F_z - \frac{h_1^2}{2} \left[F_0 F_{zx} \right]_x, \\
 -F_0 F_0 \Big|_{xz} &= - \left[F_0 F_z \right]_0 + F_{00} F_z + \frac{h_2^2}{2} \left[F_0 F_{zy} \right]_y.
 \end{aligned}$$

өрнектерін аламыз.

Сонда

$$\begin{aligned}
 S_7 &= \left[\left(-F_0 b + F_0 a \right) \left(F_0 a + F_0 b \right) \right]_z - F_0 F_0 \Big|_{yz} + F_0 F_0 \Big|_{xz} = \\
 &= \left[\left(-F_0 b + F_0 a \right) \left(F_0 a + F_0 b \right) \right]_z + \left[F_0 F_z \right]_0 - \\
 & - \left[F_0 F_z \right]_0 - \frac{h_1^2}{2} \left[F_0 F_{zx} \right]_x + \frac{h_2^2}{2} \left[F_0 F_{zy} \right]_y.
 \end{aligned} \tag{18}$$

Енді S_8 өрнегін түрлендіріп, бағалаймыз:

$$\begin{aligned}
 S_8 &= h_3 F_0^2 ab_z \frac{c_z}{c} + h_3 F_0^k F_0^{k+1} ab_z \frac{c_z}{c} - h_3 F_0^2 ab_z \frac{c_z}{c} - h_3 aa_z \frac{c_z}{c} + \\
 & + h_3 F_0 F_0 bb_z \frac{c_z}{c} - h_3 F_0^k F_0^{k+1} aa_z \frac{c_z}{c} + h_3 F_0 F_0 aa_z \frac{c_z}{c} + h_3 F_0^k F_0^{k+1} bb_z \frac{c_z}{c} - \\
 & - h_3 F_0 F_0 bb_z \frac{c_z}{c} - h_3 F_0^2 a_z b \frac{c_z}{c} - h_3 F_0^k F_0^{k+1} a_z b \frac{c_z}{c} + h_3 F_0^2 a_z b \frac{c_z}{c}.
 \end{aligned}$$

Енді $|nm| \leq (n^2 + m^2) / 2$ теңсіздігін пайдаланып

$$\begin{aligned}
 S_8 \leq & \frac{h_3}{2} \left\{ \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right] ab_z \frac{c_z}{c} + \left[\left(F_0^k \right)_y^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_x^2 \right] aa_z \frac{c_z}{c} + \right. \\
 & \left. + \left[\left(F_0^k \right)_y^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_x^2 \right] bb_z \frac{c_z}{c} + \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right] a_z b \frac{c_z}{c} \right\}.
 \end{aligned} \tag{19}$$

бағалауын аламыз.

a, b, c функцияларын жеткілікті тегіс шектеулі деп санап және (14) -(19) өрнектерін ескере отырып, (13) формуласынан

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \left[(ab_z - a_z b) - \left| \frac{c_z}{c} \right| \right] \times \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_x^2 + \left(F_0^k \right)_y^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right] \leq \\ & \leq \frac{h_3}{2} K \left[\left(F_0^k \right)_x^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_x^2 + \left(F_0^k \right)_y^2 + \left(F_0^{k+1} \right)_y^2 \right] + R_{i,j}^k + c_2 h_3^2, \end{aligned} \quad (20)$$

теңсіздігін аламыз, мұндағы

$$R_{i,j}^k = \left[F_0 F_z \right]_0^y - \left[F_0 F_z \right]_0^x - \left[\left(F_0 a + F_0 b \right) \left(-F_0 b + F_0 a \right) \right]_z + \frac{h_1^2}{2} \left[F_{zx} F_0 \right]_x - \frac{h_2^2}{2} \left[F_{zy} F_0 \right]_y.$$

Айталық,

$$\left[(ab_z - a_z b) - \left| \frac{c_z}{c} \right| \right] \geq \alpha > 0, \quad N_j > 9, \quad j=1,2, \quad Kh_3 < \frac{\alpha}{2},$$

яғни $h_3 = \frac{l}{N_3}$ болғандықтан, $N_3 > \frac{2Kl}{\alpha}$ болады, мұнда α, K тұрақты шамалар.

Сонда, (20) теңсіздігінен

$$\sum_{\Omega_h^e} \left(F_0^2 \right)_x + \left(F_0^2 \right)_y h_1 h_2 h_3 \leq \frac{2}{\alpha} \sum_{\Omega_h^e} R_{i,j}^k + c_2 h_3^2 \quad (21)$$

екендігін аламыз.

(7)-(8) шарттарын және $|nm| \leq (n^2 + m^2) / 2$ теңсіздігін пайдаланып, (21) теңсіздігінен (12) бағалауын аламыз. Сонымен, теорема дәлелденді.

Қорытынды

Осы жұмыста алынған гиперболалық-параболалық теңдеу үшін шекаралық есептің шектеулі - айырымдық аналогының шартты орнықтылық бағалауы геотомография, медициналық томография, дефектоскопия есептерін сандық шешу әдістерінің жинақтылығын негіздеуде қолданылады және акустика мен сейсмосбарлаудың көп өлшемді кері есептерін шешуде үлкен практикалық маңызы бар.

Жұмыс ҚР ҒЖБМ АР 19678469 жобасын гранттық қаржыландыру есебінен орындалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Бердышев А. С. «О вольтерровости некоторых задач с условиями типа Бицадзе–Самарского для смешанного парабола-гиперболического уравнения», Сибирский математический журнал. – 2005. – Т. 46. – №. 3. – С. 500-510.
- 2 Ashyralyev A., Ozdemir Y. «Stability of difference schemes for hyperbolic-parabolic equations», Computers & Mathematics with Applications. – 2005. – Т. 50. – №. 8-9. – С. 1443-1476.
- 3 Ashyralyev A., Yurtsever H. A. «A note on the second order of accuracy difference schemes for hyperbolic-parabolic equations», Applied Mathematics and Computation. – 2005. – Т. 165. – №. 3. – С. 517-537.
- 4 Tikhonov, A. N., Arsenin, V. Y. (1977). Solutions of ill-posed problems. Vh Winston & Sons.
- 5 Ivanov, V. K., Vasin, V. V., & Tanana, V. P. (2013). Theory of linear ill-posed problems and its applications. De Gruyter, doi: 10.1515/9783110944822
- 6 Lavrent'ev, M. M., Romanov, V. G., & Shishatski, S. P. (1986). Ill-posed problems of mathematical physics and analysis (Vol. 64). American Mathematical Soc.
- 7 Лаврентьев М. М., Романов В. Г., «О трех линейризованных обратных задачах для гиперболических уравнений», Докл. АН СССР, 1966. -Т. 171. - 6. - С. 1279-1281.
- 8 Романов В. Г. О некоторых классах единственности решения задач интегральной геометрии //Математические заметки. – 1974. – Т. 16. – №. 4. – С. 657-668.
- 9 Романов В. Г. О восстановлении функции через интегралы по семейству кривых //Сибирский математический журнал. – 1967. – Т. 8. – №. 5. – С. 1206-1208.

10 Amirov, A. K. (2014). *Integral geometry and inverse problems for kinetic equations*. De Gruyter, doi: 10.1515/9783110940947.

11 Amirov, A., Yildiz, M., & Ustaoglu, Z. (2009). *Solvability of a problem of integral geometry via an inverse problem for a transport-like equation and a numerical method*. *Inverse Problems*, 25(9), 095002. doi: 10.1088/0266-5611/25/9/095002.

12 Мухометов Р. Г. О задаче интегральной геометрии // *Математические проблемы геофизики*. Новосибирск. – 1975. – Т. 6. – С. 212-252.

13 Кабанихин С. И., Баканов Г. Б., «Об устойчивости конечно-разностного аналога двумерной задачи интегральной геометрии», Докл. АН СССР, 1987. -Т. 292. - 1. - С. 25-29.

14 Bakanov, G. *On the stability of a differential- difference analogue of a two-dimensional problem of integral geometry*. *Filomat* 32:3 (2018), 933–938, doi: 10.2298/FIL1803933B.

15 Bakanov, G. B. (2016, August). *On the stability estimation of differential-difference analogue of the integral geometry problem with a weight function*. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1759, No. 1, p. 020067). AIP Publishing LLC, doi: 10.1063/1.4959681.

References:

1 Berdyshev, A. S. (2005). *O vol'terrovosti nekotorykh zadach s usloviyami tipa Bicadze–Samarskogo dlya smeshannogo parabolno-giperbolicheskogo uravneniya [On the Volterra property of some problems with Bitsadze–Samarskii type conditions for a mixed parabolic-hyperbolic equation]*. *Sibirskii Matematicheskii Zhurnal– Siberian Mathematical Journal*, 46(3), 500–510[in Russian].

2 Ashyralyev, A., & Ozdemir, Y. (2005). *Stability of difference schemes for hyperbolic-parabolic equations*. *Computers & Mathematics with Applications*, 50(8-9), 1443-1476.

3 Ashyralyev, A., & Yurtsever, H. A. (2005). *A note on the second order of accuracy difference schemes for hyperbolic–parabolic equations*. *Applied Mathematics and Computation*, 165(3), 517-537.

4 Tikhonov, A. N., Arsenin, V. Y. (1977). *Solutions of ill-posed problems*. V.H Winston & Sons.

5 Ivanov, V. K., Vasin, V. V., & Tanana, V. P. (2013). *Theory of linear ill-posed problems and its applications*. De Gruyter, doi: 10.1515/9783110944822

6 Lavrent'ev, M. M., Romanov, V. G., & Shishatski, S. P. (1986). *Ill-posed problems of mathematical physics and analysis* (Vol. 64). American Mathematical Soc.

7 Lavrent'ev M. M., Romanov V. G. (1966). *O trekh linearizirovannykh obratnykh zadachakh dlia giperbolicheskikh uravnenii [Three linearized inverse problems for hyperbolic equations]*. *Doklady AN SSSR – Reports of the USSR Academy of Sciences*, 171 (6), 1279–1281 [in Russian].

8 Romanov, V. G. (1974). *O nekotorykh klassakh edinstvennosti resheniia zadach integralnoi geometrii [On some classes of uniqueness of solutions to problems of integral geometry]*. *Matematicheskie zametki – Math notes*, 16 (4), 657–668 [in Russian].

9 Romanov V. G. (1967). *O vosstanovlenii funktsii cherez integraly po semeistvu krivykh [Reconstruction of a function in terms of integrals over a family of curves]*. *Sibirskii matematicheskii zhurnal – Siberian Mathematical Journal*, 8 (5), 1206–1208 [in Russian].

10 Amirov, A. K. (2014). *Integral geometry and inverse problems for kinetic equations*. De Gruyter, doi: 10.1515/9783110940947.

11 Amirov, A., Yildiz, M., & Ustaoglu, Z. (2009). *Solvability of a problem of integral geometry via an inverse problem for a transport-like equation and a numerical method*. *Inverse Problems*, 25(9), 095002. doi: 10.1088/0266-5611/25/9/095002.

12 Mukhometov, R. G. (1975) *O zadache integralnoi geometrii [On a problem of integral geometry]*. *Matematicheskie problemy geofiziki. Novosibirsk – Mathematical Problems of Geophysics*. Novosibirsk, 6, 212–252 [in Russian].

13 Kabanikhin, S. I., & Bakanov, G.B. (1987). *Ob ustoychivosti konechno-raznostnogo analoga dvumernoi zadachi integralnoi geometrii [On the stability of a finite-difference analogue of a two-dimensional problem of integral geometry C]*. *Doklady AN SSSR – Reports of the USSR Academy of Sciences*, 292 (1), 25–29 [in Russian].

14 Bakanov, G. *On the stability of a differential- difference analogue of a two-dimensional problem of integral geometry*. *Filomat* 32:3 (2018), 933–938, doi: 10.2298/FIL1803933B.

15 Bakanov, G. B. (2016, August). *On the stability estimation of differential-difference analogue of the integral geometry problem with a weight function*. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1759, No. 1, p. 020067). AIP Publishing LLC, doi: 10.1063/1.4959681.

МРНТИ 27.41.19
УДК 519.6

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.005>

Д.К. Койкелова¹, М.М. Букенов¹, А.Т. Рахымова^{1*}, А.М. Канкенова¹

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

*e-mail: agerim_rakhimova@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРИБЛИЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ НЕСЖИМАЕМОЙ СРЕДЫ ПО РИЧАРДСОНУ

Аннотация

Целью исследования является повышение точности приближенного решения задачи теории упругости для несжимаемых сред с применением метода экстраполяции Ричардсона по параметру. Метод экстраполяции Ричардсона заключается в повышении порядка точности по параметру приближенного решения. Разностные схемы для статической и динамической задач теории упругости для сжимаемой среды хорошо изучены и исследованы, и для таких разностных схем апробированы различные экономичные численные алгоритмы. Для решения задач упругой несжимаемой среды применяется решение задач упругой сжимаемой среды при стремлении коэффициента Ляме к бесконечности, поскольку ранее в работах авторов настоящей работы получены асимптотические оценки близости этих решений не только на дифференциальном уровне, но и на разностном уровне.

Ключевые слова: несжимаемая среда, закон Гука, напряжение, деформация, перемещение, коэффициенты Ляме, задача Стокса, теория упругости, уравнение равновесия, односвязная область.

Аңдатпа

Д.К. Койкелова¹, М.М. Букенов¹, А.Т. Рахымова¹, А.М. Канкенова¹

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

РИЧАРДСОН БОЙЫНША СЫҒЫЛМАЙТЫН ОРТА ҮШІН ЖУЫҚ ШЕШІМДЕРДІҢ ДӘЛДІГІН АРТТЫРУ

Бұл зерттеудің мақсаты параметрге қатысты Ричардсон экстраполяция әдісін қолдана отырып, сығылмайтын орталар үшін серпімділік теориясы мәселесінің жуықтап шешімін дәлдігін арттыру болып табылады. Ричардсон экстраполяция әдісі параметр арқылы шешімнің дәлдік ретін арттырудан тұрады. Сығылатын орта үшін серпімділік теориясының статикалық, динамикалық есептерінің айырымдық схемалары зерттеген болатын және осы айырымдық схемалары үшін әртүрлі экономикалық сандық алгоритмдер саналған. Серпімді сығылмайтын орта есептерін шешу үшін Ляме коэффициенті шексіздікке ұмтылғанда серпімді сығылатын орта есебінің шешімі пайдаланылады, өйткені бұрын осы жұмыс авторларының еңбектерінде бұл шешімдердің жақындығы туралы, тек қана дифференциалды деңгейде емес, сонымен қатар айырымдық деңгейде, асимптотикалық бағалар алынған.

Түйін сөздер: сығылмайтын орта, Гук заңы, кернеулер, деформациялар, орын ауыстырулар, Ляме коэффициенттері, Стокс есебі, серпімділік теориясы, тепе-теңдік теңдеуі, бір байланысты аймақ.

Abstract

IMPROVING THE ACCURACY OF APPROXIMATE SOLUTIONS FOR AN INCOMPRESSIBLE MEDIUM ACCORDING TO RICHARDSON

Koikelova D.K.¹, Bukenov M.M.¹, Rakhymova A.T.¹, Kankenova A.M.¹

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

The purpose of this study is to improve the accuracy of the approximate solution of the problem of elasticity theory for incompressible media using the Richardson extrapolation method with respect to a parameter. The Richardson extrapolation method consists in increasing the order of accuracy with respect to the parameter of the approximate solution. Difference schemes for static, dynamic problems of the theory of elasticity for a compressible medium are well studied and investigated and various economical numerical algorithms have been tested for these difference schemes. To solve the problems of an elastic incompressible medium, the solution of problem of an elastic compressible medium is used as the Lamé coefficient tends to infinity, since earlier in the works of the authors of this study asymptotic estimates of the proximity of these solutions were obtained, not only at the differential level, but also at the difference level.

Keywords: incompressible medium, Hooke's law, stresses, strains, displacements, Lamé coefficients, Stokes problem, elasticity theory, equilibrium equation, simply connected domain.

Введение

Известна аналогия течения вязкой несжимаемой жидкости с течением вязкой сжимаемой жидкости для упругой среды [1]. Согласно этой аналогии, любое решение уравнений теории упругости при коэффициенте Пуассона $\nu = 0,5$ ($\nu = \frac{\lambda}{2(\lambda+\mu)}$) и любом модуле сдвига μ может быть интерпретировано как движение вязкой несжимаемой жидкости с вязкостью μ . (задача Стокса) [2-4].

Для решения задач упругой несжимаемой среды применяется решение упругой сжимаемой среды при $\lambda \rightarrow \infty$, поскольку ранее в работах [5-6] получены асимптотические оценки близости этих решений по параметру $1/\lambda$. В работах [5-6] приведена оценка близости решений этих задач, если \bar{u} , p - решение задачи Стокса, u^λ -решение задачи теории упругости для сжимаемой среды, то имеет место оценка $\|\bar{u}^\lambda - \bar{u}\|_{W_2^1(D)} + \|p - \lambda \operatorname{div} \bar{u}^\lambda\|_{L_2(D)} \leq C \cdot \lambda^{-1}$, причем показано там же, что эта оценка не улучшаема по порядку λ .

В настоящей работе излагается использование метода экстраполяции Ричардсона по параметру $\frac{1}{\lambda}$, для построения приближенных решений с высоким порядком точности для несжимаемой среды. В настоящее время построение приближенных решений с высоким порядком точности является одной из актуальных задач вычислительной математики. Этот метод позволяет выполнять простейшие разностные аппроксимации дифференциальных задач, во-вторых, однородность осуществления алгоритмов на последовательности сеток с различными параметрами аппроксимаций, в-третьих простота логических приемов реализации всего алгоритма в целом. Разностные схемы для статической и динамической задач теории упругости для сжимаемой среды хорошо изучены и исследованы Самарским А.А., Коноваловым А.Н. и другими [7-8]. Для этих разностных схем апробированы различные экономичные численные алгоритмы. Для решения задач упругой несжимаемой среды применяются решения упругой сжимаемой среды при стремлении коэффициента Ляме $\lambda \rightarrow \infty$.

Разностные схемы, их реализация и обоснование сходимости хорошо изучены для упругой сжимаемой среды. Поэтому численная асимптотика позволяет решить задачу для несжимаемой среды. В этом случае за счет аппроксимации из [2] имеет место оценка $O(\lambda \cdot h)$, поэтому используется метод экстраполяции Ричардсона по $1/\lambda$. То есть, рассчитав k задач с $\lambda_k = \frac{1}{\lambda \cdot k}$, $k = 1, 2, \dots, N + 1$, построив линейный корректор, получим решение повышенного порядка точности $O(\lambda^{-(N+1)})$.

В ограниченной односвязной области $D \subset R^3$ с достаточно гладкой границей γ будем искать решение задачи теории упругости для несжимаемой среды, удовлетворяющей уравнению равновесия

$$\mu \Delta \bar{u} - \nabla p + \bar{f} = 0, x \in D, \quad (1)$$

условию не сжимаемости среды

$$\operatorname{div} \bar{u} = 0, x \in D, \quad (2)$$

соотношением перемещения -деформации

$$\varepsilon_{ik} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_i} \right), i, k = 1, 2, 3 \quad (3)$$

уравнениям состояния среды

$$\sigma_{ik} = -\delta_{ik} p + 2\mu \varepsilon_{ik} \quad (4)$$

где σ_{ik} – компоненты тензора напряжений, δ_{ik} – символ Кронекера, p – функция давления, ε_k – компоненты тензора деформаций, и граничным условием

$$\sum_{k=1}^3 \sigma_{ik} n_k = 0, x \in \gamma \quad (5)$$

Задача (1)-(5) является статической задачей для несжимаемой среды, обозначим ее задача I.

Ее решение рассматривалась как предел в определенном смысле при $\lambda \rightarrow \infty$ решения \bar{u}^λ задачи теории упругости для сжимаемой среды [6-7].

$$\mu \Delta \bar{u}^\lambda + (\lambda + \mu) \nabla \operatorname{div} \bar{u}^\lambda + \bar{f} = 0, x \in D \quad (6)$$

где компоненты тензоров деформаций и напряжений связаны законом Гука

$$\sigma_{ij}^\lambda = \delta_{ik} \lambda \theta^\lambda + 2\mu \varepsilon_i^\lambda, \quad i, j = 1, 2, 3 \quad (7)$$

а $\theta = \sum_{k=1}^3 \varepsilon_{kk}$, $\lambda > 0$ - постоянная Ламе, такая, что $\nu = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$.

Задача (3), (5), (6), (7) является статической задачей для сжимаемой среды, назовем задачей II. Как известно [7] условия разрешимости задачи II имеют вид

$$\int_D \bar{f} dx = 0, \int_D \operatorname{rot} \bar{f} dx = 0, \quad (8)$$

Для выделения ее единственного решения нужны дополнительные условия

$$\int_D \bar{u} dx = 0, \int_D \operatorname{rot} \bar{u} dx = 0, \quad (9)$$

В дальнейшем будем считать что, для задачи II выполнены условия (8), (9).

Как уже отмечалось во введении, использование итерационных методов с требуемой точностью приближения является в ряде случаев затруднительным. Из анализа оценок, полученной в [6], [7] следует, что

$$h = O(\lambda^{-3/2}),$$

а из [6] имеем

$$\|\bar{u}^\lambda - \bar{u}\|_{W_2^1(D)}^2 + \|\lambda \operatorname{div} \bar{u}^\lambda - p\|_{L_2(D)}^2 \leq O(\lambda^{-1})$$

где \bar{u}^λ - решение задачи II, \bar{u}, p - решение задачи I, если рассмотреть разностную аппроксимацию, то из [7] получим

$$\|\bar{u}_h^\lambda - \bar{u}^\lambda\| = O(\lambda \cdot h),$$

где \bar{u}_h^λ - решение разностной задачи, соответствующей задаче II полагая что $h = O(\lambda^{-2})$, т.е. при фиксированном λ , шаг сетки h связан зависимостью последним соотношением.

В работе [11] показано, что решение динамической задачи теории упругости для несжимаемой среды, обозначим задача III

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} &= \mu \Delta \bar{u} - \nabla p + \bar{f}, \quad x \in D, \\ \bar{u}|_{t=0} &= \bar{u}_0(x), \quad \frac{\partial \bar{u}}{\partial t} \Big|_{t=0} = \bar{u}_1(x), \quad x \in D \\ \sum_{k=1}^3 \sigma_{ik}(x, t) n_k &= 0, \quad x \in \gamma, \quad t \in [0, T] \end{aligned} \quad (10)$$

где $\sigma_{ik} = -\delta_{ik} p + 2\mu \varepsilon_{ik}$.

Можно получить переходя к пределу при $\lambda \rightarrow \infty$, в решении динамической задачи теории упругости

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \bar{u}^\lambda}{\partial t^2} &= \mu \Delta \bar{u}^\lambda + (\lambda + \mu) \nabla \operatorname{div} \bar{u}^\lambda + \bar{f}, \quad x \in D \\ \bar{u}^\lambda|_{t=0} &= \bar{u}_0(x), \quad \frac{\partial \bar{u}^\lambda}{\partial t} \Big|_{t=0} = \bar{u}_1(x), \quad x \in D \\ \sum_{k=1}^3 \sigma_{ik}^\lambda(x, t) n_k &= 0, \quad x \in \gamma, \quad t \in [0, T] \end{aligned} \quad (11)$$

Где

$$\sigma_{ik}^\lambda = -\lambda \delta_{ik} \operatorname{div} \bar{u}^\lambda + 2\mu \varepsilon_{ik}^\lambda$$

(11) – является динамической задачей теории упругости для сжимаемой среды, обозначим задача IV, то в силу полученных там оценок

$$\|\bar{u}^\lambda - \bar{u}\|_{L_2(0,T;W_2^1(D))} = O(\lambda^{-1}), \quad (12)$$

Кроме того из аппроксимации динамической задачи теории упругости

$$\|\bar{u}_h^\lambda - \bar{u}^\lambda\| = O(\tau^\alpha + h^\beta). \quad (13)$$

Учитывая оценку (13), полагая что величины, входящие в последние оценки должны быть одного порядка получим ограничение на шаг по времени τ [11]. Решение статической задачи для несжимаемой среды ищутся в классе $\|U\|_{W_2^1(D)}$, и решение динамической задачи ищутся в классе $\|U\|_{W_2^{1,1}(D_T)}$.

Методы исследования

Применим метод Ричардсона [10] для повышения точности приближенного решения задачи I, используя решение задачи II при $\lambda \rightarrow \infty$, тогда $1/\lambda$ – можно считать малым параметром. Пусть $f(x)$ и граница γ достаточно гладкие, тогда решение задачи II достаточно гладкое. Предварительно докажем вспомогательное утверждение.

Лемма 1. Для решения задачи II имеет место разложение

$$\bar{u}^\lambda = \sum_{k=0}^N \bar{u}_k \left(\frac{1}{\lambda}\right)^k + \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{N+1} \bar{\omega}^\lambda, \quad (14)$$

$$p - \lambda \operatorname{div} \bar{u} = 0,$$

$$p = \sum_{k=0}^N p_k \left(\frac{1}{\lambda}\right)^k + \pi_\lambda \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{N+1} \quad (15)$$

где обозначения $\bar{\omega}^\lambda = \bar{u}^\lambda - \bar{u}_k$, $\pi_\lambda = p - \lambda \operatorname{div} \bar{u}^\lambda$ - из [6],[7],

$$\|\bar{u}_k\|_{W_2^1(D)} \leq C < \infty, \quad (16)$$

\bar{u}_k -не зависит от λ , а функции $\bar{\omega}^\lambda$, π_λ таковы, что

$$\|\bar{\omega}^\lambda\|_{W_2^1(D)} + \|\pi_\lambda\|_{L_2(D)} \leq C < \infty, \quad (17)$$

Доказательство. Пусть u_k является решением следующей задачи: уравнение равновесия для несжимаемой среды

$$\mu \Delta \bar{u}_0 - \nabla p_0 + \bar{f} = 0, x \in D,$$

условие несжимаемости

$$\operatorname{div} \bar{u}_0 = 0, x \in D, T\bar{u}_0 = 0, x \in \gamma,$$

граничным условиям

$$T\bar{u}_0 = \sum_{k=1}^3 \sigma_{ik} n_k = 0, x \in \gamma,$$

и условием единственности решения

$$\int_D \bar{u}_0 dx = \int_D \operatorname{rot} \bar{u}_0 dx = 0 \quad (18)$$

$$\mu \Delta \bar{u}_k - \nabla p_k = 0, x \in D, p_{k-1} - \operatorname{div} \bar{u}_k = 0, x \in D$$

$$T\bar{u}_k = 0, x \in \gamma, \int_D \bar{u}_k dx = 0, \int_D \operatorname{rot} \bar{u}_k dx = 0, k = 1, 2, \dots, N,$$

где $T\bar{u}_k = \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^k(u_k) n_j$, $i = 1, 2, 3$

с уравнением состояния

$$\sigma_{ij}^k = -\delta_{ij}p_k + 2\mu\varepsilon_{ij}^k, \quad k = 1, 2, \dots, N$$

и с соотношением перемещения деформации

$$\varepsilon_{ij}^k = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i^k}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j^k}{\partial x_i} \right), \quad i, j = 1, 2, 3.$$

В силу задачи II, для $\bar{\omega}^\lambda, \pi_\lambda$ получаем следующие уравнения

$$\begin{aligned} \mu \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\partial \omega_j^\lambda}{\partial x_j} + \frac{\partial \omega_i^\lambda}{\partial x_i} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} \pi_\lambda &= 0, \quad i = 1, 2, 3, \\ \pi_\lambda + \lambda(\operatorname{div} \bar{\omega}^\lambda + p_N) &= 0 \\ \sum_{j=1}^3 \left(\frac{\partial \omega_i^\lambda}{\partial x_j} + \frac{\partial \omega_j^\lambda}{\partial x_i} - \delta_{ij} \pi_\lambda \right) n_j &= 0, \quad x \in \gamma \\ \int_D \bar{\omega}^\lambda dx &= \int_D \operatorname{rot} \bar{\omega}^\lambda dx = 0. \end{aligned} \quad (19)$$

Из (19) умножая скалярно первое уравнение на функцию \bar{v} имеем

$$\frac{1}{2} E(\bar{\omega}^\lambda, \bar{v}) - \int_D \pi_\lambda \operatorname{div} \bar{\omega}^\lambda dx = 0, \quad (20)$$

здесь

$$E(\bar{u}, \bar{v}) = \frac{1}{2} \mu \int_D \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) dx$$

для произвольной функции $\bar{v} \in W_2^1(D)$.

Полагая в (20) $\bar{v} = \bar{\omega}^\lambda$, получим

$$\frac{1}{2} \|\bar{\omega}^\lambda\|_{W_2^1(D)}^2 = \int_D \pi_\lambda \operatorname{div} \bar{\omega}^\lambda dx, \quad (21)$$

Оценим правую часть (21), используя второе уравнение (19)

$$\left| \int_D \pi_\lambda \operatorname{div} \bar{\omega}^\lambda dx \right| \leq \frac{1}{\lambda} \int_D \pi_\lambda^2 dx + \|p_N\| \cdot \|\pi_\lambda\| \quad (22)$$

с другой стороны

$$\|\pi_\lambda\| \leq C \|\bar{\omega}^\lambda\|_{W_2^1(D)}, \quad (23)$$

откуда и следует, что

$$\|\pi_\lambda\|_{L_2(D)} + \|\bar{\omega}^\lambda\|_{W_2^1(D)} \leq C < \infty$$

где C -постоянная независимая от λ что и требовалось.

Лемма 2. Если $p_{k-1} \in L_2(D)$, $k=1, 2, \dots, N+1$, то для решения задачи (18) справедливы оценки

$$\begin{aligned} \|\bar{u}_k\|_{W_2^1(D)} &\leq C < \infty, \\ \|p\|_{L_2(D)} &\leq C \|p_{k-1}\|_{L_2(D)} \end{aligned} \quad (24)$$

Доказательство. Решение задачи (18) удовлетворяет интегральному тождеству

$$\frac{\mu}{2} E(\bar{u}_k, \bar{v}) - \int_D p_k \operatorname{div} \bar{v} dx = 0, \quad (25)$$

для произвольной функции $\bar{v} \in W_2^1(D)$.

В (25) положим $\bar{v} = \bar{u}_k$, тогда получим

$$\frac{\mu}{2} E(\bar{u}_k, \bar{u}_k) = \int_D p_k \operatorname{div} \bar{u}_k dx, \quad (26)$$

$$\int_D p_k \operatorname{div} \bar{u}_k dx = \int_D p_k p_{k-1} dx \leq \|p_k\| \cdot \|p_{k-1}\|, \quad (27)$$

Далее, предположим, что \bar{v} является решением задачи

$$\operatorname{div} \bar{v} = p_k, \quad x \in D, \quad (28)$$

$$\bar{v} = [\mu_{n-1}(\gamma)]_{(p_{k,1})_D}^{-1} \cdot \pi_\lambda, \quad \text{на } \gamma, \quad (29)$$

поставляя в (25) \bar{v} , удовлетворяющее (28),(29) после несложных выкладок, приведенных в [6]

$$\|p_k\|^2 \leq C \|u_k\|_{W_2^1(D)}, \quad (30)$$

из (30), (26), (27) получим

$$\|u_k\|_{W_2^1(D)} + \|u_k\|_{W_2^1(D)} \|p_k\|_{L_2(D)} \leq C \|p_{k-1}\|_{L_2(D)}$$

Лемма доказана.

Пусть выполнены условия Леммы 1. Будем считать, $\bar{u}^{\lambda k}$ - решение задачи II, соответствующее параметру $\lambda_k = \frac{1}{\lambda \cdot k}$, $k=1,2,\dots,N+1$, составим линейный корректор, следуя [10]

$$u^\lambda = \sum_{k=1}^{N+1} \gamma_k u^{\lambda k}, \quad (31)$$

где $N > 0$ -целое

$$\gamma_k = \frac{(-1)^{N-k+1} \cdot K^{N+1}}{K! (N - K + 1)!}.$$

Теорема 1. Пусть выполнены условия Леммы 1, тогда для решения задачи I \bar{u}_0 , p и функции u^λ , определенной соотношением (31) справедлива оценка

$$\|\bar{u}^\lambda - \bar{u}_0\|_{W_2^1(D)} + \|\lambda \operatorname{div} \bar{u}^\lambda - p\| \leq C \cdot \frac{1}{\lambda^{N+1}}, \quad (32)$$

с постоянной C -не зависящей от λ .

Доказательство. Используя разложения (14)-(16) для $k=1,2,\dots,N+1$ составим корректор, в результате получим

$$\bar{u}^\lambda = \bar{u}_0 + \frac{1}{\lambda^{N+1}} \sum_{k=1}^{N+1} \frac{\gamma_k}{k^{N+1}} \bar{\omega}^{\lambda k}, \quad (33)$$

$$p^\lambda = p + \frac{1}{\lambda^{N+1}} \sum_{k=1}^{N+1} \frac{\gamma_k}{k^{N+1}} \pi_{\lambda k}, \quad (34)$$

перенесем в левую часть равенств (33),(34) \bar{u}_0 и p соответственно, взяв норму от обеих частей в пространствах $W_2^1(D)$, $L_2(D)$ и используя оценку (17), полагая

$$C = \sum_{k=1}^{N+1} \frac{|\gamma_k|}{k^{N+1}}$$

приходим к доказательству.

Применим метод экстраполяции Ричардсона к повышению точности приближенного решения задачи IV при $\lambda \rightarrow \infty$, тогда $1/\lambda$ -малый параметр.

Теорема 2. Пусть выполнены условия, необходимые для получения оценки (11), следуя [10], тогда справедливы следующие разложения

$$\bar{u} = \bar{u}_0 + \sum_{k=1}^N \bar{u}_k \cdot \left(\frac{1}{\lambda}\right)^k + \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{N+1} \bar{\omega}^\lambda, \quad (35)$$

$$p^\lambda + \lambda \operatorname{div} \bar{u} = 0, \quad (36)$$

$$p^\lambda = p_0 + \sum_{k=1}^N p_k \left(\frac{1}{\lambda}\right)^k + \left(\frac{1}{\lambda}\right)^{N+1} \pi_\lambda, \quad (37)$$

где \bar{u}_k, p_k не зависят от $\lambda, k=1, 2, 3, \dots, N$ и такие что выполняется

$$\|u_k\|_{W_2^{1,1}(D_T)} + \|\pi_\lambda\|_{L_2(D_T)} \leq C < \infty, \quad (38)$$

и постоянная C - равномерно ограничена по $\frac{1}{\lambda}$.

$$D_T = D \times [0, T].$$

Доказательство. Пусть \bar{u}_k - решение следующей задачи

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \bar{u}_0}{\partial t^2} &= \mu \Delta \bar{u}_0 + \mu \nabla \operatorname{div} \bar{u}_0 + \bar{f}, \quad (x, t) \in D_T \\ \operatorname{div} \bar{u}_0 &= 0, \quad \sum_{j=1}^3 \left[\mu \left(\frac{\partial u_{0j}}{\partial x_i} + \frac{\partial u_{0i}}{\partial x_j} \right) - \delta_{ij} p \right] n_j = 0, \quad x \in \gamma, t \in [0, T] \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{\partial^2 \bar{u}_k}{\partial t^2} &= \mu \Delta \bar{u}_k + \mu \nabla \operatorname{div} \bar{u}_k - \nabla p_k, \quad (x, t) \in D_T \\ p_{k-1} + \lambda \operatorname{div} \bar{u}_k &= 0, \\ \sum_{j=1}^3 \left[\mu \left(\frac{\partial u_{kj}}{\partial x_i} + \frac{\partial u_{ki}}{\partial x_j} \right) - \delta_{ij} p \right] n_j &= 0, \quad x \in \gamma, t \in [0, T] \end{aligned}$$

Пусть $p_{k-1t}, p_{k-1tt} \in L_2(D_T)$, умножим (39) на \bar{u}_{kt} скалярно в $L_2(D)$, в результате получим

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \|\bar{u}_{kt}\|^2 + \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \mu E(\bar{u}_k, \bar{u}_k) = - \int_D p_k p_{k-1} dx, \quad (40)$$

оценим правую часть (40)

$$\left| \int_D p_k p_{k-1} dx \right| \leq \|p_k\| \cdot \|p_{k-1}\|. \quad (41)$$

Дифференцируя (39) по t , умножим на \bar{u}_{ktt} скалярно в $L_2(D)$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \|\bar{u}_{ktt}\|_{L_2(D)}^2 + \frac{1}{2} \mu \frac{d}{dt} E(\bar{u}_{kt}, \bar{u}_{kt}) = - \int_D p_{k-1t} p_{kt} dx \quad (42)$$

правую часть предоставим в виде

$$\int_D p_{kt} p_{k-1t} dx = - \frac{\partial}{\partial t} \int_D p_k p_{k-1} dx + \int_D p_k p_{k-1tt} dx, \quad (43)$$

интегрируя (42) по t , используя (43), неравенство Гельдера и лемму Гронуолла будем иметь

$$\frac{1}{2} \|u_{ktt}\|_{L_\infty(0,T;L_2(D))}^2 + \frac{1}{2} \mu \|u_{kt}\|_{W_2^1(D)}^2 \leq C \left(\|p_k\|_{L_\infty(0,T;L_2(D))} + \|p_k\|_{L_2(D_T)} \right) \cdot \left(\|p_{k-1}\|_{L_\infty(0,T;L_2(D))} + \|p_{k-1tt}\|_{L_2(D_T)} \right) + C_1 \quad (44)$$

В силу (39) выводим оценку

$$\|p_{k-1}\|_{L_\infty(0,T;L_2(D))} \leq \|u_{ktt}\|_{L_\infty(0,T;L_2(D))} + \|u_k\|_{L_\infty(0,T;W_2^1(D))} \quad (45)$$

Из оценок (44), (45) следует

$$\|u_{ktt}\|_{L_\infty(0,T;L_2(D))} + \mu \|u_{kt}\|_{W_2^1(D)}^2 \leq C + \|p_{k-1tt}\|_{L_2(D_T)}^2 < \infty. \quad (46)$$

Следовательно, если данные задачи (39) достаточно гладкие, то для ее решения имеет место оценка (46) для любого ограниченного $k=1,2,\dots,N$. Пусть $u^{\lambda k}$ -решение задач IV, соответствующие параметру $\lambda_k = \frac{1}{\lambda \cdot k}$, $k = 1,2,\dots,N+1$. Кроме того, пусть данные задачи IV достаточно гладкие и \bar{f} - соленоидальный вектор, т.е. $\text{div} \bar{f} = 0$.

Теорема 3. Пусть выполнены условия Теоремы 2, тогда для решения задачи III, \bar{u}_0 , p и для функции \bar{V} такой что,

$$\bar{V} = \sum_{k=1}^{N+1} \gamma_k \bar{u}^{\lambda k}, \text{ где } N > 0 - \text{целое}$$

$$\gamma_k = (-1)^{N-k+1} k^{N+1} / (k! (N-k+1)!)$$

справедлива оценка

$$\|\bar{V} - \bar{u}_0\|_{W_2^{1,1}(D_T)} + \|\lambda \text{div} \bar{V} - p\| \leq C \cdot \frac{1}{\lambda^{N+1}}, \quad (47)$$

где постоянная C – не зависит от λ .

Доказательство Теоремы 3 аналогично доказательству Теоремы 2.

Обсуждение

Численное решения любой разностной схемы затруднено, поскольку приходится считать на достаточно мелких сетках, т.е. с шагами сетки порядка h^2, h^3, \dots , в этом случае массивы неограниченно возрастают, так как N -размерность массива по одной переменной есть величина аппроксимации $N = O\left(\frac{1}{h}\right), N_1 = O\left(\frac{1}{h^2}\right), \dots$, кроме того увеличивается память для хранения массивов, поэтому и применяется метод экстраполяции Ричардсона, позволяющий получить приближенное решение на мелких сетках, использующий «грубые» шаги сетки. Учитывая связь между шагами сетки τ, h получим и оценки для динамики.

Результаты

Полученная оценка (32) позволяет оценить решение исходной задачи для несжимаемой среды через решение упругой сжимаемой среды, получена аналогичная оценка (47) для динамической задачи теории упругости.

Заключение

Применяя экстраполяции Ричардсона по параметру $\frac{1}{\lambda}$, получаем приближенное решение для разностной задачи теории упругости для сжимаемых среды при $\lambda_k = \frac{1}{\lambda \cdot k}$, $k = 1,2,\dots,N$ получим уточненное решение для несжимаемой среды на последовательности сеток. Отсюда можно сделать вывод прорешав k задач при $\lambda_k = \frac{1}{\lambda \cdot k}$, $k = 1,2,\dots,N$ для сжимаемой среды мы сможем получить решение для несжимаемой среды с точностью $O\left(\frac{1}{\lambda^{N+1}}\right)$. Результаты получены для статической и динамической задач для несжимаемой среды.

Список использованных источников:

- 1 Bibly B.A., Eshelby I.D., Kundu A.K. The change of shape of a viscous ellipsoidal region embedded in a slowly deforming matrix having a different viscosity // *Technophysicists*, 1975, V. 28, №4. –P. 265-274.
- 2 Babusca I., Aziz A.K. Lectures on the mathematical foundations of the finite-element method with applications. 1972. N.-Y. -359 p.
- 3 Гольдштейн Р.В. Применение интегральных уравнений для численного решения задач теории упругости и пластичности // Сб. “Численные методы механики сплошной среды”, 1978, т.9, №5. –С. 37-69.
- 4 Валединский В.Д. Численное решение задачи теории упругости о контакте сжимаемой и несжимаемой сред // *Вестник МГУ, Вычислительные методы и кибернетика*, 1975, №2. –С. 3-12.
- 5 Валединский В.Д. Решение задачи о контакте упругой и несжимаемой сред // *ДАН СССР*, 1979, т.247, №3. –С. 536-540.
- 6 Букенов М.М., Адамов А.А., Койкелова Д.К. Приближение решения статической сжимаемой среды к решению несжимаемой среды // *Вестник Карагандинского университета. Серия математика-№3(95)*. 2019. – С. 19-26.
- 7 Букенов М.М., Койкелова Д.К. Моделирование статической несжимаемой среды // *Вестник Карагандинского университета. Серия математика-№4(96)*. 2019. –С. 39-44.
- 8 Коновалов А.Н. Численное решение задач теории упругости в напряжении. НГУ, 1968. – С. 239-270.
- 9 Коновалов А. Н. Динамическая задача теории упругости в постановке "скорость-напряжение" // *Дифференциальные уравнения*, т.35, №2, 1999. –С. 1-11.
- 10 Марчук Г.И., Шайдулов В.В. Повышение точности решений разностных схем. М.Наука. 1979. 318 с.
- 11 Koikelova D.K., Bukenov M.M., Kankenova A.M., Muratkhan R., Serikbayeva A.B. Asymptotic of solving a dynamic problem of elasticity theory for an incompressible medium // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2022. Vol.100.No8. –P.2687-2695.

References:

- 1 Bibly B.A., Eshelby I.D., Kundu A.K. (1975) The change of shape of a viscous ellipsoidal region embedded in a slowly deforming matrix having a different viscosity. *Technophysicists*. V. 28, №4. –P. 265-274.
- 2 Babusca, I., & Aziz, A.K. (1972). Lectures on the mathematical foundations of the finite-element method with applications. N.-Y. -359 p.
- 3 Gol'dshtejn R.V. (1978) *Primenenie integral'nyh uravnenij dlja chislennogo reshenie zadach teorii uprugosti i plastichnosti* [Application of integral equations for the numerical solution of problems of the theory of elasticity and plasticity]. Sb. “Chislennye metody mehaniki sploshnoj sredy”. t.9, №5. –P. 37-69. (in Russian)
- 4 Valedinskij V.D. (1975) Chislennoe reshenie zadachi teorii uprugosti o kontakte szhimaemoj i neszhimaemoj sred [Numerical solution of the problem of elasticity theory on the contact of compressible and incompressible media]- *Vestnik MGU, Vychislitel'nye metody i kibernetika*. №2. –P. 3-12. (in Russian)
- 5 Valedinskij V.D. (1979) Reshenie zadachi o kontakte uprugoj i neszhimaemoj sred [Solution of the problem of contact between elastic and incompressible media]. *DAN SSSR*, T.247, №3. –P. 536-540. (in Russian)
- 6 Bukenov M.M., Adamov A.A., Kojkelova D.K. (2019) Priblizhenie reshenija staticheskoj szhimaemoj sredy k resheniju neszhimaemoj sredy. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Serija matematika*. №3(95). 2019. –P. 19-26. (in Russian)
- 7 Bukenov M.M., Kojkelova D.K. (2019) Modelirovanie staticheskoj neszhimaemoj sredy [Simulation of a static incompressible medium]. *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Serija matematika*. №4(96).–P. 39-44. (in Russian)
- 8 Konovalov A.N. (1968) Chislennoe reshenie zadach teorii uprugosti v naprjazhenijah [Numerical solution of problems of the theory of elasticity in stress]. *NGU*. –P. 239-270. (in Russian)
- 9 Konovalov A. N. (1999) Dinamicheskaja zadacha teorii uprugosti v postanovke "skorost'-naprjazhenie" [Dynamic problem of the theory of elasticity in the formulation of "velocity-stress"]. *Differencial'noe uravnenija*. T.35, №2. –P. 1-11. (in Russian)
- 10 Marchuk G.I., Shajdurov V.V. (1979) *Povyshenie tochnosti reshenij raznostnyh shem* [Improving the Accuracy of Solutions to Difference Schemes]. *M.Nauka*. 318 p. (in Russian)
- 11 Koikelova D.K., Bukenov M.M., Kankenova A.M., Muratkhan R., Serikbayeva A.B. (2022) Asymptotic of solving a dynamic problem of elasticity theory for an incompressible medium. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. Vol.100.No 8. –P. 2687-2695.

МРНТИ 28.17.19
УДК 004.94

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.006>

Е. Махмут^{1*}, Е.Ф. Кенжебек¹, Т.С. Иманкулов¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail:erlanmahmut@gmail.com

МРІ+OPENMP ГИБРИДТІ ПАРАЛЛЕЛЬДІ АЛГОРИТМІН ПАЙДАЛАНЫП МҰНАЙ ЫҒЫСТЫРУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУ

Аңдатпа

Соңғы уақытта заманауи ақпараттық технологиялар өнеркәсіптің көптеген салаларында қолданылады және параллельді есептеулерді қолдану сандық модельдеудің өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл зерттеуде жоғары өнімді есептеу технологияларын қолдана отырып, мұнайды ығыстырудың сандық моделі әзірленді. Атап айтқанда, Бакли-Леверетт моделі арқылы мұнайдың ығысу процесі сипатталды. Жоғары өнімді есептеу технологиялары ретінде OpenMP, MPI және гибриді (OpenMP+MPI) параллельді есептеу моделі қарастырылды. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты, әр түрлі технологиялар бойынша параллельді алгоритмдердің есептеу уақытына және үдеуіне салыстырмалы талдау жасау болып табылады. Параллельді алгоритмдердің есептеу моделдері құрылды және нәтижелері салыстырылды.

Түйін сөздер: EOR, HPC, OpenMP, MPI, үлестірмелі жүйелер.

Аннотация

Е. Махмут¹, Е.Ф. Кенжебек¹, Т.С. Иманкулов¹

¹ Казахстанский Национальный Университет имени Ал-Фараби, г. Алматы, Казахстан

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНОГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА МРІ+OPENMP

В последнее время современные информационные технологии используются во многих областях промышленности, а использование параллельных вычислений позволяет повысить производительность численного моделирования. В данном исследовании была разработана численная модель вытеснения нефти с использованием высокопроизводительных вычислительных технологий. В частности, процесс вытеснения нефти описывался с помощью модели Бакли-Леверетта. В качестве технологий высокопроизводительных вычислений рассматривались OpenMP, MPI и гибридные (OpenMP+MPI) модели параллельных вычислений. Основная цель данного исследования — провести сравнительный анализ времени расчета и ускорения параллельных алгоритмов для разных технологий. Были созданы вычислительные модели параллельных алгоритмов и проведено сравнение результатов.

Ключевые слова: EOR, HPC, OpenMP, MPI, распределенные системы.

Abstract

HYBRID PARALLEL ALGORITHM USING MPI AND OPENMP TO SOLVE OIL DISPLACEMENT PROBLEM

Makhmut E. ^{1*}, Kenzhebek Y. ¹, Imankulov T.S. ¹,

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Recently, modern information technologies are used in many areas of industry, and the use of parallel computing allows to increase the productivity of numerical modeling. In this study, a numerical model of oil displacement was developed using high performance computing technologies. In particular, the process of oil displacement was described using the Buckley-Leverett model. OpenMP, MPI and hybrid (OpenMP+MPI) parallel computing models were considered as high-performance computing technologies. The main goal of this study is to make a comparative analysis of the calculation time and acceleration of parallel algorithms for different technologies. Computational models of parallel algorithms were created and the results were compared.

Keywords: EOR, HPC, OpenMP, MPI, distributed systems.

Кіріспе

Мұнай өндіру инженериясында мұнай қабатына суды айдау әдісі маңызды әдістердің біріне айналды. Бұл әдіс арқылы мұнай өндірісінің 40% -60% қамтамасыз етуге болады [1]. Екі фазалы сұйықтықтардың араласпай ағу механизмі көптеген мақалаларда жарияланған. Бір өлшемді, араласпайтын, екі фазалы ағынның ерекше жағдайын 1942 жылы Бакли мен Леверетт [2] теориялық тұрғыдан зерттеді. Сумен ығыстыру процесін Бакли-Леверетт әдісі арқылы математикалық түрде көруге болады. Бакли-Леверетт әдісі бір өлшемді немесе квази-бір өлшемді коллектордағы араласпайтын ығысу процесін сипаттайды және бірнеше қабаттарға бөлінеді. Сандық тәсілдерді пайдалана отырып, өріс бірнеше нүктелерге дискреттеледі. Бұл нүктелер есептеу құнын арттырады, сондықтан есептеу уақытын азайту үшін жоғары өнімді есептеу қажет болады.

Соңғы жылдары жоғары өнімді есептеуіш технологиялар мұнай өндіру өнеркәсібінде күрделі есептерді есептеудің негізгі тенденциясына айналуға бастады. Осылайша, мұнай және газ кен орындарында жоғары өнімді есептеуіш технологияларды (OpenMP, MPI және CUDA) қолдану күн санап өсіп келеді. Жоғары өнімді модельдердің мүмкіндігі есептеу өнімділігінің жоғарлауына байланысты арта түсті. Келесі [3] жұмыс авторлары параллель программалаудың есептеу уақытын ұсынды. Автор өз жұмысында жылдамдық пен тиімділік мәндері параллельді бағдарламалау қатынастарымен ерекшеленетінін атап өтті.

OpenMP параллельді бағдарламалаудың ең кең тараған үлгілерінің бірі болып табылады. Ол ортақ жады пайдаланатын бағдарламалау үлгісі деп те аталады. Сондықтан тапсырмалар ортақ мекенжай кеңістігін бөліседі және бұл тапсырмалар арасындағы байланыс жасырын болады. Белгілі бір дәрежеде бұл ағындар деректерді көшіреді және оны жеке дерек ретінде қарастырады, сондықтан олар жаққа қымбат қолжетімділікті болдырмайды. Бірдей сандағы нүктелерге әртүрлі сандағы ағындардың жылдамдығын [4] жұмыс авторлары ұсынды. Олар OpenMP әдісін пайдаланып, әртүрлі ағындар санының орындалу уақытын есептеді және 16 ағынмен 3,43 максималды жылдамдық нәтижесін алған. Осыған ұқсас [5] жұмыста әртүрлі өткізгіштіктердің үш түрлі жиынын алған, сондай ақ 160 ағын үшін ең жоғары дегенде 7,9 ($k_x = k_y = 20,0 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ және $k_z = 8,0 \times 10^{-15} \text{ м}^2$) және 40 ағын үшін ең аз дегенде 4,9 ($k_x = k_y = 5,0 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ және $k_z = 2,0 \times 10^{-15} \text{ м}^2$) жылдамдыққа қол жеткізген. Келесі [6] зерттеу авторлары есептеу уақытының құнын төмендету үшін OpenMP параллельді бағдарламалау техникасын ұсынды. Оның жұмысында параллельді есептеу уақыты тізбектей есептеуге қарағанда шамамен 2,7 есеге жетті, ал ұяшықтар санының өсуіне байланысты параллельді есептеудің жылдамдығы артқан.

OpenMP-де ағындар тек бір түйінде (процессорда) жұмыс істей алады, өйткені олар ортақ жады пайдаланады. Барлық ағындар бірдей жады мекенжайларын ортақ пайдаланады және көп түйінді жүйенің параллель процесін жүзеге асыра алмайды. Көп түйінді жүйелерде параллельді есептеулерді жобалау үшін хабарламаны жіберу техникасын қолдану қажет болады.

Хабарламаны жіберуді бағдарламалау үлгісінде әрбір түйіннің өзінің жеке кеңістігі болады және бұл түйіндер арасындағы байланыс анық жүзеге асырылады. Байланыс операциясында екі жақтың тегтері (tag) бірдей болуы керек және әрбір жіберу және қабылдау операциясы бір-біріне сәйкес келуі керек. Хабарламаны жіберу бағдарламасының ең көп тараған үлгісі MPI болып табылады. Кеуекті ортадағы полимерлі сумен ығыстыру процесі есебінің сандық моделі үшін [7] жұмыс авторлары параллельді компьютерлерде мұнай өндіру мәселелерін шешуді жылдамдату үшін MPI пайдаланады.

OpenMP және MPI артықшылықтарын көрсету үшін гибриді параллель технологиялар деп аталатын параллельді есептеу әдістерінің комбинациясы бар. Ол бірнеше параллельді модельді біріктіру арқылы оңтайлы өнімділікке жеткені туралы мәліметтер әдебиетте зерттелген [8]. Сондықтан MPI+OpenMP гибриді моделі параллельді есептеулер үшін өте қолайлы. Гибриді модель ортақ және үлестірмелі жады арасында біріктірілген, осы мәселеде [9] жұмыс авторлары өз еңбегінде MPI+OpenMP гибриді моделін ұсынған.

Есептің қойылымы

Су мен мұнай кеуекті орта қабатында сығылмайтын сұйықтық ретінде қаралады. Қарастырылып отырған модель екі фазалы (су, мұнай) ағын. Су және мұнай үшін массаны сақтау заңдарын ескере отырып, мұнай ығыстыру мәселесінің математикалық моделін төмендегідей сипаттаймыз.

Су фазасының теңдеуі:

$$m \frac{\partial s_w}{\partial t} + \text{div}(\vec{v}_w) = 0; \quad (1)$$

Мұнай фазасының теңдеуі:

$$m \frac{\partial S_o}{\partial t} + \operatorname{div}(\vec{v}_o) = 0; \quad (2)$$

Полимер концентрациясының теңдеуі:

$$\frac{\partial}{\partial t} (m S_w C_p + (1 - m) A_d) - \operatorname{div}(\vec{v}_w C_p) = 0; \quad (3)$$

$$S_o + S_w = 1; \quad (4)$$

мұндағы m – кеуектілік, S_o and S_w мұнай мен судың қанықтылығы, \vec{v}_w and \vec{v}_o су мен мұнай фазаларының жылдамдығы, A_d резервуармен адсорбцияланған полимер, C_p су фазасындағы полимер концентрациясы. Сонымен қатар жылдамдықтар Дарси заңымен өрнектеледі:

$$\vec{v}_i = -k \frac{f_i(S)}{\mu_i} \nabla p; \quad i=o,w \quad (5)$$

мұндағы k – абсолютті өткізгіштік, μ_i ($i=o,w$) – мұнай мен судың тұтқырлығы, $f_i(S)$ келесі теңдеумен өрнектелетін салыстырмалы фазалы өткізгіштік:

$$f_w(S_w) = S_w^2, \quad f_o(S_o) = (1 - S_o)^2, \quad (6)$$

Полимердің адсорбция теңдеуі A_d белгілі бір дәрежеде, C_p полимер концентрациясына байланысты. Бұл байланыс полимер концентрациясының функциясы ретінде сипатталады C_p :

$$A_d = f(C_p); \quad (7)$$

(1) және (2) теңдеуінен шығатын қысым теңдеуі келесідей:

$$\operatorname{div}(\vec{v}_w) + \operatorname{div}(\vec{v}_o) = 0; \quad (8)$$

Бастапқы шарттар: $S|_{t=0} = S_0$; $P|_{t=0} = P_0$; $C_p|_{t=0} = C_{p0}$;

Шекаралық шарттар:

$$S|_{x=0} = S_{inj}; \quad P|_{x=0} = P_{inj}; \quad P|_{x=1} = P_{prod}; \quad C_p|_{x=0} = C_{pinj};$$

$$\frac{\partial s}{\partial x}|_{x=1} = 0; \quad \frac{\partial p}{\partial x}|_{x=1} = 0;$$

Бакли-Леверетт моделі [2] жоғарыдағы (1) - (8) мұнай ығыстыру мәселесін шешу үшін қолданылды. Бакли-Леверетт моделінде келесі болжамдар қарастырылды:

- ағын сызықты, горизонтал және тұрақты қалыңдықта;
- ағын тұрақты температураны сақтайды, сығылмайды және Дарси заңына бағынады;
- су мен мұнай араласпайды;
- гравитация және капиллярлық қысым әсерлері шамалы;
- кеуектілік тұрақты деп есептеледі.

Есепті шешудің сандық модель

Мұнайдың ығысуының жоғарыда келтірілген (1) - (8) математикалық моделі сызықты емес, бұл мәселені аналитикалық жолмен шешу өте қыйын. Сондықтан, бұл мақалада осы мәселені сандық түрде шешу үшін Якоби әдісі қолданылды.

Қысым үшін:

$$P_i^{t+1} = \frac{M_{i+\frac{1}{2}} P_{i+1}^t + M_{i-\frac{1}{2}} P_{i-1}^t}{M_{i+\frac{1}{2}} + M_{i-\frac{1}{2}}}; \quad (9)$$

мұнда,

$$M_{i+\frac{1}{2}} = \frac{M_i + M_{i+1}}{2}; \quad M_{i-\frac{1}{2}} = \frac{M_i + M_{i-1}}{2}; \quad M_i = \left[-k \frac{f_0(s)}{\mu_o} \right] + \left[-k \frac{f_w(s)}{\mu_w} \right];$$

Қанықтылық үшін:

$$S_i^{t+1} = S_i^t + \frac{\Delta t}{m\Delta x^2} \left[K_{i+\frac{1}{2}}(P_{i+1}^t - P_i^t) - K_{i-\frac{1}{2}}(P_i^t - P_{i-1}^t) \right]; \quad (10)$$

Мұнда,

$$K_{i+\frac{1}{2}} = \frac{K_i + K_{i+1}}{2}; \quad K_{i-\frac{1}{2}} = \frac{K_i + K_{i-1}}{2}; \quad K_i = -k \frac{f_w(S)}{\mu_w}.$$

Полимерді концентрациясы үшін:

$$U_i = \left(-k(f(s)_i^{t+1}) \right) (P_{i+1}^{t+1} - P_i^{t+1}) / (\mu_w \Delta x) \quad (11)$$

$$W_i^{t+1} = W_i^t - (\Delta t / (2\Delta x)) (U_i (Cp_{i+1}^t - Cp_i^t) - (U_i (Cp_i^t - Cp_{i-1}^t))) \quad (12)$$

$$Cp_i^{t+1} = W_i^t / (mS_i^{t+1} + (1 - m)\tau) \quad (13)$$

мұндағы τ – адсорбциялық функцияның коэффициенті.

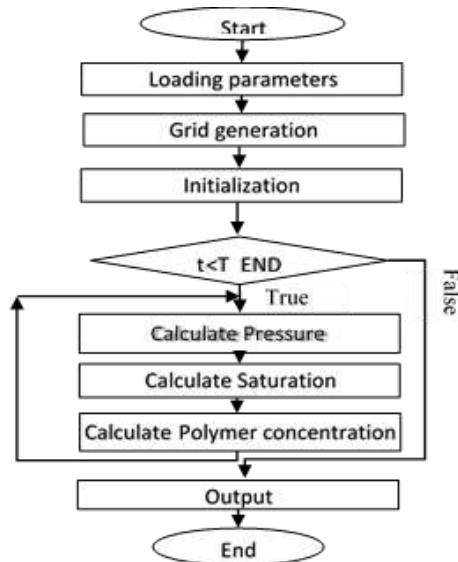
Есептің сызықты бағдарламалық алгоритмі төменде 1-суретте 4 қадаммен сипатталған.

1) Параметрлерді енгізу. Бұл бастапқы қадамда су мен мұнай үшін тұтқырлық, өткізгіштік, су қанықтылығы үшін бастапқы мән, мұнай қанықтылығы және полимер концентрациясы, кеуектілік сияқты мұнайды алудың параметрлері енгізіледі.

2) Инициализация. Есептеудің бастапқы шартына сәйкес есептеу торларындағы нүктелердің бастапқы мәндері инициализацияланады.

3) Есептеу. Бұл қадамда қысым, қанықтылық және полимер концентрациясы уақыт қадамы аяқталғанша есептелінеді.

4) Есептеу нәтижесі файлға жазылады және бағдарлама аяқталады.



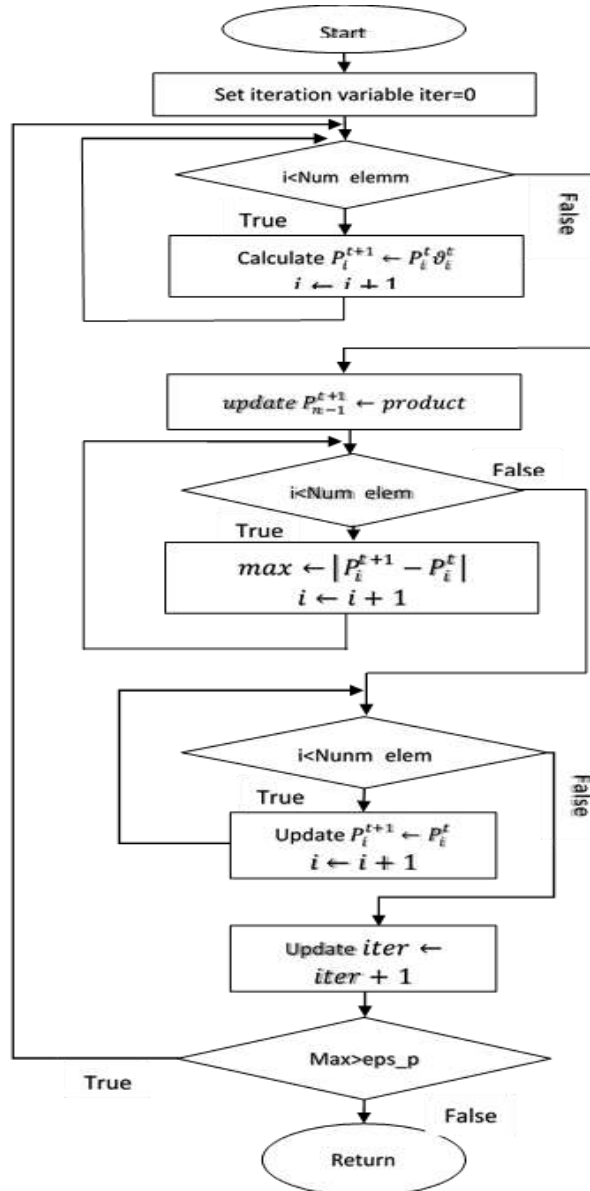
Сурет 1. Тізбектей шешу алгоритмі

Қысымды есептеудің тізбектелген алгоритмі (9) теңдеуге сәйкес 2-суретте сипатталған.

1) n нүкте үшін M_i мәні есептелінеді.

2) n нүкте үшін $M_{i+\frac{1}{2}}$, $M_{i-\frac{1}{2}}$ мәндері M_i -ді пайдаланып есептелінеді.

- 3) n нүкте үшін P_i қысымның мәні $M_{i+\frac{1}{2}}, M_{i-\frac{1}{2}}$ пайдаланып есептелінеді.
- 4) P_i -дың ескі және жаңа мәндерінің айырмасының ең үлкені Max табылады, сондай-ақ, қысымның мәні жаңартылады.
- 5) Есептеу дәлдігі ϵ пен Max салыстырылады. Max , ϵ -ден кіші болғанға дейін есептеу циклі жалғастырылады, кері жағдайда есептеу циклі аяқталады.

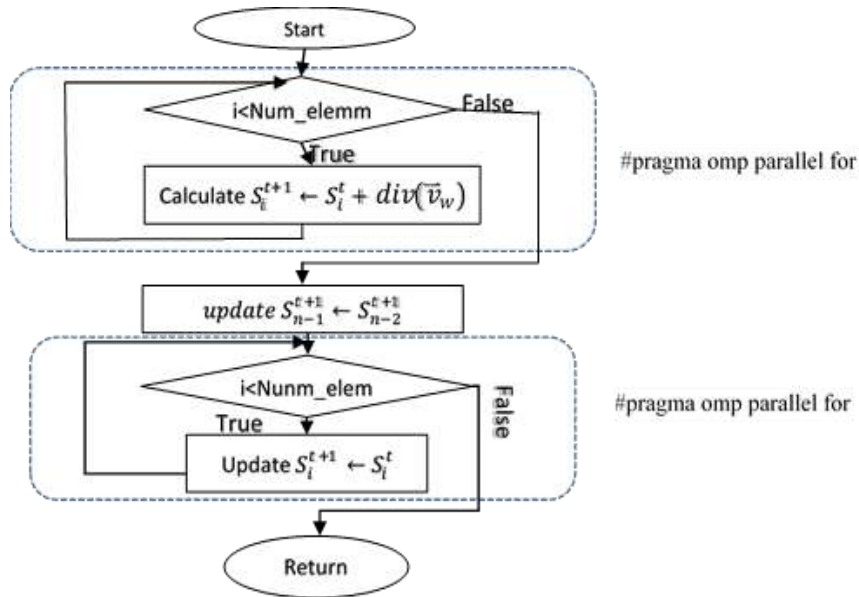


Сурет 2. Қысымды есептеу алгоритмі

MPI, OpenMP және гибриді параллелизация әдістері

Теңдеуді тізбектей шешу үшін Якоби әдісі қолданылды. CPU-де Якоби әдісін параллель жүзеге асыру үшін OpenMP және MPI пайдаланылды. Бұл жұмыста OpenMP параллелизация процесі үшін негізінен for-loop операторына назар аударылды, өйткені OpenMP жақсы қалыптасқан құрылым болып табылады. Ол параллель циклдар, циклдар кестесі сияқты өте кең таралған жоғары өнімді есептеу үлгілеріне қолдау көрсетеді. #pragma omp, #pragma omp parallel for reduction, #pragma omp parallel және #pragma omp critical қолданылды.

Мысал ретінде қанықтылық есептейтін бөлікті қарастырайық. 3-суретте қанықтылықты есептеу процесі қалай параллельденетіні көрсетілген. Үзік сызық сызылған бөлігінде OpenMP пайдаланылды.



Сурет 3. OpenMP арқылы параллелизация

MPI параллелизация процесі үшін екі негізгі фактор қарастырылады. Біріншіден, түбір процессордан басқа процессорларға қанша элемент үлестірілетіні маңызды. Екіншіден, оның қай орыннан жөнелтілетінін ескеру керек.

Біздің теңдеуімізде жаңа мәнді есептеуге алдыңғы және келесі орынның мәні әсер етеді. Мысалы, қысымның жаңа мәнін есептеу келесідей, $P_i^{t+1} = M1P_{i-1}^t + M2P_{i+1}^t$.

Барлық элементтерді басқа процессорларға (түбірді қоса) жіберу үшін $sendcount=(number_of_dispatched_elements/number_of_processor)$ функциясын қолдансақ, келесі жағдайлар орын алуы мүмкін.

Біріншісі, P_i^{t+1} және P_{i-1}^t ұқсас процессорда орналасқан, бірақ P_i^{t+1} басқа процессорға жіберіледі; екіншісі, P_i^{t+1} және P_{i+1}^t ұқсас процессорда орналасқан, бірақ P_{i-1}^t басқа процессорға жіберіледі.

Бұл жағдайда біз P_i^{t+1} есептеу үшін P_i^{t+1} және P_{i-1}^t алдыңғы немесе келесі сәйкес нүктелердің мәнін басқа процессорлардан алуға тура келеді, демек бұл процесс біздің өнімділікке тікелей әсер етеді.

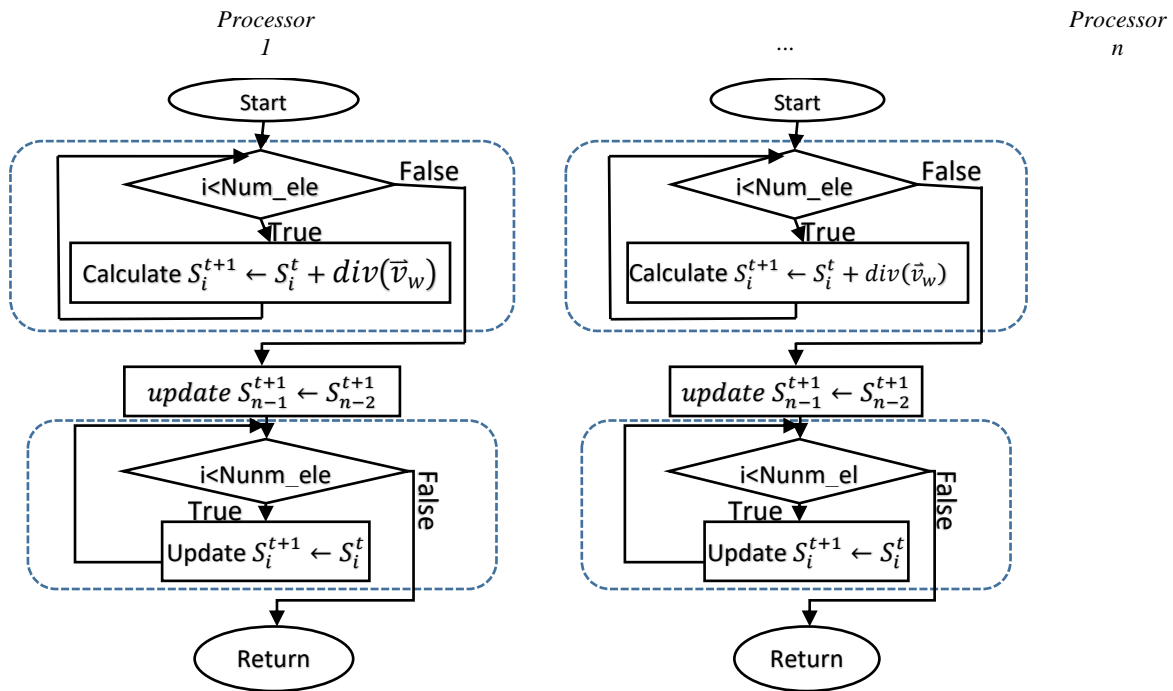
Элементті бірінші және соңғы процессорларға жіберу үшін $sendcount=(number_of_dispatched_elements/number_of_processors)+1$ функциясын қолдансақ, ал элементті басқа процессорларға жіберу үшін $sendcount=(number_of_dispatched_elements/number_of_processors)+2$ функциясын қолданамыз, сол себепті P_i^{t+1} есептейтін кезде ешқандай жіберу және қабылдау процесі болмайды, себебі P_i^{t+1} , бір процессорда.

Осы мақсатқа жету үшін бұл жұмыста $MPI_Scatterv()$ және $MPI_Gatherv()$ әдістері қолданылды.

OpenMP және MPI параллелизациясының гибриді үшін жоғарыда аталған OpenMP және MPI параллелизация процесіне біріктіріп қарастырдық.

Бұл модельде MPI әрбір процессорға деректерді жіберуге жауап береді, ал OpenMP әрбір for-loop мәлімдемесіне жауап береді.

4-суретте OpenMP және MPI моделінің гибриді параллелизация процесі көрсетілген. Үзік сызық бөлігінде OpenMP пайдаланылды.

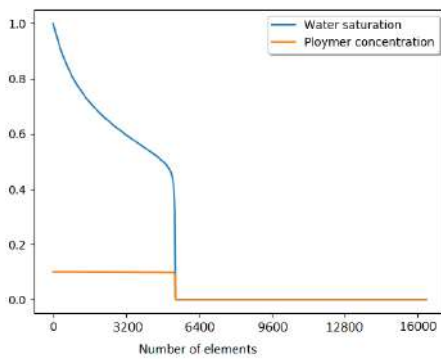


Сурет 4. OpenMP және MPI арқылы гибриді параллелизация

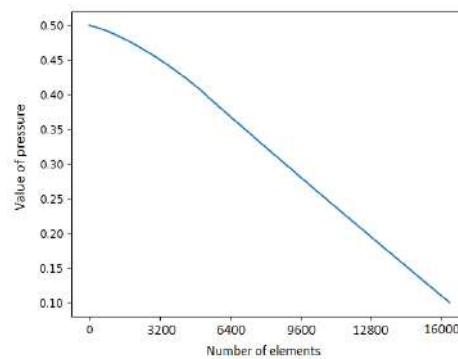
Параллельді есептеу нәтижелері

Жоғарыда қарастырылған мұнай ығыстыру мәселесінің параллельді алгоритмдерінің параллельді бағдарламалары жүзеге асырылды. Параллельді есептеудің нәтижесі алынды және талдау жасалынды.

5(a)- суретде қарастырылған есептің су қанықтылығы мен полимер концентрациясының таралуы, ал 5(b)- суретінде қысым өзгерісі көрсетілген.



Сурет 5(a). Полимер және су қанықтылығының таралуы



Сурет 5(b). Қысымның таралуы

1-кестеде эксперименттерде қолданылған Бакли-Леверетт моделінің кіріс параметрлері көрсетілген.

2-кестеде модельдеудің тізбектей орындау уақытының нәтижелері көрсетілген (қысым үшін). Нүктелер санының көбеюіне байланысты орындау уақыты да артады.

3-кестеде әртүрлі ағындар саны бойынша openMP параллель орындаудың уақыты мен үдеуінің нәтижесі көрсетілген. Бұл орындау уақытын айтарлықтай жылдамдатты. OpenMP-дегі ең маңызды нүктелердің бірі - ағындар саны, ағындар санының өсуі үдеудің жоғарылауын білдірмейді. Кестеде нүктелер саны көбейген сайын 8 ағынның орындалу уақыты 2 және 4 ағындар санынан жылдамырақ екені байқалады.

4-кестеде процессорлардың әртүрлі санына байланысты MPI-дың параллель орындалу уақыты мен үдеуінің нәтижелері көрсетілген. Көріп отырғаныңыздай, процессор санының артуына байланысты, орындау уақыты басқаларға қарағанда жылдамырақ болды. Мысалы, екі процессор, 2048*2048

нүктелерінде, оның орындалу уақыты небәрі 2080,190s, ал сегіз процессор бірдей нүктелер санында 1482,456 секунд көрсетті, және біріншісіне қарағанда 1,7 есе жылдам болды. Бірақ бұл процессорлар санының өсуімен біз ең жақсы өнімділікке қол жеткіземіз дегенді білдірмейді [10]. Матрица өлшемі 48000x48000 болғанда, 1, 8, 64, 128, 256, 512 процессорлар арасында ең жақсы нәтижені 64 процессор көрсетті.

Кесте 1. Модель параметрлері

Параметрлер	Мән
K (абсолютті өткізгіштік)	0,001
судың тұтқырлығы	0,09
майдың тұтқырлығы	0.3
Кеуектілік	0.2
P_{inj}	0,5
P_{init}	0.3
P_{prod}	0.1
S_{inj}	1.0
S_{init}	0,001
Cp_{inj}	0.1
Cp_{init}	0,0
τ (Адсорбция коэффициенті)	0,0001

Кесте 2. Тізбектей орындау уақыты (қысым үшін)

Нүктелер саны	Орындау уақыты
2^{14}	6.501
2^{16}	27.985
2^{18}	120.383
2^{20}	536.222
2^{22}	2221.43

Кесте 3. OpenMP параллельді орындау уақыты (қысым үшін)

Нүктелер саны	Ағындар саны					
	2		4		8	
	Орындау уақыты	үдеуі	Орындау уақыты	үдеуі	Орындау уақыты	үдеуі
2^{14}	3,754	1.73	2.158	3.01	2.283	2.85
2^{16}	15.453	1.81	8.626	3.24	8.858	3.16
2^{18}	65.213	1,85	40.34	2.98	39.138	3.08
2^{20}	318.084	1.67	219.669	2.44	218.401	2.46
2^{22}	1304.57	1,70	905.26	2.45	903.229	2.46

Кесте 4. MPI параллельді орындау уақыты (қысым үшін)

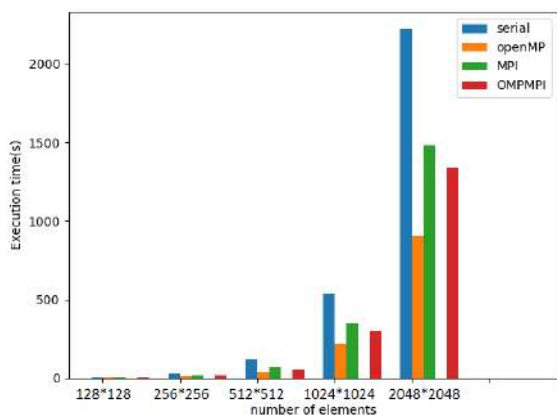
Нүктелер саны	Процессор саны					
	2		4		8	
	Орындау уақыты	үдеуі	Орындау уақыты	үдеуі	Орындау уақыты	үдеуі
2^{14}	8.296	0,78	4.699	1.38	4.951	1.31
2^{16}	33.132	0,85	17,639	1.59	17.543	1,60
2^{18}	184.476	0,65	60.072	2.00	68.368	1,90
2^{20}	588.710	0,91	348.358	1.54	349.006	1.54
2^{22}	2480.190	0,90	1491.049	1.49	1482.456	1,50

5 - кестеде ағындар мен процессорлардың әртүрлі санына байланысты openMP + MPI гибриді параллель орындалу уақыты мен үдеуінің нәтижелері көрсетілген. Орындау уақыты MPI модельмен салыстырғанда бір шама жоғары нәтижені көрсетті.

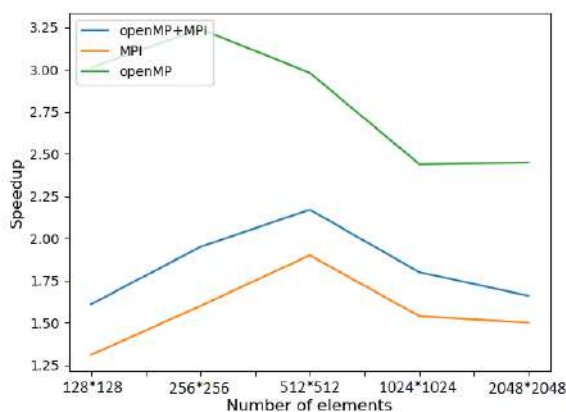
Кесте 5. OpenMP+MPI гибриді параллель орындау уақыты (қысым үшін)

Нүктелер саны	Процессор/ағындар саны			
	2/4		4/2	
	Орындау уақыты	үдеуі	Орындау уақыты	үдеуі
2^{14}	4.269	1.52	4.050	1.61
2^{16}	14.250	1.96	14.344	1.95
2^{18}	55.248	2.18	55.501	2.17
2^{20}	298.690	1,80	297.752	1,80
2^{22}	1350.159	1.65	1340.510	1.66

6(a) суретте әртүрлі параллельді есептеу модельдерінің орындалу уақытының салыстырылуы көрсетілген. 6(b) суретте әртүрлі параллельді есептеу модельдерінің үдеу мәндері салыстырылып көрсетілген.



Сурет 6(a). Параллель модельдердің есептеу уақыты



Сурет 6(b). Параллель модельдің үдеулері

Нүктелердің санының артуына байланысты бастапқы тізбекті үлгінің орындалу уақыты басқа параллельді модельдермен салыстырғанда тез өседі және әртүрлі параллельді есептеу модельдерінің үдеуі артады.

6-кестеде әрбір параллельді модельдеу технологияларының орындалу уақытының нәтижелерін салыстыру көрсетілген. Бір түйінде жұмыс жасағанда, OpenMP, MPI-ға қарағанда жақсы өнім көрсеткенімен, бірақ көп түйіндер арасындағы есептеулерде әлсіздік танытады. Ал көп түйіндер арасындағы есептеулерде MPI өз ролын көрнектендіре түседі. Демек, OpenMP мен MPI-дың осы ерекшеліктерін лайықты біріктіре алсақ, параллельді есептеудің үдеуін сәйкесті арыттыруға әбден болады. Көріп отырғаныңыздай, OpenMP+MPI-дың ұқсамаған нүктелердегі нәтижесі MPI мен салыстырғанда әлде қайда жоғары.

Кесте 6. Параллель орындау уақытының нәтижелерін салыстыру (қысым үшін)

Нүктелер саны	Тізбектей	OpenMP	MPI	OpenMP+MPI
2^{14}	6.501	2.283	4.951	4.050
2^{16}	27.985	8.858	17.543	14.344
2^{18}	120.383	39.138	68.368	55.501
2^{20}	536.222	218.401	349.006	297.752
2^{22}	2221.43	903.229	1482.456	1340.510

Қорытынды

Бұл жұмыста сандық модель үшін Якоби әдісі қолданылды. Бір өлшемді Бакли-Леверетт математикалық моделі құрылды. Мұнайды ығыстыру есептерінің өнімділігін арттыру үшін тізбектелген және openMP, MPI, және openMP+MPI параллелді алгоритмдері құрылды. Үш түрлі стандарт бойынша параллелді бағдарламаларға 2^{14} - 2^{22} нүктелер саны бойынша тестілеу жүргізілді. Тізбектелген бағдарламаның әртүрлі нүктелер санында есептеу уақыттары алынды. Сонымен қатар, openMP, MPI және openMP+MPI (гибридті) параллелді бағдарламалары үшін әртүрлі нүктелер санында тестілеу жүргізіліп, есептеу уақыттары мен үдеулері алынды. Бұл нәтижелер 3-кестеде, 4-кестеде және 5-кестеде көрсетілген. Алынған нәтижелерге сәйкес, OpenMP, MPI және олардың гибриді формаларының есептеу уақыты тізбектелген бағдарламамен салыстырғанда арта түскені анықталды (6-кесте). Есептеу өнімділігі тек нүктелердің санына ғана байланысты емес, әрбір ағындардың, процессорлардың немесе ядролардың оңтайлы санына да байланысты.

Бұл зерттеуде OpenMP, MPI және гибриді модельдер қарастырылған қысым теңдеуін есептеуге кететін уақытын (CPU уақыты) айтарлықтай қысқартылғаны көрсетілді. Параллелді гибриді OpenMP+MPI моделінің есептеу уақыты MPI параллелді есептеумен салыстырғанда айтарлықтай айырмашылығы болмағанымен, нүктелер санының артуына байланысты күшейетіні анықталды.

Алғыстар

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасының ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (Грант №AP09260564).

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Willhite G. P. (1986) *Waterflooding*
- 2 Buckley S.E. and Leverett M.C. (1942) *Mechanism of Fluid Displacements in Sands, Transactions of the AIME, 146, 107-116. <https://doi.org/10.2118/942107-G>*
- 3 Imankulov T., Lebedev D., Aidarov K. and Tura O. r (2014) *Design of HPC system for analysis the gel-polymer flooding of oil fields. Contemporary Engineering Sciences, vol. 7, p. 1531–1545. <http://dx.doi.org/10.12988/ces.2014.410187>*
- 4 Chhabra A., Thulasiraman P. Islam M. T. and Thulasiram R. K. (2004) *An OpenMP Implementation of FTCS Method for Reduced Black-Sholes Equation, in HPCS.*
- 5 Werneck L. F., Medeiros de Freitas M., Guaraldi da Silva Jr H., de Souza G. and Amaral Souto H. P. (2016) *An OpenMP parallel implementation for numerical simulation of gas reservoirs using Intel Xeon Phi coprocessor, in Proceedings of the XXXVII Iberian Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering. ABMEC. DOI: <https://doi.org/10.26512/ripe.v2i21.21697>*
- 6 Ryanto G. P. H. and others (2017) *An OpenMP parallel godunov scheme for 1D two phase oil displacement problem, in 2017 5th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). DOI:10.1109/ICoICT.2017.8074664*
- 7 Zhong H., Liu H., Cui T. Chen Z., Shen L., Yang B., He R. and Guo X. (2020) *Numerical simulations of polymer flooding process in porous media on distributed-memory parallel computers, Journal of Computational Physics, vol. 400, p. 108995. DOI:10.1016/j.jcp.2019.108995*
- 8 Alghamdi A. M., Eassa F. E., Khamakhem M. A., Al-Ghamdi A. S. A.-M., Alfakeeh A. S., Alshahrani A. S. and Alarood A. A. (2020) *Parallel hybrid testing techniques for the dual-programming models-based programs, Symmetry, vol. 12, p. 1555. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym12091555>*
- 9 Jin H., Jespersen D., Mehrotra P., Biswas R., Huang L. and Chapman B. (2011) *High performance computing using MPI and OpenMP on multi-core parallel systems, Parallel Computing, vol. 37, 562–575. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.parco.2011.02.002>*
- 10 Akhmed Zaki D. Zh., Lebedev D., Imankulov T. S., Kenzhebek Y., and d Kassymbek N. (2020) *High-performance and Intelligent Computational Models for Oil Production Problems, Journal of Computational Technologies, No 3.*

МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ
METHODS OF TEACHING MATHEMATICS

МРНТИ 14.01.85
УДК 371.32

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.007>

**METHODOLOGICAL ASPECTS OF FUNCTIONAL LITERACY FORMATION
OF SCHOOLCHILDREN IN MATHEMATICS**

Abylkassymova A.E.¹, Kappasova S.E.^{1}, Tuyakov T.A.¹, Zhadrayeva L.U.¹*

*¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: eldisan@mail.ru

Abstract

The main goal in the state programs for the development of education and science of the Republic of Kazakhstan is to increase the global competitiveness of Kazakhstan's education and science. In this regard, work has been carried out in the country to introduce the updated content of education into the educational process of secondary schools, aimed at developing the functional literacy of schoolchildren. The article touches upon considerations on these issues and considers methodological aspects of students functional literacy formation when teaching mathematics in accordance with the requirements of the state secondary education mandatory standards. The goals and objectives of teaching mathematics in the secondary education system, the content of teaching, methods and techniques of organizing the educational process, means and their capabilities in the implementation of the applied orientation of teaching mathematics are reflected. The authors define the methodological system for students functional literacy formation in mathematics and the content of its internal structural elements, the level of training in international studies PISA, TIMSS. Also, based on the analysis, methodological requirements and recommendations have been developed aimed at students functional literacy formation literacy of students in the process of teaching mathematics in a secondary school.

Keywords: functional literacy; mathematical literacy; methods of teaching mathematics; methodological system; mathematical problems.

Аннотация

А.Е. Абылкасымова¹, С.Е. Каппасова¹, Е.А. Туяков¹, Л.У. Жадраева¹

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ
ШКОЛЬНИКОВ ПО МАТЕМАТИКЕ**

В государственных программах развития образования и науки в Республике Казахстан основной целью является повышение глобальной конкурентоспособности казахстанского образования и науки. В связи с этим предпринимались усилия по внедрению в учебный процесс общеобразовательных школ страны обновленного образовательного содержания, направленного на развитие математической, функциональной грамотности учащихся. В статье рассматриваются эти вопросы и приводятся методические аспекты формирования функциональной грамотности учащихся в области преподавания математики в соответствии с требованиями стандартов государственного обязательного среднего образования. Обозначены цели и задачи обучения математике в системе среднего образования, содержание обучения, методы и способы организации процесса обучения, средства и их возможности в реализации прикладного направления обучения математике. Авторы определяют методологическую систему формирования функциональной грамотности учащихся по математике по данным международных исследований PISA, TIMSS и содержание ее внутренних структурных элементов, уровни подготовки. Также ими на основе анализа сформулированы методические требования и рекомендации, направленные на формирование математической, функциональной грамотности учащихся в процессе обучения математике в общеобразовательной школе.

Ключевые слова: функциональная грамотность; математическая грамотность; методика обучения математике; методическая система; математические задачи.

Аңдатпа

А.Е. Әбілқасымова¹, С.Е. Каппасова¹, Е.А. Тұяқов¹, Л.У. Жадраева¹

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

МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАДАН ФУНКЦИОНАЛДЫҚ САУАТТЫЛЫҒЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК АСПЕКТІЛЕРІ

Қазақстан Республикасында білім беруді және ғылымды дамытудың мемлекеттік бағдарламаларында негізгі мақсат – қазақстандық оқу білім мен ғылымның әлемдік бәсекеге қабілеттілігін бұданда мықты, сапалы етіп айқындалған. Осыған байланысты елімізде мектеп оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамытып, ілгері жұмыс жасау үшін көзделген жалпы білім беретін мектептердің оқу процесіне жаңартылған білім беру мазмұнын енгізу бойынша жұмыстар жүргізілді. Мақалада осы мәселелер туралы ойлар қозғалған және мемлекеттік жалпыға міндетті орта білім берудің стандарттарының талаптарына сәйкес математиканы оқытуда оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастырудың әдістемелік аспектілері қарастырылған. Орта білім беру жүйесінде математиканы оқытудың мақсаты мен міндеттері, оқыту мазмұны, оқу процесін ұйымдастыру әдістері мен тәсілдері, құралдары және олардың математиканы оқытудың қолданбалы бағытын жүзеге асырудағы мүмкіндіктері көрсетілген. Авторлар PISA, TIMSS халықаралық зерттеулері бойынша оқушылардың математикадан функционалдық сауаттылығын қалыптастырудың әдістемелік жүйесін және оның ішкі құрылымдық элементтерінің мазмұнын, дайындық деңгейлерін айқындайды. Сондай-ақ, талдаулар негізінде жалпы білім беретін мектепте математиканы оқыту жүйесінде оқушылардың математикалық, функционалдық сауаттылығын қалыптастыруға көзделген әдістемелік талаптар мен ұсынымдар жасаған.

Түйін сөздер: функционалдық сауаттылық; математикалық сауаттылық; математиканы оқыту әдістемесі; әдістемелік жүйе; математикалық есептер.

Introduction

The standards of state compulsory secondary education (primary, basic secondary, general secondary education), and curricula contribute to the formation of functional literacy in schoolchildren at a high level compared to previous years. Students will master at school the system of competencies necessary for the further meaningful development of their personality, along with a good assimilation of mathematical knowledge, skills, and skills [8].

Considering several studies conducted concerning the concept of "functional literacy", it is clear that in the considered works of well-known domestic and foreign scientists, there is no consistency, consistency in the interpretation of the concept of "functional literacy", in the disclosure of the effective meaning.

To further improve the educational system in Kazakhstan, a set of measures is being implemented. The country has adopted high-quality state programs to provide quality education and stimulate lifelong learning opportunities for students [1].

The national project "quality education" Educated Nation", approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 12, 2021 No. 726, defines important, main directions for the development of quality education [2]. One of the strategic indicators and objectives of the national project is to improve the quality of secondary education and a qualitative increase in the level of functional literacy of students according to the results of the international PISA, Timss testing.

Functional literacy is one of the main, especially important factors contributing to the active participation of people in social, cultural, political, social, and economic activities in general and lifelong learning.

It is known that as a result of scientific and methodological research work and differentiation of literature, functional literacy is divided into several types, that is, it is several types: the first type is reading and writing literacy; the second type is mathematical literacy; the third type is natural science literacy; the fourth type is computer literacy; the fifth type is financial literacy and others are divided into.

In the international testing of RISA, TIMSS, the results of assessing the educational achievements of students at school are evaluated according to three types of the several types of functional literacy listed above – literacy in reading and writing, mathematical literacy, and natural science literacy.

The analysis of students' functional literacy levels based on the results of international comparative studies has shown that there are many gaps in school education and a large gap remains. Kazakhstan has participated five times in the international PISA program for assessing the academic performance of fifteen-year-old students of the OECD (every three years from 2009 to 2021) and four times in the TIMSS study (2007-2019). The International Association of the IEA for Assessing the Quality of Student Education. The study

results revealed gaps in academic performance in the language of instruction and the socio-economic level of the family in villages, districts, and cities.

In international PISA studies, Kazakh school students ranked 53rd in mathematical functional literacy in 2009 with 405 points, 49th with 432 points in 2012, 42nd with 460 points in 2015, and 53rd with 423 points in 2018. These final results show a lower-than-average indicator compared to OECD countries [3].

If we consider the experience of leading countries, such as China, Singapore, Sweden, Japan, and Taiwan, on the development of functional mathematical literacy based on the results of PISA 2018 studies, the following studies can be distinguished:

-In Zhikui Hu's work "Chinese reform of teaching mathematics based on the management of basic literacy of creative knowledge", the objectives of the curriculum have moved from a "dual base" (basic knowledge and basic skills) to "three-dimensional goals" (knowledge and abilities, process and method, value of emotional communication) [4].

- A study by James Badger states that "in Singapore mathematics, instead of memorizing rules and exercises for repetition, students focus on the depth of a better understanding of mathematical concepts, with fewer topics in the curriculum, devoting more time to it, paying more attention to solving problems in real everyday life and prioritizing computational skills and conceptual strategic thought processes " [5].

- In the study conducted by Margareta Sandström, Lena Nilsson, and Johnny Lilja titled "Reflection of Mathematical Literacy: A Student's Story About Mathematical Activity," the researchers analyze the various aspects of mathematical literacy that are discussed by students as they recount their experiences in different mathematical activities, including working with numbers, solving simple mathematical problems, and completing test tasks. The study also explores how students' mathematical literacy, which encompasses numerical understanding, problem-solving skills, and the ability to communicate mathematical ideas, is shaped and developed through their dialogues about mathematical actions [6].

- Authors Wen-Chun Tai and Su-Wei lin show that "the relationship between problem-solving style and mathematical literacy" can provide significant benefits in everyday life and the ability to solve problems in the workplace [7].

In the above works, mathematical knowledge is aimed at ensuring that students can apply the acquired knowledge and skills in everyday life.

"Quality education. The main task of the national project "educated nation" according to the PISA international study is recognized as improving the quality of school education in mathematical literacy from 2021 to 2025 from 423 points to 480 points and reducing the gap in the results of the level of education of students between regions [2].

To fulfill this task and achieve the strategic indicator, it is necessary to revise the methodological system of teaching mathematics in schools, i.e. the objectives of teaching the subject, content, methods, forms, and methods of effective lesson organization, the means used, i.e. the system of improving the functional literacy of schoolchildren in mathematics and to study the teacher's activities.

An important issue in improving the quality of education is the development of a methodological system of teaching appropriate mathematics that meets the requirements and tasks of international programs conducted for the formation of functional literacy of students in mathematics. An urgent problem is to determine the methodological foundations of the formation of functional literacy in schoolchildren to teach them the ability to effectively apply the acquired mathematical knowledge in practice and real life.

Materials and methods

The standards of state compulsory secondary education (primary, basic secondary, general secondary education), and curricula contribute to the formation of functional literacy in schoolchildren at a high level compared to previous years. Students will master at school the system of competencies necessary for the further meaningful development of their personality, along with a good assimilation of mathematical knowledge, skills, and skills [8].

Considering several studies conducted concerning the concept of "functional literacy", it is clear that in the considered works of well-known domestic and foreign scientists, there is no consistency, consistency in the interpretation of the concept of "functional literacy", in the disclosure of the effective meaning.

The theoretical and practical study of functional literacy is reflected in the works of many scientists: Akatova T.I. considers aspects of linguistic functional literacy about the language culture of students; Perminova L. M., Lebedev O.Y. – technology of formation of functional literacy of students; Polishchuk L. N. - technology of formation of functional literacy of students in secondary special technological educational

institutions the formation of literacy; Famous scientists: V.A. Perolenko, R.L. Perchenok, S.Yu. Chernoglazkin presented his works on the technology of formation of functional literacy of students in the system of general, professional and additional education; N.N. Smetannikova studied functional literacy as part of a strategic approach to teaching reading.

In the monograph "The concept of functional literacy of schoolchildren: mathematics and computer science" (Moscow: Editus, 2016. – 220 p.), written by a team of authors M.V. Ryzhakov, Y.A. Sedova, A.Y. Abylkasymova, etc., "functional literacy is the formation of a person's subject knowledge, skills, abilities, and skills.-the existing system of opportunities for free use in the public environment under various situations," expressed his opinion [3]. In modern society, the concept of functional literacy has been formed and is widely spread as a certain criterion, a specific indicator of various types of activities. We meet such types as musical, technical, informational, computer literacy, etc. These terms are used to assess a person's ability to solve habitual life tasks based on applied knowledge in various spheres of daily life and activity. Consequently, several types of functional literacy can be observed (Table 1).

Table 1-several types of Functional Literacy

<i>Literacy content indicator</i>	<i>Competencies content</i>
<i>Reading literacy rate</i>	<ul style="list-style-type: none"> - reads any text correctly, deeply, and with understanding; - asks questions to any text and gives comprehensive answers to questions; - connects the read text with real life and gives examples; - read any text, and express your opinion on the content.
<i>Writing literacy indicator</i>	<ul style="list-style-type: none"> - write correctly, cleanly, and without errors; - be able to correctly apply grammatical, syntactic, and punctuation norms and rules in the process of writing, to prove why; - the ability to express your thoughts on a complete, versatile, systematic paper.
<i>Mathematical literacy indicator</i>	<ul style="list-style-type: none"> - understands, and knows the place of mathematics in real life; - reads, can analyze numerical information presented in various forms of mathematics; - finds, performs, and checks himself, can relate to real-life effective ways to solve any problems; - can effectively, and rationally apply mathematical knowledge in solving various problems in life situations.
<i>Natural science literacy indicator</i>	<ul style="list-style-type: none"> - understands, compares, analyzes, classifies, systematizes, and generalizes phenomena occurring in the world around us, nature; - can distinguish between basic, indirect signs of surrounding objects and phenomena; - rationally uses the acquired knowledge, and skills of elementary scientific research.
<i>Computer literacy indicator</i>	<ul style="list-style-type: none"> - independently searches for information on the computer; - works on the computer at will; - easily and actively programs various types of programs on the computer.
<i>Information literacy indicator</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Independently searches for, and selects information; - Analyzes, processes, and summarizes any information; - formulates, remembers information, and applies it to the problem that has arisen.
<i>Communication literacy indicator</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Knows how to handle anyone; gets along quickly. - can participate in the discussion, to express his opinion in a reasoned manner; - listens and understands the other person - knows how to ask the appropriate question and give a clear, comprehensive answer.

From this table, it can be seen that under the influence of certain criteria, depending on each type of functional literacy, it is possible to use an assessment of the readiness of schoolchildren for life, and the level of adaptation to the social environment. Competencies are obtained in the table as a criterion. We see that the development by students of a system of essential competencies that allow them to effectively and efficiently use their knowledge in practical everyday situations and the system of social adaptation gives successful results in the development of functional literacy of students. A functionally literate person, by the values of society, acts under the habitually formed interests of the social situation. Currently, choosing the right profession makes rational decisions, gets acquainted with the subtleties of modern information technologies, and plunges into

the desired social, developed environment. Therefore, the most important, rational features of a functionally literate person are considered to be: an authoritative person who knows how to live daily in any social environment, has communication, has certain qualitative qualities, and fully owns common core and subject competencies [9]. As is known, functional literacy of school students is formed by solving various tasks in various spheres of human activity, the relationship of integral social relations of labor productivity and socio-economic development with educational content that can be fully perceived by the student.

Functional literacy the school considers indicators of cognitive abilities and effective work of students as the level of education. This indicator is based on the applied nature of the content of school education in solving problems in various spheres of human life and knowledge that students did not receive promptly for certain reasons. Thus, mathematical functional literacy should be understood as "the ability of everyday human activity to favorably use the knowledge, skills, and abilities acquired at school to solve a large volume of real-life tasks in any tasks."

Results and discussions

The formation of functional literacy, reflecting the ability and willingness of students to influence the content of the acquired knowledge, is the most important of the main tasks of teaching all disciplines in secondary schools, especially mathematics. To increase Kazakhstan's competitiveness in the field of education and achieve high performance in international PISA studies, it is necessary to improve the quality of student's education, which means monitoring and strengthening the practical application, and orientation of education based on updating the content and technologies of high-quality mathematics teaching.

Based on the goals and objectives defined by the curricula of schoolchildren of modern updated content, to solve the problems of improving the functional literacy of students, it is necessary to develop thinking and the overall quality of student's knowledge, to work with the school staff in education. The heads of methodological associations of each school, scientific and methodological deputy directors of the school, and deputies for academic work need to improve the methods of teaching mathematics. There is a large number of research papers on the qualitative formation and effective development of mathematical knowledge and literacy of secondary school students. Qualitative methods of mathematical education at school, including the development of cognitive curiosity of students, continuous improvement of theoretical material and methods of teaching mathematics from the famous methodologist Abylkasymova A. Y. [10], improving the quality of teaching mathematics at school based on the effective application of a system of tasks of various levels, i.e. age. Iskakova [11], teaching the solution of special applied problems in the school course of mathematics, the works of Tanatarov K.A. [12], etc. The methodical system of teaching mathematics has five interrelated system-forming elements: the purpose of teaching, the content of teaching, the form and method of teaching, and the means of teaching (Fig.1)[10].

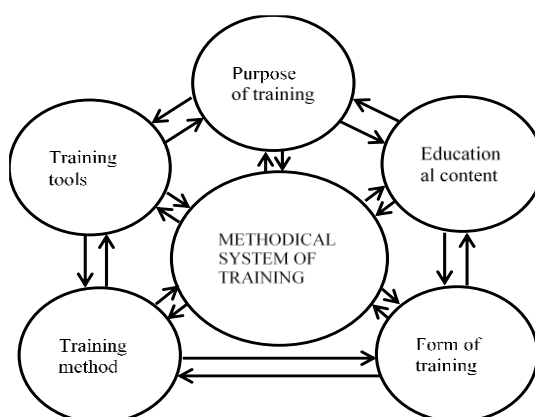


Figure 1. Methodological system for teaching mathematics

To implement this methodological system in the process of continuous formation of functional literacy of students, it is necessary to determine the conditions that reveal the qualitative properties of the system, the relationships, and the relationships between its constituent elements. This requires theoretical-methodological and scientific-methodical research. We have defined logical connections, and relations between them, defining the purpose, content, form, method, and means of each of the components of the system for the formation of functional literacy of students in mathematics by the principles of system analysis (Fig. 2).

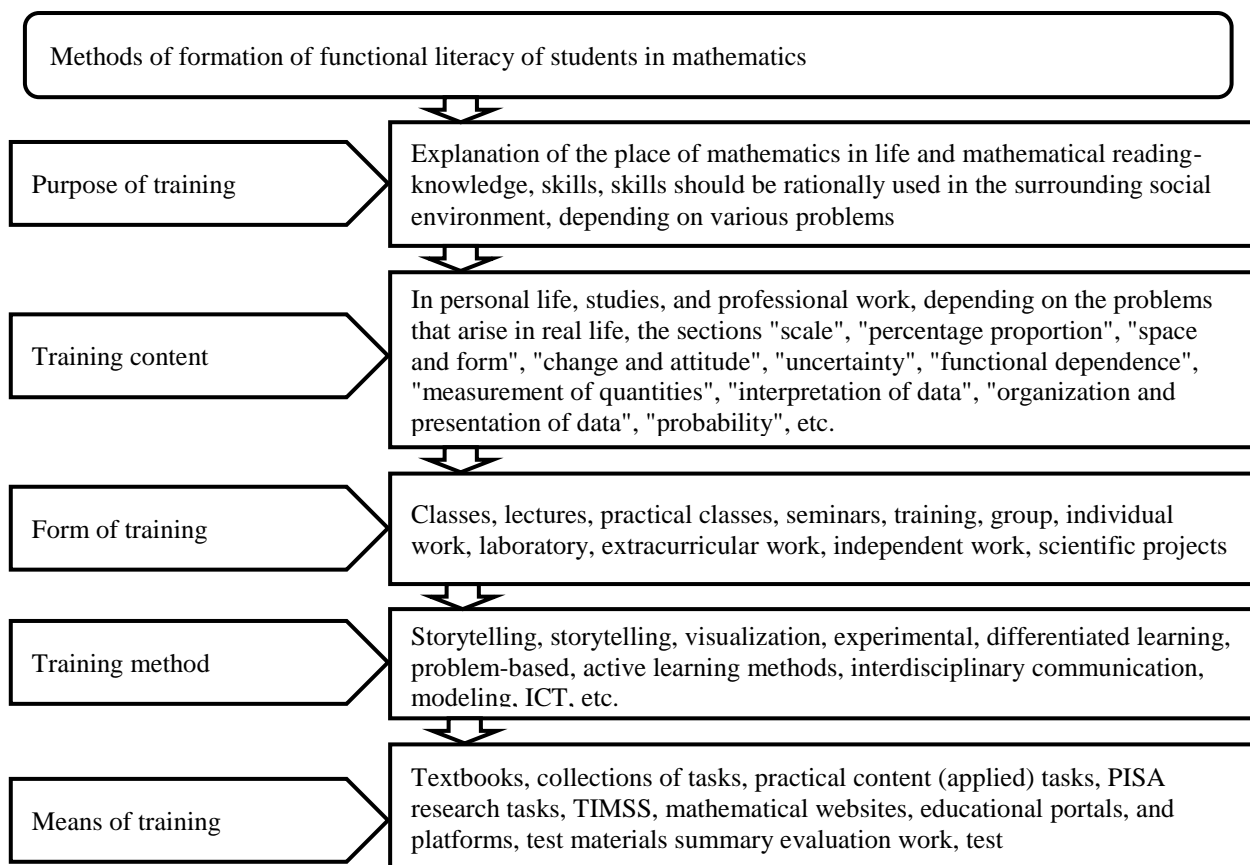


Figure 2. Methodical system of formation of functional literacy of students in mathematics

N.V. Borisova formulated that "in accordance with the objectives of teaching and the content of education, the educational activities of students should be carried out in clear and adequate forms and methods of teaching" [13]. Requirements for the choice of such teaching methods we believe that the system of forms and methods of teaching should be compatible with the level of knowledge of students.

The levels of assimilation of mathematical knowledge by students are determined in the international studies PISA, and TIMSS by the criteria "to know (to represent)", "to apply (to establish connections)" and "to think (to reason)", and under the standard of state compulsory secondary education based on Bloom's taxonomy, i.e. "to know," to understand", "to apply", "analyze", "generalization", "evaluation".

In her research work, Turganbayeva Zh.N. showed the ratio of the levels of mastering mathematical knowledge by students according to international studies PISA, TIMSS, and the updated content of education as follows: "to know (represent)" - "to know – to understand"; "to apply (establish connections)" - "to apply"; "to think (reason)" - "analyze - accumulation-evaluation" In addition, a correspondence was established between the levels of mastering mathematical knowledge and learning goals and methods and techniques of active learning were determined to achieve learning outcomes [14].

According to international studies of RISA, and TIMSS, knowledge indicators, which are the result of the formation of functional literacy of students in mathematics, can be divided as follows [15]:

The indicator "know (imagine)" – "know – understand" – to apply familiar facts, familiar methods, and techniques in known situations, recognize mathematical real objects and properties, perform acquired skills, effectively apply known algorithms and technical skills, transform familiar, familiar mathematical expressions and formulas, perform calculations to the fullest. Description and calculation of mathematical terms, and numbers according to the properties of students in this indicator; obtaining data from the graph and the table of functions; effective correct use of funds; classification, recognition of mathematical information objects; ability to perform tasks requiring a certain order of solution; ability to select and apply facts based on various information sources; ability to interpret processes and solutions; ability to use a reference book and mathematical computing tools, to make practical calculations using formulas; be able to recognize statistical information, numerical data, graphs, diagrams it consists of axes, analyses, etc.

The indicator "applicability (ability to establish connections)" – "applicability" – resembles the general content of the problem, in which chapter of mathematics the school should use the material most effectively and what familiar methods and techniques. Every day in such problems there are requirements for explaining the solution of the problem, suggesting to establish various connections between several concepts of the problem described in the report, or establishing a difference between those given in the conditions of a mathematical problem. Students' choice of an effective, correct and effective approach to solving; analyze and present mathematical information qualitatively; model; perform tasks related to a given sequence; solve standard, meaningful tasks; be able to develop and systematically link various tasks, including the correct display of symbols and rational direction to specific aspects of the situation, demonstrate the formed dexterity in solving problems; work with a sample of complex problems; solve problems, sample-related ability to identify, compare, evaluate, and process specific strategies for detection; be able to demonstrate a developed strategic thinking system and logical skills; describe and study specific features using functions, present tasks with graphs; interpret process graphs; model meaningful and practical situations based on learned mathematical formulas and properties of figures; calculate the dimensions of simple objects: length, area and volume, statistical data for a qualitative description of phenomena and processes, the ability of those around us to effectively use the elements of probability, etc.

"Thinking (the ability to reason)" - the indicator " analysis – accumulation – evaluation " – is built as a development of the past indicator. To solve the problems of this indicator, a certain inner intuition is required when choosing mathematical tools, creativity, integration of knowledge from several chapters of the mathematics course, and development of an algorithm for independent activity. In the conditions of general tasks, it contains many solutions, in most cases, it requires students to generalize, interpret or justify the result obtained. In this indicator, students analyze the known relationship between objects; generalization, synthesis of various ways of solving problems; proof of correctness or error of the above; solution of standard and non-standard problems; ability to think quickly and count quickly from a mathematical point of view; ability to correctly process strategies of situations that otherwise would not be reproduced, leading to a new, effective approach to solving problems; modernity, processing of solution strategies tasks in unfamiliar situations, the development of mathematical models to be able to: solve applied problems related to geometric, physical, economic, etc., etc. Let's consider possible ways of forming functional literacy in students in mathematics:

1) interdisciplinary connections of mathematics with other sciences and in combination with real life are the basis of mathematical education;

2) training in solving practical (applied) mathematical problems under theoretical knowledge.

Such approaches to the formation of functional literacy of students strengthen the practical significance of the school mathematics course, contribute to the emergence of new, deeply grounded interdisciplinary connections, and contribute to the humanization of mathematical knowledge by expanding the applied aspect. This, in turn, makes it possible to realize the goals of mathematical education.

When compiling the applied content of the mathematics course, the teacher should pay more attention to making the educational material interesting and understandable to students. In this context, we propose the following requirements aimed at improving the mathematical literacy of students:

- the student should be covered with understandable, fascinating, interesting, and useful thematic material for deep assimilation of the content of mathematical education;

- to deepen theoretical knowledge in mathematics (in-depth study of mathematics, i.e. deepening of individual topics), to carry out its practical orientation and interdisciplinary connections;

- should be aimed at familiarizing students with important techniques and methods of applying the acquired knowledge in mathematics in practice;

- the course of theoretically grounded training of students, should be aimed at involving them in relevant practical activities, drawing up reports from real life;

- materials not included in the curriculum of the discipline should be taught through the content of the course, i.e. the content of the course should not necessarily duplicate the content of the studied mathematical education;

- should be aimed at studying methods for solving various mathematical problems;

- it should be compiled in such a way as to make full use of active forms of organization of the educational process, information, and project work;

- individualization of education, socialization of the student, and, taking into account individual characteristics and level of training, the expansion of the acquired knowledge should contribute to the preparation for higher education in connection with the future profession, the choice of a future profession.

Conclusion

Functional literacy is a basic factor contributing to the active involvement of people (individuals) in social, cultural, political, and economic activities and education throughout life. Functional literacy is a constant increase and improvement of people's knowledge, regardless of their activity, or age. It is necessary to take into account the following functional qualities: activity, creative thinking, the ability to make the right decisions, the ability to choose your profession correctly, etc. The teacher must be deep and skillful in choosing the content of the educational material when teaching mathematics (in combination with interdisciplinary connections and life). We give the following methodological recommendations to teachers:

1. acquaint students with materials and information of a cognitive nature so that they can demonstrate the current level of science and its development through practical informative reports.

2. disclosure of scientific research, results, and publications with the help of practical informative (applied) reports.

3. to show the need for geometric methods to explain the phenomena of everyday life, and knowledge.

4. to show students the practical aspects of scientific and theoretical knowledge, and the possibility of applying the knowledge learned in the lesson in solving everyday and practical problems in human life.

Summing up, it can be seen that the developed methodological system and recommendations are practical ideas in the formation of functional literacy of students, improving the quality of knowledge in mathematics.

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19680007, A. E. Abylkassymova)

References:

1 Abulkasymova A. E. *modernizaciya sistemy obrazovaniya Respubliki Kazahstan. Nauchnoe izdanie.* - Almaty: shkola, 2021. - 212 .

2 Utverdit' Nacional'nyj proekt" kachestvennoe obrazovanie "Bilim ult" postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 12 oktyabrya 2021 goda № 726. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000726>

3 PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and can Do. Paris: OECD Publishing, 2019. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>

4 Zhikui Hu *Chinese Mathematics Teaching Reform Based on the Guidance of Core Literacy Creative Education.* - Vol.10. - No.13(2019). Article ID:97260,10 pages. 10.4236/ce.2019.1013263

5 James Badger *Teaching Singapore Math: Evaluating Measures to Effectively Teach and Implement a New Mathematics Curriculum in 21 Elementary Schools // GATEways to Teacher Education A journal of the Georgia Association of Teacher Educators.* – 2013. - Vol.14. - ISSUE 1.

6 Margareta Sandström, Lena Nilsson1 & Johnny Lilja *Displaying Mathematical Literacy – Pupils' Talk about Mathematical Activities //Journal of Curriculum and Teaching, 2013, Vol. 2, No. 2.*

7 Wen-Chun Tai &Su-Wei Lin *Relationship between problem-solving style and mathematical literacy.* - Vol. 10(11). - pp. 1480-1486, 10 June, 2015. DOI: 10.5897/ERR2015.2266 <http://www.academicjournals.org/ERR>

8 Prikaz ministra obrazovaniya i nauki Respubliki Kazahstan ot 31 oktyabrya 2018 goda № 604 "Ob utverzhdenii gosudarstvennyh obshcheobyazatel'nyh standartov obrazovaniya".

9 Abylkassymova, A., Mubarakov, A., Yerkisheva, Z., Turganbayeva, Z., & Baysalov, Z. (2020). *Assessment of Financial Literacy Formation Methods in Mathematics Education: Financial Computation. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 15(16),49.*doi:10.3991/ijet.v15i16.14587

10 Abylkasymova A. E. *teoriya i spravedlivost' matematiki: didakticheskaya-net spravedlivosti. Uchebnoe posobie.* - Almaty: shkola, 2014. - 224 .

11 Iskakova L. T. *metodicheskaya sistema differencirovannyh zadach kak uslovie kontrolya i ucheta rezul'tatov obucheniya matematike v srednej shkole: avtoreferat. ... doktor.ped.nauki.* - Almaty, 2005. - 42.

12 Tanatarov K. A. *obuchenie resheniyu prikladnyh zadach v shkol'nom kurse matematiki v usloviyah ispol'zovaniya komp'yutero: diss. k. p. n.-Almaty, 1994.-32 .*

13 Borisova N.V. *K voprosu o sodержanii Fakul'tativa po teorii veroyatnostej // Matematika v shkole.* - 1987. - №3. - 24.

14 Turganbaeva Zh.N. *Teoriya i statistika matematiki v sootvetstvi s obnovlennym mazmunom shkol'nogo obrazovaniya: dissertaciya, podgotovlennaya dlya polucheniya stepeni doktora filosofii (PhD)– Turkestan,2022.* - 160 .

15 Aleksashina I. Y., Kiselev Y. P. *sistema orientirov proektirovaniya zadaniy dlya razvitiya i oenki funktsional'noj gramotnosti obuchayushchihsya // sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2019. № 3.* <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28803>

М.Т. Искакова¹, Н. Әбілқайыр^{1*}

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

*e-mail: nazarjohn1122@gmail.com

НЬЮТОН ЕСЕБІНЕ ҚАТЫСТЫ ЛОГИКАЛЫҚ ҚИЫНДАТЫЛҒАН ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа

Негізгі мектеп алгебра курсына оқушылардың логикалық ойлау дағдысын жетілдіріп, шығармашылық қабілетін дамыту барлық педагог-әдіскерлердің басты мақсаты. Логикалық қиындатылған есептерді шығару, оқушылардың есептер арасындағы логикалық байланысты табу арқылы, есептерді жүйелі топтастыруына көмектеседі, әрі шартына мұқият көз жүгіртіп, талдау жасауға баулып, логикалық ойлау дағдысын дамытады.

Бұл мақаладағы есептер Ньютон есебіне негізделіп, қазағымыздың ұлттық ерекшелігімізге сәйкес құрастырылған. Құрастырылған есептердің деңгейі негізгі мектеп алгебра курсының 9-сынып қалалық және республикалық олимпиада есептеріне сай болып табылады. Оқушылар Ньютон есебіне қатысты кассадағы билет тексеруге арналған, су қоймасына арналған және су сорғышқа арналған есептерді формуланы қолдану арқылы, кесте әдісі және пропорция әдістері арқылы шығаруға дағдыланады, сол арқылы оқушылардың логикалық қиындатылған есептерді шешуге деген қызығушылығын арттырып, олимпиадада кездесетін күрделі есептерді шешу жолын сенімділікпен ізденуіне көмектеседі. Құрастырылған есептердің ұлттық бояуы қанық болғандықтан, оқушылардың ұлтына, еліне деген сүйіспеншілігін арттырады.

Түйін сөздер: Ньютон есебі, логика, өнімділік, екі айнымалысы бар сызықтық тендеулер жүйесі.

Аннотация

М.Т. Искакова¹, Н. Әбілқайыр¹

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

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ, СВЯЗАННЫХ С ЗАДАЧЕЙ НЬЮТОНА

Целью учителей-методистов является улучшение навыков логического мышления и развитие творческих способностей учащихся при обучении алгебре основной школы. Решение логически сложных задач помогает учащимся систематически группировать задачи, находить логические связи между задачами и развивает способность логически мыслить, внимательно анализируя условия задачи.

В статье рассматривается задача Ньютона, авторами составлены задачи с учетом национальных особенностей страны. Уровень составленных задач соответствует городским и республиканским олимпиадным задачам 9-го класса курса алгебры основной школы. Учащиеся смогут решать задачи, связанные с задачей Ньютона на кассу, на водохранилище и на водяной насос, используя формулу, табличный метод и методы пропорций, тем самым повышая интерес учащихся к решению логически сложных задач и помогая им уверенно искать решение олимпиадных задач. Благодаря богатому национальному колориту составленных задач повышается любовь учащихся к своему народу и стране.

Ключевые слова: задача Ньютона, логика, производительность, система линейных уравнений с двумя переменными.

Abstract

METHODS OF SOLVING HARD LOGIC PROBLEMS RELATED TO NEWTON'S PROBLEM

Iskakova M.T.¹, Abilqaiyr N.¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The main goal of all teachers in the secondary school algebra course is to improve student's logical thinking skills and develop creativity. Solving hard logic problems helps students systematically group problems by finding logical connections between them, and cultivate the ability to carefully read and analyze the conditions of logic questions, which will help students develop the habit of logical thinking.

The logic questions in this scientific research are based on Newton's problems and compiled according to the national characteristics of our country. The level of compiled according questions corresponding to the 9th grade of city and republic Olympic questions in the secondary school algebra course. Students will learn to be able to use formulas, tables, and proportions to solve ticket office problems, cistern problems, and water pump problems related to Newton's problem. Thereby improving student's interest in solving hard logic problems and helping them confidently find solutions to hard

problems encountered in the Mathematical Olympiad. Because these problems have national characteristics, so can increase student's interest in learning and love for the nation and country.

Keywords: Newton's problem, logic, work rate, system of linear equations with two variables.

Кіріспе

Логикалық есептерді шығара білу оқушыларды кез-келген проблеманы шешуге өз қабілетін толық қолдануына мүмкіндік береді. Логикалық ойлау қабілеті жоғары оқушылар мәселені дұрыс шешуге, тиімді жолмен шешуге икемді келеді. Дегенмен қазіргі кезде білім өресінің жоғарлауына байланысты, оқушылардың логикалық ойлау қабілетіде жоғарылай бастады, оқушыларды сынайтын логикалық қиындатылған есептердің де түрі молайып келеді. Логикалық қиындатылған есептерді шешуге үйрету арқылы оқушыларды мәселені тереңдей талдай білуге, ой қорытуға, жылдам ойлауға жетелейді. Төменде логикалық қиындатылған есептердің бірі Ньютон есебінен бірнеше мысал қарастырайық.

Негізгі бөлім

1. Ньютон есебі

Ньютон есебі Ньютонның ұсынысымен Ньютон есебі аталған, кей жерде бұл есеп түрін малдың шөп жеу есебі деп те атайды. 17-ғасырда атақты ағылшын физигі Ньютон осындай тақырыпта төмендегідей есеп құрастырған:

Жайылымда бір қалыпты жылдамдықпен өсіп тұрған шөп бар, бұл шөпті 10 сиыр 22 күн жейді, ал 16 сиыр 10 күн жейді. 25 сиыр неше күнде жей алады?

Есептің бұл түрі Ньютон есебі деп аталады. Ньютон есебінде егер шөп өспейді десек, онда бұл есеп жұмыс өнімділігіне қатысты қарапайым есеп болады. $y = nt$ формуласымен шешіледі. Мұндағы y дегеніміз бастапқы бар шөп, n дегеніміз өнімділік, t дегеніміз уақыт болады.

Егер шөп бір қалыпты жылдамдықпен өсіп тұрған болса, онда тағы бір айнымалы қосылып, жұмыс өнімділігіне қатысты қарапайым есептен күрделі болады. Бұл жерде сиыр шөпті жеп азайтады, ал шөп бір қалыпты өсіп шөпті молайтады. Екі жұмыс өнімділігі бір-біріне қарама қарсы жұмыс істеп жатқандықтан, іс-жүзіндегі өнімділік болып, екі өнімділіктің айырмасы болады, яғни:

$$\text{іс-жүзіндегі өнімділік} = n - x$$

Мұнда x шөптің өсу өнімділігін білдіреді, әрі ол сиырдың шөп жеу өнімділігінен кіші болады, егер үлкен болса, онда шөпті жеп тауыса алмайды.

Онда жұмыс өнімділік формуласы былай өзгереді:

$$y = (n - x) t$$

Ескере кететін бір жағдай, бұл түрдегі есептерде сиырдың шөп жеу өнімділігі берілмесе, бір сиырдың шөп жеу өнімділігін бір күнде бір шөп жейді деп аламыз, мұндағы бір шөптің бірлігі маңызды емес.

Енді нақты мысалдар қарастырып көрейік:

1-мысал

Жайылымда бір қалыпты жылдамдықпен өсіп тұрған шөп бар, бұл шөпті 10 сиыр 8 күнде жейді, ал 8 сиыр 12 күн жейді. Онда 6 сиыр неше күн жей алады?

Шешуі:

Бір сиырдың шөп жеу өнімділігін бір күнде бір шөп жейді десек, онда 10 сиыр бір күнде 10 шөп, 8 сиыр бір күнде 8 шөп жейді. 10 сиырдың іс-жүзіндегі өнімділігі $10 - x$, ал 8 сиырдың іс-жүзіндегі өнімділігі $8 - x$.

Демек, формула бойынша екі айнымалысы бар сызықтық теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$\begin{cases} y = (10 - x) \cdot 8 \\ y = (8 - x) \cdot 12 \end{cases}$$

Бұл екі айнымалысы бар сызықтық теңдеулер жүйесін шешсек, $x=4$ (шөптің өнімділігі), $y=48$ (бастапқы бар шөп).

Біз бастапқы бар шөптің мөлшерін білеміз, шөптің күнделікті бір қалыппен өсіп жатқан өнімділігін білеміз, ал енді 6 сиырдың бұл жайылымдағы шөпті неше күнде жеп болатынын есептеу қиын емес.

$$48 = (6 - 4) t$$

$$t = 24 \text{ күн}$$

Жауабы: Жайылымдағы шөпті 6 сиыр 24 күн жейді.

Жоғарыда келтірілген мысалда, екі топ сиыр бар десек, онда жайылымдағы бар шөпті бірінші топ 10 сиыр 8 күн жейді, ал екінші топ 8 сиыр 12 күн жейді. Екі топтағы сиырлардың санына байланысты,

сиырлардың шөп жеу өнімділігі әр түрлі болады, ал екі топта да шөп бір қалыпты өсетіндіктен өнімділігі тұрақты x болады. Бірінші топ сиырлардың өнімділігін n_1 деп, екінші топ сиырлардың өнімділігін n_2 десек, бірінші топ сиырлардың шөпті жеп болуға кеткен уақытын t_1 деп, екінші топ сиырлардың шөпті жеп болуға кеткен уақытын t_2 десек, онда сызықтық теңдеулер жүйесі:

$$\begin{cases} y = (n_1 - x) \cdot t_1 \\ y = (n_2 - x) \cdot t_2 \end{cases}$$

Ені x -ті тауып көрейік:

$$\begin{aligned} (n_1 - x) \cdot t_1 &= (n_2 - x) \cdot t_2 \\ n_1 \cdot t_1 - x \cdot t_1 &= n_2 \cdot t_2 - x \cdot t_2 \\ x \cdot t_2 - x \cdot t_1 &= n_2 \cdot t_2 - n_1 \cdot t_1 \\ x(t_2 - t_1) &= n_2 \cdot t_2 - n_1 \cdot t_1 \\ x &= \frac{n_2 \cdot t_2 - n_1 \cdot t_1}{t_2 - t_1} \end{aligned}$$

Осы формула арқылы берілген Ньютон есебіндегі шөптің өнімділігін тез есептеуге болады, тіпті дарынды оқушылар олимпиадалық есептерді осы формуланың көмегімен ауызшада шығара алады.

2. Логикалық тұрғыда бір топтағы есептер

Ньютон есебін шығару жолдары жоғарыда 1-мысал арқылы көрсетілді, дегенмен Ньютон есебі тек бұл түрмен шектеліп қалмайды. Олимпиаданың деңгейлерінің жоғарлауына байланысты, мәтін жағынан, берілген есептің шарты жағынан күрделілене береді. Төменде осы Ньютон есебін шығару жолдарымен белгілі логикалық байланыстағы бірнеше есепті мысалмен қарастырып көрейік.

2.1 Билет тексеруге арналған есептер

2-мысал

Белгілі бір вокзалда билетті тексеруге бірнеше минут қалғанда жолаушылар кезекке тұра бастайды, әр минут сайын келетін жолаушылар саны бірдей. Кезек күтіп тұрған жолаушылар, бір уақытта 4 билет кассасын ашса 30 минутта, ал бір уақытта 5 билет кассасын ашса 20 минутта тексеріс аяқталады. Егер бір уақытта 7 билет кассасы ашылса, онда кезек күтіп тұрған жолаушылар неше минутта тексерістен өтіп болады?

Шешуі: Формуланы қолдану арқылы шешіп көрейік.

Бұл есептің күрделілігі бастапқы жолаушылар саны мен әр минут сайын келетін жолаушылар саны белгісіз, билет кассасы минутына неше билет сататыны да белгісіз. Мәтініне назар аударсақ, билет кассасы жолаушыларды азайтуға жұмыс істеп, ал жолаушылар әр минут сайын қалыпты жылдамдықпен келіп, жолаушыларды молайтуға жұмыс істейді, демек іс-жүзінде өнімділік билет кассасының өнімділігі мен жолаушылардың өнімділігінің айырмасы болады.

Егер біз мәтінге аз өзгеріс енгізіп, билет кассасын сиырлар деп, жолаушыларды шөп десек, онда бұл есеп біз білетін Ньютон есебі болады.

Формула арқылы әр минут сайын келетін жолаушы саны:



$$x = \frac{4 \cdot 30 - 5 \cdot 20}{30 - 20} = 2$$

Кезек күтіп тұрған бастапқы жолаушылар саны:

$$y = (4 - 2) \cdot 30 = 60$$

Егер бір уақытта 7 билет кассасы ашылса, онда кезек күтіп тұрған жолаушылар t минутта тексерістен өтіп болады десек:

$$\begin{aligned} 60 &= (7 - 2) \cdot t \\ t &= 12 \end{aligned}$$

Жауабы: Бір уақытта 7 билет кассасы ашылса, онда кезек күтіп тұрған жолаушылар 12 минутта тексерістен өтіп болады.

2.2 Су қоймасына арналған есептер

3-мысал

Белгілі бір су қоймасында су деңгейін төмендететін 10 су қақпасы бар. Барлық 10 су қақпасы ашылғанда, су деңгейі ескерту деңгейінен қауіпсіз деңгейге 8 сағатта төмендейді, ал тек 6 су қақпасы ашылғанда, су деңгейі ескерту деңгейінен қауіпсіз деңгейге 24 сағатта төмендейді. Егер су қоймасына құйылатын су тұрақты болса, 8 су қақпасы ашылғанда, су деңгейін ескерту деңгейінен қауіпсіз деңгейге дейін төмендету үшін неше сағат қажет?

Шешуі: Кесте әдісі арқылы шешіп көрейік.

2-мысалда көрсетілгендей, билет тексеруге арналған есептерді мәтінінде аз өзгеріс енгізу арқылы, Ньютон есебін шешу жолымен шештік. Су қоймасына арналған есептерді де су қақпасы ашылып суды азайтуға жұмыс істесе, ал су қоймасына бір қалыпты құйылып тұрған су осы су қоймасындағы суды молайтуға жұмыс істейді. Мұнда су қақпасын сиыр деп, суды шөп деп қарастырып, Ньютон есебін шешу жолымен шешсек тиімді болады. Ньютон есебін шешудің формуланы қолдану әдісінен басқа кесте әдісіменде шешуге болады.

1-қадам: есептің берілген шартын осы кестедегідей орналастырып аламыз

$n_3=8$			$t_3=?$	
$n_1=10$			$t_1=8$	
$n_2=6$			$t_2=24$	

2-қадам: $n_1 \cdot t_1$ мен $n_2 \cdot t_2$ сәйкесінше есептеп жазамыз

$n_3=8$			$t_3=?$	
$n_1=10$			$t_1=8$	$n_1 \cdot t_1 = 80$
$n_2=6$			$t_2=24$	$n_2 \cdot t_2 = 144$

3-қадам: $n_1 \cdot t_1 - n_2 \cdot t_2$ сәйкесінше есептеп жазамыз

$n_3=8$			$t_3=?$	
$n_1=10$			$t_1=8$	$n_1 \cdot t_1 = 80$
$n_2=6$			$t_2=24$	$n_2 \cdot t_2 = 144$
			$24 - 8 = 16$	$144 - 80 = 64$

Мұнда ескеретін жағдай, үлкенінен кішісін азайтамыз, яғни $n_2 \cdot t_2 - n_1 \cdot t_1 = 64$.

$t_1 - t_2$ сәйкесінше есептеп жазамыз, бұл жердеде үлкенінен кішісін азайтамыз, яғни $t_2 - t_1 = 16$.

4-қадам: $\frac{n_2 \cdot t_2 - n_1 \cdot t_1}{t_2 - t_1}$ есептеп жазамыз, демек $\frac{64}{16} = 4$

$n_3=8$			$t_3=?$	
$n_1=10$			$t_1=8$	$n_1 \cdot t_1 = 80$
$n_2=6$			$t_2=24$	$n_2 \cdot t_2 = 144$
	$\frac{64}{16} = 4$		$24 - 8 = 16$	$144 - 80 = 64$

5-қадам: $n_1 - 4$ пен $n_2 - 4$ есептеп сәйкесінше жазамыз

$n_3=8$		48	$t_3=?$	
$n_1=10$		48	$t_1=8$	$n_1 \cdot t_1 = 80$
$n_2=6$		48	$t_2=24$	$n_2 \cdot t_2 = 144$
	$\frac{64}{16} = 4$		$24 - 8 = 16$	$144 - 80 = 64$

Кестеде көрсетілгендей $2 \cdot 24 = 48$ және $6 \cdot 8 = 48$ болатынын байқауға болады, демек $4 \cdot t_3 = 48$.

Жауабы: 8 су қақпасы ашылғанда, су деңгейін ескерту деңгейінен қауіпсіз деңгейге дейін төмендету үшін $48/4 = 12$ сағат қажет.

2.3 Су сорғышқа (насос) арналған есептер

4-мысал

Белгілі бір кемеге тесіліп су кірген, әрі тұрақты жылдамдықпен кірген. Кеме қызметкері қауіпті байқаған соң суды тазалау үшін дереу су сорғышты іске қосты. Әрбір су сорғыш минутына 20 m^3 суды тазалайтыны белгілі. Егер 2 су сорғышты бір уақытта пайдаланса, суды 15 минутта, ал 3 су сорғышты бір уақытта пайдаланса, суды 9 минутта тазалауға болады. Су сорғыш суды тазалай бастағанда, кемеде неше m^3 су болған?

Шешуі: Пропорция әдісі арқылы шешіп көрейік.

Бұл есепті де Ньютон есебін шешу әдісімен шешуге болады.

$\begin{cases} y = (n_1 - x) \cdot t_1 \\ y = (n_2 - x) \cdot t_2 \end{cases}$ формаладан $\frac{n_1 - x}{n_2 - x} = \frac{t_2}{t_1}$ болатынын көруге болады, демек екі топ су сорғыштың

кемедегі суды ығыстырып болуға жұмсаған уақыттарының қатынасы олардың іс-жүзіндегі өнімділіктерінің қатынасына кері пропорция болады.

$\frac{t_1}{t_2} = \frac{15}{9} = \frac{5}{3}$ болатындығы есеп шартында берілген, онда $\frac{n_1 - x}{n_2 - x} = \frac{3}{5}$ болады. Ал бірінші топта 2 су сорғыш, екінші топта 3 су сорғыш қолданылғандықтан, қатынасын былай түрлендіруге болады:

$$\frac{n_1 - x}{n_1 + 1 - x} = \frac{3}{5}$$

Бұдан $n_1 - x = 1,5$ болатынын, $n_2 - x = 2,5$ болатынын есептеп шығуға болады, сол себепті $\frac{n_1 - x}{n_2 - x} = \frac{1,5}{2,5}$

$$y = 1,5 \cdot 15 \cdot 20 = 450$$

$$y = 2,5 \cdot 9 \cdot 20 = 450$$

Жауабы: Су сорғыш суды тазалай бастағанда, кемеде 450 m^3 су болған.

3. Есеп шартындағы өзгеріс

Ньютон есебінде күрделілік дәрежесіне қарай есептердің шартында өзгеріс болады. Енді бірнеше есептің шарты өзгерген түрлерін қарастырып көрейік.

5-мысал

Жайылымда бір қалыпты жылдамдықпен өсіп тұрған шөп бар. Бұл жайылымда 16 сиыр 20 күн, 80 қой 12 күн шөп жей алады. 1 сиыр жеген шөп 4 қой жеген шөпке тең болса, 10 сиыр мен 60 қой бірге неше күн жей алады?

Шешуі:

Бұл есептің қиындығы біз білетін сиырлардан тыс қойлар қосылған, ал егер қойлардың бәрін сиырларға айналдырып немесе сиырлардың бәрін қойға айналырып есептесек, онда Ньютон есебінің шешу жолдарымен шешуге болады. 1 сиыр жеген шөп 4 қой жеген шөпке тең болса:

$$80 \text{ қой} = 20 \text{ сиыр}$$

$$60 \text{ қой} = 15 \text{ сиыр}$$

онда есеп шартын былай жазуға болады:

Жайылымда бір қалыпты жылдамдықпен өсіп тұрған шөп бар. Бұл жайылымда 16 сиыр 20 күн, 20 сиыр 12 күн шөп жей алса, 25 сиыр неше күн жей алады?

$$\begin{cases} y = (16 - x) \cdot 20 \\ y = (20 - x) \cdot 12 \end{cases}$$

$$x = 10$$

$$y = 120$$

$$120 = (25 - 10) \cdot t$$

$$t = 8$$

Жауабы: Жайылымдағы шөпті 10 сиыр мен 60 қой бірге 8 күн жей алады.

6-мысал

Ауа райы біртіндеп суыған сайын көкөніс бақшасында көкөністердің өнімділігі күн сайын бір қалыпты азайып отырады. Көкөніс бақшасындағы көкөністер 20 ересек адамға 5 күнге, 32 балаға 6 күнге жетеді. Ересектер балаларға қарағанда көкөністерді екі есе көп жесе, 11 ересек адам неше күн жей алады?

Шешуі:



Есеп шартындағы 5-мысалда көрсеткендей, белгісіздерді біріктіреміз. Ересектер балаларға қарағанда көкөністерді екі есе көп жесе, онда 32 баланы 16 ересек адам деп алып, 6 күн жейді дейміз.

Шөптің табиғи өсуіне қарама-қарсы, бұл мәселе шөптің азаю түріне жатады. Бұл есепте көкөністің табиғи өсу жылдамдығы күннен күнге азаятындықтан, ересектердің көкөністер жеуіне көмектесіп жұмыс істейді. $n-x$ Формуланы әлі де қолдануға болады, тек амалды өзгертіңіз, іс-жүзіндегі өнімділік $n+x$ болады.

$$x = \frac{20 \cdot 5 - 16 \cdot 6}{6 - 5} = 4$$

Көкөніс бақшасындағы көкөністердің бастапқы мөлшері:

$$y = (20 + 4) \cdot 5 = 120$$

Егер 11 ересек адам көкөніс бақшасындағы көкөністерді жесе, онда t күн жейді десек:

$$\begin{aligned} 120 &= (11 + 4) \cdot t \\ t &= 8 \end{aligned}$$

Жауабы: 11 ересек адам көкөніс бақшасындағы көкөністерді 8 күн жей алады.

7-мысал

Ауданы 5 гектар, 6 гектар және 8 гектар болатын үш жайылым бар. Жайылымдағы шөп бірдей қалың және бірдей жылдамдықпен өседі. Бірінші жайылымдықты 11 сиыр 10 күн, ал екінші жайылымдықты 12 сиыр 14 күн жейді. Үшінші жайылымдықты 19 сиыр неше күнде жей алады?

Шешуі:

Біз кездескен есептерде белгілі бір жайылым берілген, ал бұл есепте аудандары әр-түрлі үш жайылым берілгендіктен, қиындығы жоғарылаған. Егер біз бұл үш түрлі жайылымды бірдей ауданға келтірсек, онда есеп оңай болады.

Мұндағы жайылымдық ауданы бірдей емес, олардың ең кіші ортақ еселігі 120 гектар жайылым бар десек:

$$5 \cdot 24 = 120 \text{ гектар жайылымды } 11 \cdot 24 = 264 \text{ сиыр } 10 \text{ күн жейді;}$$

$$6 \cdot 20 = 120 \text{ гектар жайылымды } 12 \cdot 20 = 240 \text{ сиыр } 14 \text{ күн жейді;}$$

$$8 \cdot 15 = 120 \text{ гектар жайылымды } 19 \cdot 15 = 285 \text{ сиыр } t \text{ күн жейді;}$$

$$\begin{cases} y = (264 - x) \cdot 10 \\ y = (240 - x) \cdot 14 \end{cases}$$

$$x = 180$$

$$y = 840$$

$$840 = (285 - 180) \cdot t$$

$$t = 8$$

Жауабы: Үшінші жайылымдықты 19 сиыр 8 күн жей алады.

8-мысал

Наурыз мерекесіне байланысты вокзал билет сатып алуды күтіп тұрған жолаушыларға толы. Билет залында жолаушылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында жолаушылар залға кіру үшін залдың кіреберісінде кезекке тұрады, әрі бірдей жылдамдықпен билет сатып алады. Билет сатып алған жолаушылар бірден залдан шығып кетеді. Бұл тәртіпке сәйкес, 10 билет терезесі ашылған жағдайда залдағы барлық жолаушылар билетті 5 сағат ішінде сатып ала алады, егер 12 билет терезесі ашылған болса, залдағы барлық жолаушылар билеттерді 3 сағат ішінде сатып ала алады. Егер билет сатып алу үшін кезек күтуге келген жолаушылардың жылдамдығы бастапқы жылдамдықтың 1,5 есесі болса, залдағы барлық жолаушылар билетті 2 сағат ішінде сатып алуы үшін, неше билет терезелері ашылуы керек?

Шешуі:

Бұл есеп 2-мысалда көрсеткендей билет тексеруге арналған есепке ұқсайды, бірақ мұнда билет сатып алу үшін кезек күтуге келген жолаушылардың жылдамдығы бастапқы жылдамдықтың 1,5 есесі деп берілген. Билет терезесі кезек күтетін жолаушыларды азайтуға жұмыс жасаса, ал билет сатып алу үшін кезек күтуге келген жолаушылар жолаушыларды молайтуға жұмыс істейді, демек Ньютон есебіндегі шөптің өсу жылдамдығы 1,5 есе артқан болады.

Кезек күтуге келген жолаушылардың жылдамдығы:

$$x = \frac{10 \cdot 5 - 12 \cdot 3}{5 - 3} = 7$$

Кезек күтіп тұрған бастапқы жолаушылардың саны:

$$y = (10 - 7) \cdot 5 = 15$$

Егер кезек күтуге келген жолаушылардың жылдамдығының бастапқы жылдамдықтың 1,5 есесі болса:

$$15 = (n - 1,5 \cdot 7) \cdot 2 \\ n = 18$$

Жауабы: Залдағы барлық жолаушылар билетті 2 сағат ішінде сатып алу үшін, 18 билет терезелері ашылуы керек.

Зерттеу материалдары және зерттеу әдістері

Бұл зерттеу жұмысының әдіснамалық негізіне математиканы оқытудың негізгі тұжырымдамасына жүйелі талдау жасаудың әдістерін оны оқыту кезінде кәсіби бағдарын іске қосып, күшейтудің болашақтағы мүмкіндіктерімен үйлестіру кіреді. Зерттеуді жүргізу барысында біз математиканы оқытудың негізгі ерекшеліктеріне талдау жасадық.

Қазақстандық әдіскерлердің еңбектерін талқылай отырып, оқытудың негізгі тұжырымдарын зерттеуге, сонымен қатар оқушылардың логикасын дамытуға басты назар аудардық. Зерттеу аясында ғылыми зерттеулердің жалпы кешені екі кезеңмен орындалды. Бірінші кезеңде математиканы оқытудың негізгі тұжырымдамаларына теориялық зерттеу жасалып, сонымен қатар зерттеу тақырыбының ғылыми білім жүйесіндегі орны мен мәні анықталды. Сондай-ақ алдағы ғылыми тұжырымдар үшін қазіргі проблемалармен бірге алдын ала теориялық зерттеу жүргізе отырып, бұл тұжырымдамаларға жүйелі талдау жасалды. Екінші кезеңде математиканы оқытудың кәсіби бағдарын іске қосып, жетілдіру жұмыстары атқарылды. Зерттеу барысында алынған тәжірибе нәтижелері өзге зерттеушілердің нәтижелерімен және тұжырымдарымен салыстырылды. Бұл біздің зерттеу жұмысымызды аяқтауға нақты объективті қорытынды жасауымызға ықпал етті.

Жұмыстың соңғы қорытынды кезеңінде алынған нәтижелер негізінде математиканы оқытудың теориялық негізін қалыптастыру ерекшеліктерін зерттеудің аясымен шектелген тұжырымдар жасалды. Жалпы зерттеу барысында алынған нәтижелер мен соның негізінде жасалған тұжырымдар әрі қарай ізденіс жұмыстарын жүргізуге әдіснамалық және теориялық негіз бола алатындықтан, болашақ математиктерді даярлау сапасын арттырып, таңдаған мамандықтары бойынша кәсіби құзыретін дамыту үшін маңызы ерекше.

Ғылыми зерттеудің эксперимент нәтижелері

Зерттеудің мақсаты мектеп математикасында логикалық есептерді шешу тақырыбы бойынша элективті курс ұйымдастырып, нәтижесіне талдау жасау. Осы мақсатта Талғар қаласында А.Байтұрсынұлы атындағы №7 жалпы білім беретін лицейде негізгі мектеп оқушыларына эксперимент жүргізілді. Бұл жолғы экспериментке әр сыныптан оқушылар таңдалып, жалпы 60 оқушы қатысты. Әр сынып оқушыларын 2 топқа бөліп, бір топқа осы жолғы зерттеуде қарастырылған күрделілігі жоғары логикалық есептерді шешу әдістері үйретілді, ал екінші топқа дәстүрлі сабақ беру формасында элективті курстар ұйымдастырылды, әрі эксперимент басында мен соңында екі топқа бірдей бақылау жұмысы жүргізілді. Алдымен тәуелді таңдамалар үшін Стьюденттің t-критерийі арқылы екі топтың білім деңгейлеріде ілгерлеушілік бар жоғына талдау жасаймыз.

Төмендегі 1-кестеде екі топ оқушыларының эксперимент басталар алдындағы бақылау нәтижесі мен соңындағы нәтижесі көрсетілген.

Кесте 1. Күрделілігі жоғары логикалық есептерді шешу әдістері бойынша элективті курс

№	Сынып	Оқушының аты-жөні	Эксперимент алдындағы нәтижесі (max 20)	Эксперимент соңындағы нәтижесі (max 20)
1	7 сынып	Адилова Аружан	15	16
2		Акимбекова Арайлым	16	18
3		Амантай Айнэль	16	17
4		Ахметжан Раяна	16	18
5		Болтан Ақнұр	14	16
6		Ермухан Әділет	16	18
7		Краубаев Абдурахим	14	15
8		Қуанышбек Дінмұхамед	15	15
9		Лесбек Ерболат	16	17
10		Турдикул Айбол	14	13
11	8 сынып	Асылбек Дамир	12	15
12		Жолдыбаева Мерей	14	15
13		Жошы Алина	13	15
14		Жұмағали Бекжан	12	16
15		Курманбек Аяулым	12	14
16		Мусахан Дана	11	12
17		Орынбасар Диана	13	14
18		Сұлтан Асанәлі	16	17
19		Турсунжан Дастан	9	9
20		Тұрысбек Қарақат	12	13
21	9 сынып	Сейсен Әзиза	15	17
22		Абдубай Азель	12	14
23		Аманбай Жанерке	12	15
24		Бақытжанқызы Жәмиля	16	20
25		Есімбаев Даниял	9	11
26		Исламбекова Сабина	14	15
27		Көпжасарова Айгерім	13	14
28		Нұраддин Мәлдір	12	16
29		Садыкова Аяжан	13	14
30		Тұрысбек Алуа	16	19

Кесте 2. Дәстүрлі сабақ беру әдісі бойынша элективті курс

№	Сынып	Оқушының аты-жөні	Эксперимент алдындағы нәтижесі	Эксперимент соңындағы нәтижесі
1	7 сынып	Айдархан Алишер	14	15
2		Аппазов Арыстан	13	13
3		Бауыржанқызы Кәусар	10	11
4		Бектурсын Саят	13	14
5		Карамбай Айша	13	15
6		Катарбеков Айкын	13	12
7		Кеңесхан Айдина	15	16
8		Қажығали Ілияс	13	17
9		Қаирбек Әдемі	15	16
10		Қанатбек Қайсар	12	11
11	8 сынып	Аман Алисултан	11	12
12		Асылхан Ерасыл	9	10
13		Болатбай Нурлан	9	12
14		Калимжанқызы Нұрай	9	9
15		Канагатұлы Ерасыл	11	12
16		Кенжебек Амина	8	9
17		Қани Жанель	9	11
18		Құлжабай Алина	8	10
19		Мейрамханұлы Нұрмұхамед	9	8
20		Мурсалимов Нұрсәлім	13	14
21	9 сынып	Абжапар Аяулым	12	11
22		Акимжанов Батырхан	15	16
23		Алтынбекқызы Гүлім	13	15
24		Аманбаев Шыңғыс	14	13

25		Асқарұлы Әмір	16	15
26		Ахметжан Мұхамет	10	10
27		Әлден Назым	11	12
28		Әлімханұлы Тілеміс	14	13
29		Бексұлтан Аяұлым	16	19
30		Дулатбек Бекнұр	12	14

Тәуелді таңдамалар үшін Стьюденттің t-критерийінің эмприкалық мәнді есептеу формуласы:

$$t = \frac{M_d \sqrt{n}}{\sigma_d}$$

Кесте 3. Күрделілігі жоғары логикалық есептерді шешу әдістері бойынша элективті курс

№	Эксп. басы (x_i)	Эксп. соңы (y_i)	d_i $= y_i - x_i$	M_d $= \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$	$d_i - M_d$	$(d_i - M_d)^2$	σ_d $= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - M_d)^2}{n - 1}}$
1	15	16	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
2	16	18	2	1.7	0.3	0.09	1.18
3	16	17	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
4	16	18	2	1.7	0.3	0.09	1.18
5	14	16	2	1.7	0.3	0.09	1.18
6	16	18	2	1.7	0.3	0.09	1.18
7	14	15	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
8	15	15	0	1.7	-1.7	2.89	1.18
9	16	17	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
10	14	13	-1	1.7	-2.7	7.29	1.18
11	12	15	3	1.7	1.2	1.44	1.18
12	14	15	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
13	13	15	2	1.7	0.3	0.09	1.18
14	12	16	4	1.7	2.3	5.29	1.18
15	12	14	2	1.7	0.3	0.09	1.18
16	11	12	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
17	13	14	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
18	16	17	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
19	9	9	0	1.7	-1.7	2.89	1.18
20	12	13	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
21	15	17	2	1.7	0.3	0.09	1.18
22	12	14	2	1.7	0.3	0.09	1.18
23	12	15	3	1.7	1.2	1.44	1.18
24	16	20	4	1.7	2.3	5.29	1.18
25	9	11	2	1.7	0.3	0.09	1.18
26	14	15	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
27	13	14	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
28	12	16	4	1.7	2.3	5.29	1.18
29	13	14	1	1.7	-0.7	0.49	1.18
30	16	19	3	1.7	1.2	1.44	1.18
Σ		458	50			40.56	

Мұндағы M_d -дербес мәндер айырмаларының арифметикалық ортасы, n-таңдама көлемі, ал σ_d - айырма мәндерінің стандарт ауытқуы.

Эмприкалық мәні:

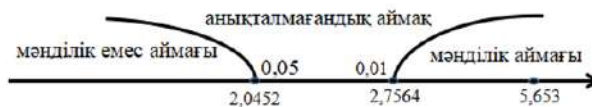
$$t_{\text{эпм}} = \frac{M_d \sqrt{n}}{\sigma_d} = \frac{1,7 \sqrt{30}}{1,18} = 7,89$$

Еріктілік дәрежесі:

$$df = n - 1 = 30 - 1 = 29$$

Стьюденттің t-критерийінің кестесінен біріктілік дәрежесі 29 және $p=0.05$, $p=0.01$ мәндеріне сәйкес $t_{1kp}=2,0452$ және $t_{2kp}=2,7564$ кризистік мәндерін аламыз.

$$t_{kp} = \begin{cases} 2,0452, \text{ егер } p \leq 0,05 \\ 2,7564, \text{ егер } p \leq 0,01 \end{cases}$$



Сурет 1.

Суретте көрсетілгендей, $t_{эпм}$ мәнділік аймақта болғандықтан, күрделілігі жоғары логикалық есептерді шешу әдістері бойынша элективті курс оқушыларының нәтижесі көрнекті жоғарылаған.

Кесте 4. Дәстүрлі сабақ беру әдісі бойынша элективті курс

№	Эксп. басы (x_i)	Эксп. соңы (y_i)	$d_i = y_i - x_i$	$\frac{M_d}{\sum_{i=1}^n d_i} = \frac{M_d}{n}$	$d_i - M_d$	$(d_i - M_d)^2$	$\frac{\sigma_d}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - M_d)^2}{n - 1}}}$
1	14	15	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
2	13	13	0	0,83	-0,87	0,7569	1,34
3	10	11	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
4	13	14	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
5	13	15	2	0,83	1,17	1,3689	1,34
6	13	12	-1	0,83	-1,83	3,3489	1,34
7	15	16	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
8	13	17	4	0,83	3,17	10,0489	1,34
9	15	16	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
10	12	11	-1	0,83	-1,83	3,3489	1,34
11	11	12	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
12	9	10	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
13	9	12	3	0,83	2,17	4,7089	1,34
14	9	9	0	0,83	-0,87	0,7569	1,34
15	11	12	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
16	8	9	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
17	9	11	2	0,83	1,17	1,3689	1,34
18	8	10	2	0,83	1,17	1,3689	1,34
19	9	8	-1	0,83	-1,83	3,3489	1,34
20	13	14	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
21	12	11	-1	0,83	-1,83	3,3489	1,34
22	15	16	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
23	13	15	2	0,83	1,17	1,3689	1,34
24	14	13	-1	0,83	-1,83	3,3489	1,34
25	16	15	-1	0,83	-1,83	3,3489	1,34
26	10	10	0	0,83	-0,87	0,7569	1,34
27	11	12	1	0,83	0,17	0,0289	1,34
28	14	13	-1	0,83	-1,83	3,3489	1,34
29	16	19	3	0,83	2,17	4,7089	1,34
30	12	14	2	0,83	1,17	1,3689	1,34
Σ		385	25			52,371	

Мұндағы M_d -дербес мәндер айырмаларының арифметикалық ортасы, n-таңдама көлемі, ал σ_d -айырма мәндерінің стандарт ауытқуы.

Эмприкалық мәні:

$$t_{эпм} = \frac{M_d \sqrt{n}}{\sigma_d} = \frac{0,83 \sqrt{30}}{1,34} = 3,4$$

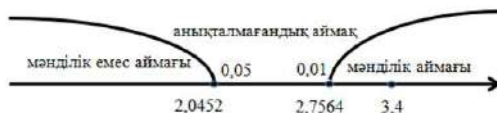
Еріктілік дәрежесі:

$$df = n - 1 = 30 - 1 = 29$$

Стъденттің t-критерийінің кестесінен біріктілік дәрежесі 29 және $p=0.05$, $p=0.01$ мәндеріне сәйкес $t_{1kp}=2,0452$ және $t_{2kp}=2,7564$ кризистік мәндерін аламыз.

$$t_{kp} = \begin{cases} 2,0452, & \text{егер } p \leq 0,05 \\ 2,7564, & \text{егер } p \leq 0,01 \end{cases}$$

Суретте көрсетілгендей, $t_{эпм}$ мәнділік аймақта болғандықтан, күрделілігі дәстүрлі сабақ беру әдісі бойынша элективті курс оқушыларының нәтижесі біршама жоғарылаған.



Сурет 2.

Жоғарыда екі топтың нәтижесінің жоғарылағанын байқаймыз, енді қай топтың нәтижесі елеулі жоғарылағанын, яғни эксперимент соңындағы нәтижелерінде жоғары статистикалық деңгейдегі мәнді айырмашылық бар жоғына талдау жасап көрейік. Ол үшін тәуелсіз таңдамалар үшін Стъденттің t-критерийі қолданылады.

Тәуелсіз таңдамалар үшін Стъденттің t-критерийінің формуласы:

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} - \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Мұндағы M_1 және M_2 сәйкесінше бақлау тобы мен эксперимент тобының эксперимент соңындағы нәтижелерінің арифметикалық ортасы, δ_1^2 және δ_2^2 сәйкесінше бақлау тобы мен эксперимент тобының дисперсияларының мәндері, ал n_1 және n_2 сәйкесінше бақлау тобы мен эксперимент тобының таңдама көлемі.

$$M_1 = \frac{385}{30} = 12,83; M_2 = \frac{458}{30} = 15,27; \sigma_2^2 = 1,34^2 = 1,7956; \sigma_1^2 = 1,18^2 = 1,3924;$$

Эмприкалық мәні:

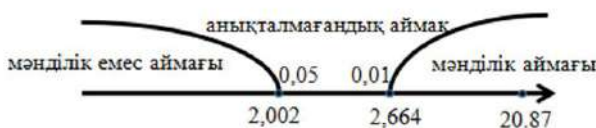
$$t_{эпм} = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} - \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{|12,83 - 15,27|}{\sqrt{\frac{1,7956}{30} - \frac{1,3924}{30}}} = 20,87$$

Еріктілік дәрежесі:

$$df = (n_1 + n_2) - 2 = 58$$

Стъденттің t-критерийінің кестесінен біріктілік дәрежесі 29 және $p=0.05$, $p=0.01$ мәндеріне сәйкес $t_{1kp}=2,002$ және $t_{2kp}=2,664$ кризистік мәндерін аламыз.

$$t_{kp} = \begin{cases} 2,002, & \text{егер } p \leq 0,05 \\ 2,664, & \text{егер } p \leq 0,01 \end{cases}$$



Сурет 3.

Суретте көрсетілгендей, $t_{\text{ЭПМ}}$ мәнділік аймақта болғандықтан, екі топ оқушыларының нәтижесінде жоғары статистикалық деңгейдегі мәнді айырмашылық бар екенін көрсетеді. Демек эксперимент тобының білім деңгейі бақылау тобына қарағанда көрнекті жоғарлаған.

Талқылау нәтижелері

Зерттеу жұмысының ерекшеліктері:

- Математиканы оқыту барысында оқушылардың логикалық ой-қорытуын қалыптастыру;
- Оқушылардың алған білімін өмірінде тәжірибелік тұрғыда қолдануға дағдыландыру.

Қорытынды

Зерттеуімізді қорытындылай келе, Ньютон есептеріне қатысты логикалық байланысы бар есептерді топтастырып, оқушылардың ұқсас емес есептер арасындағы байланысын таба алу қабілетін жетілдірсек, онда логикалық қиындатылған есептерді шешу оңай болады, әрі оқушылардың логикалық ойлау қабілеті жоғарылап, күрделі есептерді өздігінен шеше алады. Оқушылардың шығармашылық дағдысын қалыптастырып, жеке тұлға болып қалыптасуына мүмкіндік береді. Ұсынылып отырған әдіс-тәсілдерді оқушылардың логикалық қиындатылған есептерді шешуде, жас математик мамандардың оқушыларды олимпиадаға дайындауында қолданса, үлкен жетістіктерге жетуіне болады деген сенімдеміз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Қалалық Жәутіков олимпиадасы (2004), 9 сынып. <http://matol.kz/olympiads/321?lang=kz>
- 2 Iskakova M., Toleugaliyeva S., (2022) Introduction to Solving Logical Problems in General Education Schools, Journal of Positive School Psychology, Vol. 6, No. 3, 7049–7053 <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/4272>
- 3 Moshkalov, A.K., Iskakova, M.T., Maikotov, M.N., ...Salgozha, I.T., Darkhanbaeyeva, G.S. (2014) Ways to improve the information culture of students. Life Science Journal, 11 (SPEC. ISSUE 8), 340–343. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56184543900>
- 4 Iskakova M, Adilbekov Y., (2013) Solving problems on the teaching methods of linear algebra through technology platform dot.net European Scientific Journal edition vol.9, No.36 ISSN: 1857-7881 (Print) e-ISSN 1857-7431 page 127-131. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/download/2217/2101>
- 5 Iskakova M, Adilbekov Y., (2013) Teaching Methods Liner Algebra Problems Through Technology Platform Dot.Net / Eastern European Scientific Journal DOI 10.12851/EESJ Page 104-107. <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34074691>
- 6 Искакова М.Т., Кутумбаева А.Б., (2014) Оқушыларды есеп шығарғанда стандартты емес тәсілдермен шығарту дамытудың кепілі / Хабаршы №1 (45) Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, «Физика-математика ғылымдары» сериясы. <http://sp.kaznpu.kz/kz/series/1/>
- 7 Искакова М.Т., Нурбаева Д.М. (2015) ЖОО-да математик-студенттердің танымдық дербесыгін дамыту туралы мәселелер. Мектепте және педвузда математиканы оқытудың өзекті мәселелері. 25-жазылым. Москва, 255-260 бб. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24173932>
- 8 Искакова М.Т., (2014) Математика. – Семей: "Intellect".
- 9 Искакова М.Т.,(2015) Орта мектепте математиканы тереңдетіп оқыту мәселелері / "Әлемдік ақпараттық білім беру кеңістігі бәсекеге қабілетті ұстаз қолында» атты жас ғалымдар арасында республикалық ғылыми-практикалық конференция материалдары. – Алматы, 443-447. <https://emirb.org/bibliografiyali.html?page=5>
- 10 Искакова М.Т.,(2020) Жалпы білім беретін мектепте логикалық есептерді шешуге баулу// Хабаршы Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, «Физика-математика ғылымдары» сериясы. - №1 (69).. 92-96 Б. <https://bulletin-phmath.kaznpu.kz/index.php/ped/article/view/207>
- 11 Искакова М.Т., (2019) Орта мектепте оқушыларды математикалық есептерді стандартты емес тәсілдермен шығартуға үйрету мәселелері // «Білім беру жүйесін модернизациялау: тенденциялар, проблемалар және перспективалар» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференция. 19 қазан 2019ж. 379-382 бб. <https://www.kaznu.kz/content/files/pages/folder21017/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%A3%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%B1%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%A1%D0%90.pdf>
- 13 Искакова М.Т., (2019) Комбинаторлық есептерді стандартты емес тәсілдермен шығарту мәселелері/ «Ізденіс» халықаралық ғылыми-педагогикалық журнал «Қазақстан жоғары мектебі» журналының ғылыми қосымшасы №4, 203-205бб.

14 Искакова М.Т., (2020) Арифметикалық прогрессияның алғашқы n мүшесінің қосындысын табудың тиімді жолы/ Педагогика және Психология. №3, 182-187 бб. <https://journal-pedpsy.kaznpu.kz/index.php/ped/article/view/105/373>

References:

- 1 Qalalyq Jautykov olimpiadacy ((2004), 9 сынып. <http://matol.kz/olympiads/321?lang=kz>
- 2 Iskakova M., Toleugaliyeva S., (2022) Introduction to Solving Logical Problems in General Education Schools, Journal of Positive School Psychology 2022, Vol. 6, No. 3, 7049–7053 <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/4272>
- 3 Moshkalov, A.K., Iskakova, M.T., Maikotov, M.N., ...Salgozha, I.T., Darkhanbaeyeva, G.S. (2014) Ways to improve the information culture of students. Life Science Journal, 11 (SPEC. ISSUE 8), 340–343. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56184543900>
- 4 Iskakova M, Adilbekov Y., (2013) Solving problems on the teaching methods of linear algebra through technology platform dot.net European Scientific Journal edition vol.9, No.36 ISSN: 1857-7881 (Print) e-ISSN 1857-7431 page 127-131. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/download/2217/2101>
- 5 Iskakova M, Adilbekov Y., (2013) Teaching Methods Liner Algebra Problems Through Technology Platform Dot.Net / Eastern European Scientific Journal DOI 10.12851/EESJ Page 104-107. <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34074691>
- 6 Iskakova M.T., Kutumbaeva A.B., (2014) Oqushylardy esep shygarganda standartty emes tasildermen damytudyn kepili / Habarshy №1 (45) Abai atyndagy Qazaq ulttyq pedagogikalıyq universiteti, "Fızıka-matematika gylımdary" serıasy. <http://sp.kaznpu.kz/kz/series/1/>
- 7 Iskakova M.T., Nurbaeva D., Pedagogikalıyq (2015) JOO-da matematik-studentterdin tanyndyq derbestigin damytu turaly maselege qatysty. Mektepte jane pedvuzada matematikany oqytudyn ozekti maseleleri. 25-shy garylym.-Moskwa, 255-260. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24173932>
- 8 Iskakova, M.T., (2014) Matematika. – Semey: "Intellect", 212.
- 9 Iskakova M.T.,(2015) Orta mektepte matematikany terendetip oqyty maseleleri/"Alemdik aqparattyq bilim beru kenistigi basekege qabiletti ustaz qolynda" atty jas galymdar arasynda respublikalyq gylımi-praktikalıyq konferensia materialdary. – Almaty, 443-447. <https://emirb.org/bibliografıyali.html?page=5>
- 10 Iskakova M.T., (2020) Jalpi bilim beretin mektepte logikalıq esepтерdi scheschuge baulu// Xabarschy Abay atındagy Qazaq ulttyq pedagogikalıyq universiteti, «Fızıka-matematika gıımdarı» serıyası. №1 (69)., 92-96 B. <https://bulletin-phmath.kaznpu.kz/index.php/ped/article/view/207>
- 11 Iskakova M.T., (2019) Orta mektepte okuschlardy matemetikalik esepтерdi standartty emes tasildermen schgartuga uiretu maseleleri // «Bilim beru juiesin moderniziasalau: tendensialar, problemalar jane perspektivalar» atti halykaralik gilimi-praktikalik konferensia. 19 kazan 2019j. 379-382 бб.
- 12 <https://www.kaznu.kz/content/files/pages/folder21017/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%A3%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%B1%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%A1%D0%90.pdf>
- 13 Iskakova M.T., (2019) Kombinatorlik esepтерdi standartty emes tasildermen schigartu maseleleri / «Izdenis» halikaralik gilimi-pedagogikalik jurnal gilimi kosimschasi №4, 203-205бб.
- 14 Iskakova M.T. (2020) Arifmetikalik progressianin algaschki n muschesinin kosindisin tabudin timdi joli / Pedagogica jane Phsicologia. №3, 182-187 бб. <https://journal-pedpsy.kaznpu.kz/index.php/ped/article/view/105/373>

УДК 371.32
МРНТИ 14.07.09

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.009>

А.К. Койшыбекова^{1*}, С.М. Сеитова¹, Г.П. Мажипбаева²

¹ *І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан*

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

*e-mail: aizhankym@inbox.ru

ЖОО-ДА МАТЕМАТИКАЛЫҚ ПӘНДЕРДЕН ӨЗІНДІК ЖҰМЫСТАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫ ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа

Мақалада математика сабағында ұйымдастырылатын өзіндік жұмыс түрлерінің маңызы, білімгерлердің шығармашылық белсенділігін арттыру жолдары, математика сабағын тиімді де, сапалы өткізу бағыттары туралы сөз қозғалған және өзіндік жұмыс оқытудың бір тәсілі ретінде сипаттама берілген. Алдымен оқытуды ұйымдастыру, содан кейін оқыту процесі ретінде ойластырылған өзіндік жұмыс білімді игеру мен тұрақты дамуға қол жеткізу үшін өте маңызды, әсіресе олардың жеке тұлғаны қалыптастырушы және оның трансформациялық тұжырымдамасы негізінде. Зерттеудің мақсаты ЖОО-дағы математикалық пәндер бойынша өзіндік жұмысты ұйымдастыруды жетілдіру жолдарын анықтау, оның теориялық негіздемесі және оның әдістемелік жүйесін әзірлеу болды. Автор іс жүзінде пайдаланып жүрген жұмыс түрлерін көрсете отырып, олардың қазіргі уақытта, оқу процесіндегі өзектілігін дәлелдеген. Өзіндік жұмыс түрлерінің жеке тұлғаға бағытталуына ерекше көңіл бөлінген. Жүргізілген теориялық зерттеу негізінде мақалада «педагогикалық өздігінен білім алу» ұғымы тұжырымдалған, өздігінен білім алу үшін педагогтың ақпараттық және зерттеу қызметінің негіздерін меңгеруі қажет екендігі туралы қорытынды негізделген.

Түйін сөздер: өзіндік жұмыс, өздігінен білім алуға білімгерлерді дайындау, математика.

Аннотация

А.К. Койшыбекова¹, С.М. Сеитова¹, Г.П. Мажипбаева²

¹ *Жетісуский университет имени И. Жансугурова, г. Талдықорған, Казахстан*

² *Казахский национальный женский педагогический университет, г. Алматы, Казахстан*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ В ВУЗЕ

В статье речь идет о значении видов самостоятельной работы, организуемых на уроке математики, о путях повышения творческой активности обучающихся, о направлениях эффективного и качественного проведения урока математики и дается характеристика самостоятельной работы как одного из способов обучения. Самостоятельная работа, задуманная сначала как организация обучения, а затем как процесс обучения, имеет решающее значение для приобретения знаний и достижения устойчивого развития, особенно на основе их формирующей личности и ее преобразующей концепции. Целью исследования было выявление путей совершенствования организации самостоятельной работы по математическим дисциплинам в вузе, его теоретическое обоснование и разработка методической системы. Автор доказал их актуальность в настоящее время, в учебном процессе, указав виды работ, которые он использует на практике. Особое внимание уделяется личностной направленности видов самостоятельной работы. На основе проведенного теоретического исследования в статье сформулировано понятие "педагогическое самообразование", обоснован вывод о том, что для самообразования педагогу необходимо овладеть основами информационно-исследовательской деятельности.

Ключевые слова: самостоятельная работа, подготовка обучающихся к самообразованию, математика.

Abstract

IN THE FORMATION OF EDUCATIONAL SKILLS OF FUTURE TEACHERS IMPROVING THE ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK

Koishybekova A.K.¹, Seitova S.M.¹, Mazhibayeva G.P.²

¹ *Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Taldykorgan, Kazakhstan*

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

The article deals with the importance of the types of independent work organized in a math lesson, the ways to increase the creative activity of students, the directions of effective and high-quality math lesson and gives a description of independent work as one of the ways of learning. Independent work, conceived first as an organization of learning and

then as a learning process, is crucial for acquiring knowledge and achieving sustainable development, especially on the basis of their formative personality and its transformative concept. The purpose of the study was to identify ways to improve the organization of independent work in mathematical disciplines at the university, its theoretical justification and the development of a methodological system. The author proved their relevance at the present time, in the educational process, indicating the types of work that he uses in practice. Special attention is paid to the personal orientation of the types of independent work. Based on the conducted theoretical research, the article formulates the concept of "pedagogical self-education", substantiates the conclusion that for self-education, a teacher needs to master the basics of information and research activities.

Keywords: independent work, preparation of students for self-education, mathematics.

Кіріспе

Заман талабына сай кәсіби маман даярлау мәселесі бүгінгі таңда **өзекті**. Кәсібіне сай сапалы білім алған маман сұранысқа ие. Жаңа мыңжылдықтың басталуымен барлық елдерде мұғалімдерді, кәсіби-педагогикалық кадрларды даярлаудың жаңа толқыны байқалды.

Қазіргі уақытта елімізде болып жатқан жоғары білім беру реформасы оқыту парадигмасынан білім беру парадигмасына көшумен байланысты. Бұрын жоғары кәсіптік білімге негізделді, оған сәйкес білім берудің жалпы мақсаттары білім, білік және дағдыларды қалыптастыру болды. «Қазақстан-2050: қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» Стратегиясында басты мақсат ретінде: «2050 жылға қарай күшті мемлекет, дамыған экономика және жалпыға ортақ еңбек мүмкіндіктері негізінде берекелі қоғам құру» [1].

Сонымен қатар, басты назар білімді игеруге аударылды. Бұл тәсілмен студенттер үлкен білім базасын алды, бірақ қажетті практикалық дағдыларды ала алмады. Бұл парадигма білім берудің жүйелік-белсенді тәсілімен алмастырылады, оны басқаша «құзыреттілік тәсіл» деп атайды [2;10]. Осы тәсіл негізінде кәсіби білім берудің негізгі міндеті- кез-келген кәсіби тапсырманы шешудің оңтайлы тәсілдері мен әдістерін таба алатын, белгілі бір кәсіби қызметті бағалау және талдау үшін өзінің білімін, дағдыларын мен дағдыларын, бейімділігін, сондай-ақ жеке қасиеттерін пайдалануға дайын және қабілетті құзыретті тұлғаны қалыптастыру [3;1005].

Бұл мәселені шешу аудиториялық сабақтар барысында оқытушыдан студентке білімді дайын түрде беру арқылы ғана мүмкін емес. Сондықтан көп уақытты студенттердің белсенді өзіндік жұмысына бөлген жөн. Өзіндік жұмыс кәсіби құзыреттілікті қалыптастыруға ықпал етіп қана қоймайды, сонымен қатар әдістемелік жетілу процесін және білім беру қызметін өзін-өзі бақылауды қамтамасыз етеді. Бұл әсіресе маңызды, өйткені ол болашақ маманның өзін-өзі дамытуға, өз әрекеттерін жобалауға және түрлендіруге қабілетті кәсіби қызметтің субъектісі ретінде қалыптасуын қамтиды [4;4].

Тәжірибиеге сүйенсек, білімгердің өзі белсенді жұмыс істеген кезде ғана жаңа білімді тану және игеру процесі тиімді болады. Оқыту процесінде ұйымдастырылатын өзіндік жұмыс-білімгерлерді жұмысқа белсенді жұмылдырудың бір тәсілі.

Білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастыруды қалыптастыру теориясы мен әдістемелік негіздері ғалым-педагогтардың зерттеулерінде қарастырылған. Г.И.Щукина, В.В.Давыдов, П.И.Пидкасистый сияқты ғалымдар өзіндік жұмысты, танымдық тұрғыдан зерттеді [5;3].

Бұл саладағы тағы бір маңызды жұмыс-Philip H. Winne, in International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition), 2015 жылы шыққан «Self-Regulated Learning: An Overview». Автор өздігінен оқыту теориясын және оны математикалық оқыту контекстінде қолдануды егжей-тегжейлі қарастырады. Ол сонымен қатар білімгерлерге өздігінен жұмыс жасауда тиімді болуға көмектесетін әдістер мен стратегияларды ұсынады [6, 535].

Сол сияқты 2008 жылы «Mathematics Education Research Journal» журналында жарияланған Брайан Хенри мен Марк Лондонның «promoting Student self-Regulation in Problem and Project Based Learning» (проблемалық-жобалық оқытуда білімгерлерді өздігінен жұмыс жасауға ынталандыру) мақаласы [7, 345]. Авторлар білімгерлерге математикалық оқыту контекстінде есептерді шығару мен жобаларды орындау процесінде тәуелсіз және тиімді болуға көмектесетін әдістерді ұсынады. Себебі, өзіндік жұмыстың басты құндылығы білімгердің ақыл-ой, интеллектуалдық, практикалық және ұйымдастырушылық әрекеттері басым болуын қалыптастырады. Дегенмен, ғалымдардың зерттеулеріне қарамастан, әліде шешуді қажет ететін көптеген сұрақтар бар.

Қазіргі білімгерлер тек оқытушының сүйемелдеуімен жаңа білім алуға үйренуге міндетті емес. Сонымен қатар, олар шығармашылық және креативті тәсілдерді қолдана отырып, оқу тапсырмаларын орындау барысында бастамашылық таныту арқылы практикалық қызметте теориялық білімді өз бетінше қолдануға міндетті. Білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастыруда

оқытушы тарапынан бағыт-бағдар беру сияқты педагогикалық көмекте қажет. Сондықтан, егер оқытушы жоспарлауды, ұйымдастыруды, бақылауды жүйелі түрде жүзеге асырса, күтілетін оң нәтиже алынады.

«Математика» пәні оқуда ақыл-ой белсенділігіне ерекше көңіл бөлінетін, жалпылаудың жоғары дәрежесі болып саналатын, абстрактілі ойлау дағдыларын қажет ететін пәндердің бірі. Алайда, математиканы оқу процесінде білімгерлердің жаңа материалды игеруінің бірден жоғары деңгейіне жету қиыншылық тудырады. Жаңа білімді игерудің даралығы жаппай оқытуға қайшы келеді, бұл оқытушының әр білімгердің одан әрі дамуы үшін сабақтарда жаңа, оңтайлы жағдайларды іздеуге және құруға мәжбүр етеді. Математика пәндері бойынша ұйымдастырылатын өзіндік жұмыстарға қойылатын негізгі талаптар:

- оқытушының нақты тұжырымдалған тапсырмасының болуы;
- білімгерлердің дербестігінің қамтамасыздандырылуы;
- оқытушының бағыт-бағдар беруге дайындығы;
- оқытушының тікелей қатысуынсыз тапсырманы орындау;
- білімгерлердің белсенділігі мен күш-жігері;
- тапсырманы орындау үшін арнайы уақыттың бөлінуі [8;408].

Оқытушы іс жүзінде тапсырманы орындауға қатыспайды, бірақ ол іс-әрекетті ұйымдастырады. Өзіндік жұмыс әрқашан қандай да бір нәтижелермен аяқталады, өйткені білімгер оларға өз бетінше келеді. Нәтижелердің құндылығы мен маңыздылығы оқытушы мен білімгердің бірлескен іс-әрекетінде қол жеткізгенмен салыстыра келгенде деңгейі әртүрлі болады. Жұмыстың нәтижесінде әрдайым білім деңгейі ғана емес, сонымен қатар, білімгердің дербестігі, оның қызметінің жеке стилі, шығармашылық және стандартты емес ойлау тәсілі анықталады. Тапсырманың сәтті орындалуы білімгердің ерік-жігерінің дамуына, іс-әрекеттерін өзін-өзі реттеу дағдыларына байланысты [9;142].

ЖОО-да білім беру жүйесі тек пәндік білімді ғана емес, сонымен қатар функционалдық сауаттылық пен кәсіби құзыреттілікті дамытуға да бағытталуда. Дегенмен қажетті деңгейге жету үшін көптеген жұмыстар жасалуы керек. Сондықтан, ЖОО-да білім алу барысында білімгерлер өзіндік жұмыстың тақырыбына сай мән мағынасын ұғынып, өзіндік жұмыстарды дұрыс ұйымдастыра білуге, өзіндік зерттеуге, шығармашылық қабілетін дамытуға, жұмысты әділ бағалай білуге үйренуі қажет.

Демек, білімгерлерді өз бетінше білім алуға дайындау қажеттілігі өзекті мәселенің бірі. Олай болса, біздің **мақсатымыз:** ЖОО-да жүрізілетін өзіндік жұмыстарды ұйымдастыруды жетілдіру.

Материалдар мен зерттеу әдістері

Жоғары оқу орындарында білім сапасын арттыру аспектілерінің бірі білімгерлердің белсенділігін және өздігінен білім алуға деген икемдігін арттыруға себеп болатын іс-әрекет, ол пәндер бойынша ұйымдастырылатын өзіндік жұмыстар. Сол себепті, білімгерлердің танымдық дербестіктерінің сапасын жоғарылататын ақпараттық оқыту технологияларын қолдану негізінде ұйымдастырылған өзіндік жұмыстардың да білім сапасын арттыруда өзіндік орны бар. Оқытудағы сараланған тәсіл білімгерлердің негізгі білімді игеруіне әсер етеді. Оқу-тәрбие процесінде білімгердің жеке ерекшеліктерін ескере отырып ұйымдастыру сапалы білім беру кепілі [10;426].

Бір топтағы білімгерлердің оқыту материалдарын игеруі әртүрлі деңгейлерде жүреді, дегенмен математиканы оқыту процесінде мемлекеттік білім беру стандарттары мен оқу бағдарламалары математикалық дайындықтың негізгі, міндетті деңгейін белгілейді.

Математиканы оқытуда даралау және саралау процесінде білімгерлердің өзіндік жұмысы маңызды рөл атқарады. Жоғары білім беру жүйесін дамытудың жалпы әлемдік тенденциясы білімгердің оқу процесіндегі рөлін арттыруға бағытталған [11;1092]. Білімгер оқытушының басшылығымен немесе оның тікелей қатысуынсыз өзінің жеке ерекшеліктері мен танымдық қызығушылықтарын ескере отырып, аудиториялық және аудиториядан тыс сабақтарда оқу қызметін жүзеге асырады. Оқытушы білімгерлердің өзіндік жұмысының мазмұнын, формаларын, көлемін және әдістерін жұмыс бағдарламасы және математика бойынша білімгерлердің дайындық дәрежесі негізінде анықтайды.

Білімгерлердің өзіндік жұмысы дәріс, практикалық, зертханалық және басқа да оқу сабақтарымен қатар олардың белсенді қызметінің бір түрі болып табылады. Өзіндік жұмыс үлкен дидактикалық әлеуетке ие, өйткені оның барысында оқу материалын игеру ғана емес, сонымен қатар оны кеңейту, әртүрлі ақпарат түрлерімен жұмыс істеу қабілетін қалыптастырады [12; 82]. Білімгерлердің өзіндік жұмысы көп қырлы:

- әр түрлі сабақтарға дайындық: дәріс, практикалық, зертханалық, коллоквиум және т. б;

- бақылаудың әртүрлі түрлеріне дайындық (ағымдағы, аралық, қорытынды және т.б.);
- тапсырмаларды орындау және аудиториялық сабақтар кезінде, одан тыс уақытта әр түрлі деңгейдегі жаттығуларды орындау (диагностикалық бақылау жұмыстарын, үй тапсырмаларын орындау, курстық және дипломдық жобалар және т. б.);

- әр түрлі ақпарат көздерімен жұмыс істеу (электронды оқулықтармен, оқу-әдістемелік құралдармен, интернеттен ақпарат іздеу, талдау, сайттар және т. б.);

- берілген тақырыпқа рефераттар, баяндамалар дайындау, конспектілер жазу және т. б. [13;1032].

Білімгерлермен ұйымдастырылатын өзіндік жұмыстың екі түрі бар:

1. Аудиториялық сабақтар кезінде ұйымдастырылатын өзіндік жұмыс (дәрістерде, практикалық, зертханалық сабақтар және т. б.).

2. Білімгерлермен әр түрлі сипаттағы және қиындық деңгейіндегі тапсырмаларды орындауындағы аудиториядан тыс ұйымдастырылатын өзіндік жұмыс.

Білім беру стандартының талаптарын орындауды ескере отырып, білімгерлердің өзіндік жұмысын сәтті және тиімді ұйымдастыру үшін бірқатар талаптарды орындау қажет. Өзіндік жұмысты ұйымдастыруды жетілдіру бағытындағы жүргізілген зерттеуді төмендегі ретпен бастадық:

- философиялық, әлеуметтанушылық, психологиялық, педагогикалық және математикалық ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді талдау, жинақтау, нақтылау, салыстыру;

- бақылау, сауалнама, тест, диагностикалау, математикалық статистикалық, эксперимент және алынған нәтижелерді сапалық және сандық тұрғыда сараптау әдістерін пайдаландық.

Сондықтан, математикалық пәндерден ұйымдастырылатын өзіндік жұмыс тасырмалары төмендегі талаптарға сай болуы керек деген тұжырымға келдік, яғни

- мұндағы бақылау тапсырмаларының өзіндік жұмыстың мазмұны мен көлеміне тең болуы;

- білім деңгейін толық тексеруді қамтамасыз етуге бағытталуы ;

- бақылау тапсырмалары білімгерлерді ынталандыруы,

- оларға жалпы дайындықтағы прогресті көрсетуге мүмкіндік беруі керек.

Өз тәжірибемізде қолданып, нәтижелі болған өзіндік жұмыстарды ұйымдастырудың келесі түрлерін атап өткім келеді: тестік сауалнамалар, экспресс диктант, сауалнама-эстафета, эсселер, рефераттар, «жоба әдісі».

Нәтижелер мен талқылаулар

Өздігінен білім алу іс-әрекеті туралы әртүрлі психологиялық, педагогикалық, математикалық әдебиеттерді, ғалымдардың еңбектерін талдап, сараптай келе біз білімгердің өздігінен білім алуы - оның өздігінен жүзеге асыратын репродуктивті-өнімді сипаттағы жүйелі танымдық қызметі деген қорытындыға келдік.

Зерттеулерді негізге ала сараптай отырып, білімгерлердің өздігінен білім алу іс-әрекетін ұйымдастыруды заманауи талаптарға сай жетілдірудің қажеттілігінің туындағанын көрдік. Жиырмасыншы ғасырдың 70-ші жылдары П.И. Пидкасистый мен В.И. Коротяев өз зерттеулері бойынша өзіндік жұмысқа байланысты мынадай тұжырым жасаған: «өзіндік жұмыс жаңа заңдылықтарды ашуға, яғни шығармашылық мәселелерді шешуге бағытталған дербес танымдық қызмет, сондықтан адамның өзіндік танымдық қызметінде зерттеу және ақпараттық қызмет ажыратылады, олардың әрқайсысы мақсатты, шығармашылық сипаттағы тиісті әрекеттерден туындайды» деп [14;16].

Зерттеу барысында өзіндік жұмысты ұйымдастыруды жетілдіруде заманауи технологиялардың мүмкіндіктерін қарастыру үшін, алдымен келесі мәселелерді айқындап алуымыз керек.

Олар:

1. «Өзіндік жұмыс» ұғымының мән мағынасын түсіну;

2. Білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастырудағы инновациялық технологиялар.

«Өзіндік жұмыс» ұғымының мән мағынасына үңілсек, ол жеке адамның танымдық, шығармашылық қызметі. Ал, қазіргі заманғы білімгердің жеке басының даму моделі келесі жалпы құзыреттерге бағытталған: қарым-қатынас жасау, топта жұмыс істеу, сыни ойлауға ие болу және т.б. Сондықтан бұл ұғымды заманауи талаптармен үйлестіру қажет. Білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру жалпы білім беру дағдыларын, танымдық қабілеттерін дамытуға, теориялық білімді бекітуге, практикалық дағдылардың деңгейін арттыруға бағытталған және өзін-өзі дамытуға ықпал етеді. Осыған сүйене отырып, біз ЖОО-дағы «өзіндік жұмыс» ұғымына енгізетін келесі ережелерді атап өтеміз:

- бұл білім алушылардың әртүрлі жаттығулар мен тапсырмаларды орындау кезінде дербестігін көрсетуі;

- бұл оқытушының тікелей қатысуынсыз орындалатын, бірақ оның тапсырмасы бойынша және оған арнайы бөлінген уақытта орындалатын білімгерлердің белсенді танымдық іс-әрекеті;

- бұл оқытушыдан қосымша оқу тапсырмалары және оларды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулар түрінде оқу-әдістемелік қамтамасыз етуді әзірлеуді талап ететін оқу қызметінің түрі [15; 3472].

Математикалық пәндер бойынша өзіндік жұмыстарды ұйымдастыру көлемі жағынан артып келеді.

Қорыта айтқанда, білімгердің ғылыми, өндірістік, қоғамдық міндеттерді өз бетінше шығармашылықпен шеше білуі, өз көзқарасы, сенімі болуы тиіс. Егер ол жүйелі және үнемі толықтырылып, өз білімін өзін-өзі тәрбиелеу арқылы жаңартып отырса, онда оның өзіндік көзқарасы, сенімінің қалыптасуы мүмкін.

Жұмыс бағдарламалары оқытудың кәсіби бағыттылығының талаптарын ескере отырып жасалуы тиіс. Материалды іріктеу және беру әрбір жеке мамандық үшін мемлекеттік білім стандарттарында көрсетілген мақсаттарға қол жеткізуді қамтамасыз етуі керек. Білім беру процесінің кәсіби бағыттылығы міндетін қою кезінде білімгерлердің өзіндік жұмысына бөлінетін сағаттардың үлесі ұлғайтылуы тиіс. Білімгерлердің өзіндік жұмысының ұйымдастырылуын, орындалуын және барысын бақылауға және оның сапалы орындалуын ынталандыратын шараларға ерекше назар аудару қажет. Өйткені, өзіндік жұмыс пен жалпы оқытудың тиімділігі көбінесе белсенді жоспарлы және жүйелі бақылауға байланысты. Ал білімгерлердің қазіргі заман талабына сай болуы білімін, білігін және дағдыларын жетілдіруге бағытталған өзіндік жұмысты ұйымдастыру арқылы да қалыптасады.

Жоғары оқу орындарында білімгерлердің өзіндік жұмысы білім беру процесінің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады және негізгі міндеттерді практикалық іске асыруға бағытталады.

Яғни:

- білімгерлерді білім беру бағдарламаларын игеруге ынталандыруды;
- білімгерлердің өз білімі үшін жауапкершілігін дамытуды;
- білімгерлердің жалпы және кәсіби құзыреттерін жетілдіруді;
- білімгерлердің өзін-өзі тәрбиелеу, басқару, қабілетін дамыту үшін жағдай жасауды;
- білімгердің білімінің беріктігі мен сапасын арттыруды;
- білімгердің жаңа білімдерді игеруін;
- білімгердің шығармашылық және сыни ойлауын дамытуды қалыптастырады.

Білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру жан-жақты сипатқа ие, өйткені олардың білімді практикада қолдану қабілеті, оның әртүрлі ақпарат көздері бойынша ақпарат іздеу, өңдеу және талдау қабілетімен де тығыз байланысты.

Егер білімгерлердің өзіндік жұмыс түрлері білім беру бағдарламасында, оқу жоспарында және оқу-әдістемелік материалдарда нормативтік-құқықтық көрініс таппаса, білім алушы өзінің оқу және кәсіби мүдделерін іске асыру үшін оқу тапсырмаларын бастамашылық тәртіппен орындауға құқылы.

Сонымен, қандай да бір оқу пәні бойынша жұмыс бағдарламасының мазмұндық бөлігінде өзіндік жұмыс тек «классикалық әдістемемен» (оқулықпен, нормативтік-құқықтық құжаттамамен жұмыс, бақылау сұрақтарына жауаптар және т.б.) ғана емес, сонымен қатар «жаңа технологияларды» қолдану арқылы оқу сабақтарына интерактивтілікті қоса отырып ұсынылуы мүмкін:

- бейне эссе дайындау (қысқа деректі фильмдерді еске түсіретін бейне форматы, көбінесе экспоненциалды инфографикамен);

- күрделілігі жоғары деңгейдегі рефераттық технологиялар-реферат-талдау және реферат-шолу (жақын тақырыптағы жұмыстардың мазмұнын дәйекті түрде ұсынуды емес, оларды талдау мен сипаттауды қамтиды);

- жобалау қызметінің технологиялары (іздіктеу, зерттеу, сондай-ақ практикалық міндеттерді шешуге бағытталған қызмет);

- тесттік бақылау (білімі мен дағдыларын тестілік бақылау және тексеру процесін автоматтандыру)

- кейс-технологиялар (нақты және ойдан шығарылған әртүрлі жағдайларға негізделген қысқа мерзімді оқытуға арналған интерактивті технологияның бір түрі) [16;1275].

ЖОО-да математикалық пәндерді оқытуда жиі қолданылып жүрген өзіндік жұмыстың түрлері: тестілік бақылау және жобалау әдісіне тоқталып кетейік. Білімгерлердің білімі мен дағдыларының сапасын тексеруде тестілік бақылау сәтті қолданылады және үнемі жетілдіріліп отырады. Тесттік

бақылау дәстүрлі бақылау әдістеріне қарағанда бірқатар объективті артықшылықтарға ие, яғни:

- оқу уақытын үнемдеу, бір уақытта көптеген білімгерлердің тапсырмаларын және нәтижелерін бағалауға болады;

- оқытушының білімгерлерге субъективті қатынасының болмауы;

- тестік бақылау оқу материалын меңгеру мен деңгейін дәл диагностикалайды, жеке білімгердің де, жалпы топтың да нақты тақырыптар мен бөлімдер бойынша біліміндегі олқылықтарды анықтауға мүмкіндік береді;

- бір немесе әртүрлі бағдарламалар бойынша оқитын оқушылардың әртүрлі топтарының тестілеу нәтижелерін салыстырмалы бағалауға болады.

Тесттік бақылау оқыту процесіне енгізілген, білімді, іскерлікті және дағдыларды бағалаудың рейтингтік жүйесін қолдануда өте тиімді. Біз рейтингті әр білімгердің оқу жетістіктерін бағалаудың жеке жинақтаушы жүйесі ретінде түсінеміз, оның нәтижелері бойынша қорытынды бақылау жүргізіледі. Рейтингтік жүйе аясында бақылаудың көптеген түрлері ағымдағы, аралық, қорытынды және т. б., оңай жүзеге асырылады. Сонымен қатар, тест-рейтинг жүйесін ұйымдастыру дәстүрлі емтиханға немесе сынаққа кететін уақытты үнемдеуге көмектеседі.

Сонымен қатар, жобалау әдісі білімгердің шығармашылық, ғылыми-зерттеу және әдістемелік жұмыстарға қатысуымен жалғасады. Білімгерлерді мұндай жұмысқа тарту бірінші курстан, дәлірек айтсақ, ЖОО-да оқытудың 1-ші семестрінен басталуы керек. Бастапқы кезеңде бұл дәріс, практикалық сабақтар, зертханалық жұмыстар, әдістемелік құралдар үшін дидактикалық материалды дайындау болуы мүмкін.

Сондай-ақ, бұл кәсіби бағыттағы тапсырмалардың белгілі бір түрін іздеу және құрастыру болуы мүмкін. Білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастыруда рейтингтік жүйеге енгізілген рефераттар мен баяндамалар жазумен қатар, белгілі бір тақырып бойынша оқу видео-материалдар, презентациялар және жобаларды жасау сияқты шығармашылық-зерттеу жұмыстарын енгізуге болады. Жұмыстың бұл түрі білімгерлерден белгілі бір табандылық пен шығармашылық көзқарасты талап етеді, себебі танымдық және қызықты видео-материалдар үшін жеткілікті ақпарат көздерін (оқулықтар, оқулықтар, ғылыми журналдар, түрлі тақырыптық сайттар және т.б.) талдап, зерттелген материалды логикалық түрде құру қажеттілігі туындайды. Мұндай өзіндік жұмыс рейтингтік жүйеде бағалануы керек. Сонымен қатар, білімгерлерде балама жұмыстар болуы керек-эссе жазу немесе шығармашылық ғылыми жұмыс, олар жоғары баллмен бағаланады. Оқытушы осындай жұмысқа өз қалауынша бір білімгерді де, бірнеше адамнан тұратын топты да тарта аласыз.

Сондықтан, біз өздігінен білім алу үшін білімгердің ақпараттық және зерттеу қызметінің негіздерін меңгеруі қажет деген қорытындыға келдік. Ақпараттық қызметтің негіздерін меңгеру, зерттеушіліктен өзгеше, қажетті, бірақ қазіргі әлемде өздігінен білім алу үшін жеткілікті емес шарт болып табылады. Ұсынылған тұжырымды негіздеуге тырысайық.

Жеке тұлғаның белгілі бір қызметке белсенді қатысуы оның осы қызметке дайындығымен айтарлықтай шамада айқындалады, демек, кез келген қызметтің тиімділігі, оның ішінде өзін-өзі жетілдіру, көбінесе адамның оған қаншалықты дайындалғанына байланысты. Олай болса, білімгерлердің, ертеңгі мұғалімдердің өздігінен білім алу қызметіне қаншалықты дайын екендігін анықтауды ойластырдық. Ол үшін білімгерлердің ақпараттық (өздігімен білім алудың репродуктивті критерийі) және зерттеу (өздігімен білім алудың өнімді критерийі) қызметіне қандай деңгейдегі дайындығын анықтауға бағытталған зерттеу жүргіздік.

Бұл зерттеу жұмысы 2019-2020 оқу жылы аралығында І.Жансүгіров атындағы Жетісу университетінде өткізілді. Жүргізілген сауалнаманың респонденттері, яғни білімгерлерден 60 адам және оқытушылардан 10 адам қатысты.

Зерттеу нәтижесін сараптай келе, төмендегідей біраз мәселелерді айқындадық:

- оқытушылар білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастыруға мүдделі және оқытудың бұл түрін тиімді деп бағалайтынын;

- қазіргі уақытта өзіндік жұмыс білімгерлер үшін қызықтырмайтын бір типті тапсырмалар болып табылатындығын;

- білімгерлердің өзіндік жұмыстарды орындауға ынтасын арттыру үшін тапсырмаларды мүмкіндігінше түрлендіре берудің маңыздылығын;

- өзіндік жұмыс негізінен сабақ барысында тақырып жоспарын құру, берілген жоба бойынша баяндау, тапсырмалар бойынша сызбалар жасау және т.б.түрінде пайдаланылатынын;

- өзіндік жұмыстың кәсіби бағыты туралы сұраққа толық жауап болмағанын.

Сол сияқты, 1-кестеде өзіндік жұмыстың ұйымдастырылуын зерттеу үшін білімгерлерге арналған сауалнама көрсетілген.

Кесте 1. Өзіндік жұмыстың ұйымдастырылуын зерттеу үшін білімгерлерге арналған сауалнама

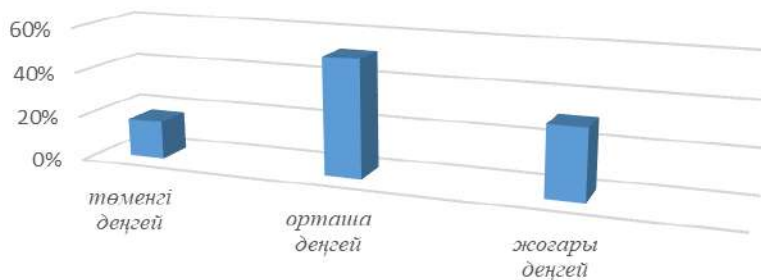
Р/с	Сұрақтар	Жауаптары	% көрсеткіш
1	Жоғары оқу орнында оқу қиын ба ?	a) қиын емес b) қиындау c) өте қиын	a) 30% b) 53% c) 17%
2	Өзіндік жұмыстарды орындауыңыздың нәтижесіне көңіліңіз тола ма?	a) иә b) аздап c) жоқ	a) 31% b) 52% c) 17%
3	Сіз үшін «математиканы оқыту әдістемесі» пәнінен берілетін өзіндік жұмыстың маңызы қандай?	a) теориялық білімді терең түсіну b) практикада алған білімді пайдалана білу c) өздігімен білім алуға ұмтылу	a) 30% b) 51 % c) 19 %
4	Аудиториядан тыс уақытта өзіндік жұмыстарды орындауға не ықпал етеді?	a) практикалық сабаққа дайындалу қажеттігі b) кейбір сұрақтар бойынша білімімді кеңейту c) ой-өрісті кеңейту	a) 32% b) 51% c) 17%
5	Оқу процесіндегі қандай себептер өзіндік жұмысты орындауға бөгет болады?	a) тапсырманың көптігі b) оқытушымен тіл табысу қиындығы c) бақылаудың дұрыс құрылмауы	a) 31% b) 52% c) 17%
6	Сіздің ойыңызша, өзіндік жұмыстың тиімділігін арттыру үшін не істеу керек?	a) тапсырма мақсатының айқын болуы b) уақытты тиімді пайдалану c) өздігімен жұмыс істей білу	a) 30% b) 53% c) 17%
7	Өзіндік жұмысты бақылаудың қандай түрін қалайсыз?	a) автоматтандырылған тексеру b) өзіндік жұмыстың нәтижесін емтиханда тексеру c) пән бойынша бақылаудың барлық түрін қамтитын бақылау жүйесі	a) 31% b) 50% c) 19%
8	Өзіндік жұмыстың қандай түрін ұнатасыз ?	a) оқытушы ұсынған шығармашылық тақырыптар b) оқытушы ұсынған әдістемелік нұсқауға c) оқытушы ұсынған әдебиеттер мен тапсырмалар	a) 30% b) 51% c) 19%
9	Өзіндік жұмысты ұйымдастырудың қандай формасын ұнататасыз?	a) жеке орындайтын өзіндік жұмыс b) өзіндік жұмыстардың топтық формалары c) ұжымдық өзіндік жұмыстар	a) 32% b) 51% c) 17%
10	Өзіндік жұмысты басқарудың қандай формаларын ұнатасыз?	a) оқытушының ауызша нұсқауы b) арнаулы тапсырмалар жинағының болуы c) компьютер арқылы орындауға мүмкіндік беретін оқыту бағдарламасы	a) 30% b) 52% c) 18%

Төмендегі 1-кестеде математикалық пәндер бойынша ұйымдастырылған өзіндік жұмыстың мән мағынасын білімгерлердің түсінуі байланысты жүргізілген зерттеу жұмысының нәтижесі көрсетілген.

Кесте 2. Өзіндік жұмыстың мән мағынасына байланысты түсінік.

Өлшемдері	Студенттер саны, %	Эксперименттік топ		
		т/д	о/д	жс/д
Математикалық пәндер бойынша ұйымдастырылатын өзіндік жұмыстың мән мағынасын білімгерлердің түсінуі	60	12	30	18
	%	17%	50%	30%
Математикалық пәндер бойынша ұйымдастырылған өзіндік жұмысты бақылау және таңдау	60	9	32	19
	%	16%	53%	31%
Математикалық пәндер бойынша ұйымдастырылатын өзіндік жұмыстың тиімділігін арттыру	60	9	31	20
	%	16%	52%	32%
Барлығы:	100%	17 %	52%	31%

Бұл зерттеу жұмысының диаграммасы 1-суретте берілген.



Сурет 1. Өзіндік жұмыстың мән мағынасының түсінік деңгейі

Зерттеу нәтижелерін салыстырсақ: егер білімгерлердің бастапқы эксперимент кезеңінде эксперименттік топтың төменгі деңгейі 46 % пайызды құраса, онда қалыптастырушы эксперимент кезеңінде бұл көрсеткіш 17 % пайызға дейін төмендеді; ал орта деңгей 28% - дан 52% - ға дейін өсті; жоғары деңгей 26 % пайыздан 31% пайызға дейін көтерілді. Сондықтан, дәріс сабақтары барысында ұйымдастырылатын білімгерлердің өзіндік жұмысы белгілі бір тақырыпты толық игеру үшін қолданылатын тәсілге айналады.

Зерттеу нәтижелерін өңдеу барысында меңгеру деңгейі коэффициентінің формуласын пайдаландық (дұрыс жауаптардың саны тест сұрақтарының санына бөлінеді және меңгеру деңгейінің коэффициенті алынады). Меңгеру деңгейі коэффициентінің максималды мәні 0-ден 1-ге дейін ауытқуы мүмкін. Жүргізілген диагностика нәтижесінде «ақпараттық қызмет негіздері» критерийі бойынша игерудің жоғары деңгейі–31%; орташа–52%; төмен–17% респонденттер көрсеткен.

Дәріс барысында оқытушының шебер ұйымдастырылған іс-әрекетінің арқасында білімгерлер материалды толықтыруға, тақырыпқа байланысты өз түсінігін білдіру үшін, тақырыптық жоспар құруға қатыса алады. Бұл, әрине, білімгердің өзіндік жұмысы, ол сабаққа қызығушылықты арттыратын белсенді тәсілге айналады, сабақта күнделікті өмірден бұрын алған білімдерін, тәжірибелерін және ақпараттық мәліметтерін еске түсіреді.

5В010900 «Математика» мамандығын: 3 курс білімгерлерімен «Координаттар, түрлендірулер және векторлар» тақырыбына арналған «Жүздік бақылау» жүйесімен бағаланатын аудиторияда орындалатын өзіндік жұмыс тапсырмаларының практикалық үлгісі:

I. Бос орынды толтыру сұраулары (Тек жауап жазу талап етіледі. Әрбір бос орындарға 6 ұпайдан, барлығы 30 ұпай)

- $\vec{a}(-2; 3)$ және $\vec{b}(3; -4)$ векторлар арасындағы бұрыштың косинусын тап: _____.
- $|\vec{a}| = 7, |\vec{b}| = 5$ болса, $\vec{a} + \vec{b}$ және $\vec{a} - \vec{b}$ векторларының скаляр көбейтіндісі: _____.
- $y = \underline{\hspace{2cm}}$ мәнінде $\vec{a}(5; 2)$ және $\vec{b}(-4; y)$ векторлары перпендикуляр. $y = \underline{\hspace{2cm}}$ мәнінде коллинеар болады.
- \vec{AB} векторының басы $A(6; 12)$ нүктесі. B нүктесі абциссалар өсінде жататыны белгілі. \vec{AB} векторының абсолют шамасы 13-ке тең болса, B нүктесінің координатасы: _____.
- Қабырғасы 4 см ABCD Ромбыда $\angle B = 120^\circ$ болса, онда $|\vec{AB} + \vec{AD}| = \underline{\hspace{2cm}}$.
 $|\vec{CB} - \vec{CD}| = \underline{\hspace{2cm}}$; $|\vec{AB} - \vec{CB}| = \underline{\hspace{2cm}}$.

II. Тест тапсырмалары (берілген жауаптардың біреуі дұрыс, дұрыс жауаптың әріп белгісін сұрау соңындағы жақша ішіне жазамыз. Әрбір дұрыс жауап 7 ұпайдан, барлығы 35 ұпай):

- \vec{a} және \vec{b} векторларының ұзындықтары мен араларындағы бұрыш берілген: $|\vec{a}| = 3, |\vec{b}| = 2,$
 $\varphi = 60^\circ. \vec{m} = \vec{a} + 6\vec{b}$ векторының ұзындығы: ()
A. $3\sqrt{21}$ B. $\sqrt{189}$ C. 1 D. $\sqrt{21}$ E. $3\sqrt{17}$
- Векторларды бір ғана нүктеден бастап салған кезде олар бір жазықтықта жататын векторлар: ()
A. компланар векторлар B. тең емес векторлар
C. бір жазықтықта жататын векторлар D. скаляр векторлар
- Егер $|a| = 10, |b| = 21$ және $|a + b| = 31$ болса, онда $|a - b|$ ның мәні ()
A. 11 B. 21 C. 10 D. 31
- $\vec{p}(9; -3.5)$ және $\vec{q}(-1; 0)$ векторы берілген. $\vec{m} = 2\vec{p} - 4\vec{q}$ векторын табыңдар. ()

A. $\vec{m}\{22; 7\}$ B. $\vec{m}\{22; -7\}$ C. $\vec{m}\{7; 22\}$ D. $\vec{m}\{-7; 22\}$

5. $\vec{a}(7.5; -3)$ және $\vec{b}(x; 1)$ векторлары коллинеар екені белгілі. x-ті табыңдар.()

A.3 B.5 C.2 D.-2.5

III. Есептеу сұраулары (35 ұпай)

1. $3x-2y+7=0$ және $2x+3y-3=0$ түзулердің арасындағы бұрышты анықтаңдар. (8 ұпай)

2. Егер $|\vec{a}| = |\vec{b}|$ және $\vec{a} \perp \vec{b}$ болса, онда $\vec{a} + 2\vec{b}$ және $2\vec{a} + \vec{b}$ векторларының арасындағы бұрышты тап. (9 ұпай)

3. $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ векторлары келесі шарттарды қанағаттандырады $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = 0$, $|\vec{a}| = 1, \vec{b} = 4, \vec{c} = 5$.

Есептендер: $\vec{b}\vec{c} + \vec{a}\vec{b} + \vec{c}\vec{a}$ (9 ұпай)

4. ABCD – тіктөртбұрышында E нүктесі CD-ның ортасы. $|\vec{AB}| = 6, |\vec{CE}| = 3, |\vec{AD}| = 4$ болса, $\vec{EA} \cdot \vec{EB}$ неге тең? (9 ұпай)

Кесте 3. Өзіндік жұмысты бағалау критерилерінің үлгісі

Бағалау критерийлері	№	Дескриптор	Ұпай
		Білім алушы	
I. Бос орынды толтыру сұраулары (Тек жауап жазу талап етіледі. Әрбір бос орындарға 6 ұпайдан, барлығы 30 ұпай)			
Екі вектордың арасындағы бұрышты анықтайды	1	Екі вектордың арасындағы бұрыштың косинусын табу формуласын дұрыс жазады, мәнін есептейді	6 ұпай
Екі вектордың скалярлық көбейтіндісін анықтайды	2	Скаляр көбейтіндіні дұрыс есептейді	6 ұпай
Екі вектордың перпендикулярлық, коллинеарлық қасиетін біледі	3	Векторлар перпендикуляр болатындай у-тің мәнін анықтайды	3 ұпай
		Векторлар коллинеар болатындай у-тің мәнін анықтайды	3 ұпай
Екі нүктенің арақашықтығы, вектордың ұзындығын табады	4	B нүктесінің координатасын анықтайды	6 ұпай
Ромб қабырғасы бойынша векторлардың ұзындығын табады	5	$ \vec{AB} + \vec{AD} $ анықтайды	2 ұпай
		$ \vec{CB} - \vec{CD} $ анықтайды	2 ұпай
		$ \vec{AB} - \vec{CB} $ анықтайды	2 ұпай
II. Тест тапсырмалары (берілген жауаптардың біреуі дұрыс, жұрыс жауаптың әріп белгісін сұрау соңындағы жақша ішіне жазамыз. Әрбір дұрыс жауап 3 ұпайдан, барлығы 35 ұпай)			
Векторлардың қосындысын анықтайды	1	Дұрыс жауапты табады	7 ұпай
Векторды санға көбейтіп, айырмасын есептейді	2	Дұрыс жауапты табады	7 ұпай
Векторлардың коллинеарлығын анықтайды	3	Дұрыс жауапты табады	7 ұпай
Бірлік векторларды қолданады	4	Дұрыс жауапты табады	7 ұпай
Вектордың скаляр көбейтіндісін анықтайды	5	Дұрыс жауапты табады	7 ұпай
III. Есептеу сұраулары (35 ұпай)			
Түзулердің арасындағы бұрышты анықтайды	1	$3x-2y+7=0$ түзуін у-ті x арқылы өрнектейді	2 ұпай
		$2x+3y-3=0$ түзуін у – ті x арқылы өрнектейді	2 ұпай
		k бұрыштық коэффициенттерін анықтайды	2 ұпай
		$k_1 k_2 = -1$ қасиетін қолданады	1 ұпай
		бұрышты анықтайды	1 ұпай
Векторлардың арасындағы бұрышты анықтайды	2	Екі вектордың скаляр көбейтіндісінің формуласын қолданады	1 ұпай
		Қысқаша көбейту формуласын қолданады	1 ұпай
		Векторлардың теңдігін қолданады	1 ұпай
		Векторды аекторға қосады	1 ұпай

		Пифагор теоремасын ұзындығын есептейді	1 ұнай
		Вектордың перпендикулярлық қасиетін қолданады	2 ұнай
		Векторлардың арасындағы бұрышты анықтайды	2 ұнай
Векторларды қосуды орындайды	3	\vec{bc} векторларының скаляр көбейтіндісін есептейді	1 ұнай
		\vec{ab} векторларының скаляр көбейтіндісін есептейді	1 ұнай
		\vec{ca} векторларының скаляр көбейтіндісін есептейді	1 ұнай
		Косинустар теоремасын қолданып \vec{bc} векторларының арасындағы бұрышты анықтайды	1 ұнай
		Косинустар теоремасын қолданып \vec{ab} векторларының арасындағы бұрышты анықтайды	1 ұнай
		Косинустар теоремасын қолданып \vec{ca} векторларының арасындағы бұрышты анықтайды	2 ұнай
		$\vec{bc} + \vec{ab} + \vec{ca}$ есептейді	2 ұнай
Векторлардың скаляр көбейтіндісін анықтайды	4	Тіктөртбұрыштың сызбасын сызады	1 ұнай
		Векторларды дұрыс кескіндейді	1 ұнай
		$\vec{EA} \cdot \vec{EB}$ векторларының скаляр көбейтіндісінің формуласын жазады	1 ұнай
		\vec{EA} векторының ұзындығын анықтайды	1 ұнай
		\vec{EB} векторының ұзындығын анықтайды	1 ұнай
		Бұрыштың косинусын, синусын анықтайды	2 ұнай
		$\vec{EA} \cdot \vec{EB}$ есептейді	2 ұнай

Семинар сабақтарында математикалық пәндерден ұйымдастырылатын өзіндік жұмыс теориялық материалды тереңдетуге арналған білімгерлердің аудиториядан тыс жұмыстарының бірі болғандықтан және онда тапсырмалар алдын ала орындалатын болғандықтан, ол өзіндік жұмыс түріне айналады. Осы өзіндік жұмыстың қорытындысын шығару қабылдау, семинар сабағы арқылы жүзеге асырылады.

Өзіндік жұмыстың бұл түрі аудиториядан тыс жұмыстарға жатады, онда білімгердің белсенділік, өзіндік шешім, өзіндік ойлауы басым болады, ізденіс белсенділігі артады. Өзіндік жұмыс білімгердің қабілеті мен дағдыларын дамытады, себебі олар құндылықтар мен қатынастарды қоса алғанда, біртұтас қалыптасуға ықпал ету үшін зерттелетін мазмұндағы нақты тапсырмаларды орындау шеңберінен шығады. Өзіндік жұмыс оқытушының оқыту процесіндегі рөлін төмендетпейді, керісінше, өйткені ол өзін осы процестің жетекшісі ретінде көрсетеді. Өзіндік жұмыстың тағы бір түрі тест, оның маңызды артықшылықтарының бірі, аз уақытта, яғни қысқа мерзімде білімгердің білім сапасын жинақы түрде ашуға мүмкіндік береді. Тест тапсырмаларын өзіндік жұмыс ретінде ұйымдастыруға қойылатын ереже, талаптарды меңгерген соң ғана пайдаланған дұрыс.

Қорытынды

Әдеби дереккөздерді зерттеу барысында өзіндік жұмыстың маңызды теориялық және әдіснамалық элементтері анықталды. Көптеген авторлар өзіндік жұмысты әр түрлі тарихи сәттердегі әдіс, құрал немесе форма ретінде сипаттайды, ол дегенмен оны жетілдірудің тәжірибесіне негізделген өзінің диалектикалық эволюциясы мен дамуынан өтті және өтуде [17;127].

Алайда, бұл процесті яғни өзіндік жұмысты ұйымдастыруда кемшіліктері бар, қазіргі кездегі білім бағдармаларында, бұл кәсіби маманның дайындығы тәуелді болатын дидактикалық процесс ретінде қарастырылмаған. Дидактикалық процесс ретінде ұйымдастырылған өзіндік жұмыс-бұл практикамен, қоршаған ортамен және жаңа технологияны қолданумен байланысты ескере отырып, білімгердің жеке оқыту моделіне икемді ауысуы арқылы білім қоғамында оқытуға қол жеткізудің балама ұсынысы.

ЖОО-да білім беруді реформалаудың қазіргі жағдайында білімгерлердің өзіндік жұмысы оқу процесін ұйымдастыру нысаны ретінде маңызды рөл атқарады. Мұнда білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастырудың тиімділігі тапсырманың мазмұны мен қиындық деңгейі, әдістемелік нұсқаулар, оқу қызметі ресурстарын бүкіл оқу уақыты ішінде ұтымды бөлу маңызды. Өзіндік жұмысты ұйымдастырудағы маңызды рөл оқытушыға тиесілі, ол әр кезеңде орындалатын жұмыстың мақсаттарын түсіндіріп және қойылған міндеттердің орындалуын қадағалап отыруы керек. Өзіндік іс-әрекетпен қамтамасыз етілмеген білім адамның шынайы игілігіне айнала алмайды. Өзіндік жұмыс тәрбиелік мәнге де ие: ол өзіндік дағдылар мен олардың жиынтығы ретінде ғана емес, сонымен қатар қазіргі заманғы жоғары білікті маманның тұлғалық құрылымында маңызды рөл атқаратын мінез-құлық

қасиеттерін қалыптастырады. Осылайша, білім жүйесінде білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастырудың дәстүрлі тәсілдері оқулықпен жұмыс немесе конспекттеуді заман талабына сай өзіндік жұмысты ұйымдастырудың инновациялық тәсілдеріне, яғни кейс-тапсырмаларын жинақтау, зерттеу және қолданбалы жобаларды (ғылыми-зерттеу жұмыстарын) орындауға ауыстыру қажет. Білімгерлердің өзіндік жұмысын ұйымдастырудың инновациялық технологиялары сапалы оқу-әдістемелік материалдарды, желінің ақпараттық әлеміне еркін қол жеткізуді талап етеді.

Қорыта келе, жоғарыда келтірілген барлық ақпаратты негізге ала отырып, ЖОО-да білім алу шеңберінде болашақ мұғалімдерді өздігінен білім алуға дайындау процесін ұйымдастырудың тиімді жолдарының бірі өзіндік жұмысты ұйымдастыруда талапқа сай инновациялық тәсілдерді қолдануды жетілдіріп, пәндік білімін тереңдетуді көздеу деп санаймыз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 «Стратегия «Казakhstan - 2050»: новый политический курс состоявшегося государства» // доступа: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/K1200002050>.
- 2 Смирнова Ж.В., Красикова О.Г. (2018). Современные средства и технологии оценивания результатов обучения // Вестник Мининского университета. №3. С.9-12. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2018-6-3-9>
- 3 Pyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Prokhorova M.P., Gladkova M.N. (2018). Forming the competence of future engineers in the conditions of context training // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. Т. 9. № 4. P. 44-46.
- 4 Прохорова М.П., Ваганова О.И. (2019). Проектирование и реализация образовательного события в профессиональной подготовке будущих менеджеров // Вестник Мининского университета. Т. 7. № 1 (26). С.4.
- 5 Жампеисова К.К., Киясова А., Косшыгулова А.С. (2019). Болашақ мамандардың бейімделімді көшбасшылығын дамытудың әдіснамалық аспектілері // Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Педагогические науки», №2(66), 36. <https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-5496.01>
- 6 Winne, P. H. (2015). Self-Regulated Learning. In J. D. Wright (Ed.), International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (pp. 535-540). Oxford: Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.25091-5>
- 7 Brian Henry and Mark London (2008). "Teaching and Learning Mathematics: Translating Research for Secondary School Teachers"(pp. 345-350). Elsevier. https://doi.org/10.48009/1_iis_2006_129-133
- 8 Bulaeva, M.N., Vaganova, O.I., Koldina, M.I., Lapshova, A.V., Khizhnyi, A.V. Preparation of bachelors of professional training using MOODLE (2018). Advances in Intelligent Systems and Computing, 622, P. 406-411. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2019-7-1-2>
- 9 Аронсон Э., Пратканис Э., (2013). Эпоха пропаганды: Механизмы убеждения, повседневное использование и злоупотребление. СПб.: Прайм-Еврознак, -Проект «Психологическая энциклопедия». - С. 142-143.
- 10 Егоров В. В., Скибицкий Э. Г. (2016). Организация и технология научного исследования / - Новосибирск: ОАО «Книжное издательство», С. 426.
- 11 Pyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Gruzdeva M.L., Chanchina A.V. (2018). Structure and content of the electronic school-methodical complex on the discipline "mechanics of soils, foundations and foundations" // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. Т. 9. № 4. P. 1088-1096.
- 12 Гладкова М.Н., Ваганова О.И., Смирнова Ж.В. (2018). Технология проектного обучения в профессиональном образовании // Проблемы современного педагогического образования. № 58 (3). С. 80-83.
- 13 Pyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Sedykh E.P., Shagalova O.G. (2018). Implementation of heuristic training technology in the formation of future engineers // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. Т. 9. № 4. P. 1029-1035.
- 14 Ваганова О.И., Шагалова О.Г., Трутанова А.В. (2017). Формирование общекультурных компетенций у студентов // Карельский научный журнал. Т. 6, №3(20). С. 15-18.
- 15 Smirnova, Z., Vaganova, O., Shevchenko, S., Khizhnaya, A., Ogorodova, M., Gladkova, M. (2016). Estimation of educational results of the bachelor's programme students. // IEJME. Math. Educ. 11(10), P. 3469-3475
- 16 Haagsman M., Snoek B., Peeters A., Scager K., Prins F. & Martijn van Zanten (2021). Examiners' use of rubric criteria for grading bachelor theses. Assessment & Evaluation in Higher Education, Vol. 46, No. 8, P.1270– 1285.
- 17 Безукладников К.Э., Красноборова А.А., Крузе Б.А. (2012). Критериальное оценивание результатов образования: монография – 2-е изд., стереотип. – Пермь: Перм. гос. пед. ун-т. – 127 с.
- 18 Winne, P. H. (2015). Self-Regulated Learning. In J. D. Wright (Ed.), International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (pp. 535-540). Oxford: Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.25091-5>

References:

- 1 «Strategiya «Kazakhstan - 2050»: novyy politicheskiy kurs sostoyavshegosya gosudarstva» «Kazakhstan-2050»: a new political course of an established state // <http://adilet.zan.kz/rus/docs/K1200002050>. (in Kazakh)
- 2 Smirnova Zh.V., Krasikova O.G. (2018). Sovremennye sredstva i tehnologii ocenivaniya rezul'tatov obuchenija

[Modern means and technologies for evaluating learning outcomes. Bulletin of the Minin University]. No. 3. P. 9-12. (In Russian) <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2018-6-3-9>

3 Ilyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Prokhorova M.P., Gladkova M.N. (2018). Forming the competence of future engineers in the conditions of context training // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. T. 9. № 4. P. 1001-1007.

4 Prokhorova M.P., Vaganova O.I. (2019). Proektirovanie i realizaciya obrazovatel'nogo sobytija v professional'noj podgotovke budushhih menedzherov [Design and implementation of an educational event in the professional training of future managers] // *Bulletin of Mininsky University*. Vol. 7. No. 1 (26). P.4. (In Russian)

5 Zhampeisova K. K., Kiyasova A., Kosshyguлова A. S. (2019). Bolashaq mamandardyń beıimdelimdi kóshbasshylygyn damytdyń ádisnamalyq aspektileri [Methodological aspects of the development of adaptive leadership of future specialists] // *Vestnik kaznpu im. Abaya, series "pedagogical science"*, №2 (66), P.23. (In Kazakh) <https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-5496.01>

6 Winne, P. H. (2015). Self-Regulated Learning. In J. D. Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 535-540). Oxford: Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.25091-5>

7 Brian Henry and Mark London (2008). "Teaching and Learning Mathematics: Translating Research for Secondary School Teachers"(pp. 345-350). Elsevier. https://doi.org/10.48009/1_iis_2006_129-133

8 Bulaeva, M.N., Vaganova, O.I., Koldina, M.I., Lapshova, A.V., Khizhnyi, A.V. Preparation of bachelors of professional training using MOODLE (2018). *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 622, P. 406-411. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2019-7-1-2>

9 Aronson E., Pratkanis E., (2013). *Jepoha propagandy: Mehanizmy ubezhdjenja, povsednevnoe ispol'zovanie i zloupotreblenie*. [The Era of propaganda: Mechanisms of persuasion, everyday use and abuse]. St. Petersburg: Prime-Euroznak, -Project "Psychological Encyclopedia"). P. 142-143. (In Russian)

10 Egorov V. V., Skibitsky E. G. (2016). Organizaciya i tehnologiya nauchnogo issledovaniya [Organization and technology of scientific research] // - Novosibirsk: JSC "Book Publishing House", P.426. (In Russian)

11 Ilyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Gruzdeva M.L., Chanchina A.V. (2018). Structure and content of the electronic school-methodical complex on the discipline "mechanics of soils, foundations and foundations" // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. T. 9. № 4. P. 1088-1096.

12 Gladkova M.N., Vaganova O.I., Smirnova Zh.V. (2018). Tehnologiya proektnogo obuchenija v professional'nom obrazovanii [Technology of project-based learning in vocational education] // *Problems of modern pedagogical education*. No. 58 (3). P. 80-83. (In Russian)

13 Ilyashenko L.K., Vaganova O.I., Smirnova Z.V., Sedykh E.P., Shagalova O.G. (2018). Implementation of heurist training technology in the formation of future engineers // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. T. 9. № 4. P.1029-1035.

14 Vaganova O.I., Shagalova O.G., Trufanova A.V. (2017). Formirovanie obshhekul'turnyh kompetencij u studentov [Formation of general cultural competencies among students]// *Karelian Scientific Journal*. Vol. 6, No.3(20). P.15-18. (In Russian)

15 Smirnova, Z., Vaganova, O., Shevchenko, S., Khizhnaya, A., Ogorodova, M., Gladkova, M. (2016). Estimation of educational results of the bachelor's programme students. // *IEJME. Math. Educ.* 11(10), P. 3469-3475

16 Haagsman M., Snoek B., Peeters A., Scager K., Prins F. & Martijn van Zanten (2021). Examiners' use of rubric criteria for grading bachelor theses. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, Vol. 46, No. 8, P.1270– 1285.

17 Bezukladnikov K.E., Krasnoborova A.A., Kruse B.A. (2012). Kriterial'noe ocenivanie rezul'tatov obrazovaniya: monografija [Criteria-based evaluation of educational outcomes: monograph] - 2nd ed., stereotype. – Perm: Perm. state. ped. un-t. P.127. (In Russian)

18 Shavaliyeva Z. Sh., Satynskaya A. K., Muchkin D. P. (2022). Bolashaq muǵalimderdiń ózdiginen bilim alý áreketiniń aqparattyq jáne zertteýshilik aspektileri [Information and research aspects of self-education activities of future teachers] // *Vestnik kaznpu im. Abaya, series "pedagogical science"*, №2 (74), P.23. (In Kazakh) <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-5496.18>

Б.М. Қосанов^{1*}, А.К. Ардабаева¹

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ, Қазақстан
*e-mail: kossanov89@mail.ru

МАКНЕМАР КРИТЕРИЙІ ЖӘНЕ ОНЫ ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ ЗЕРТТЕУДЕ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Соңғы жылдары ғылыми-педагогикалық зерттеу жұмыстарына міндетті түрде эксперименттік-тәжірибелік жұмыстар жүргізу, олардың нәтижелеріне статистикалық-математикалық әдістерді пайдаланып, өңдеулер жасау және осының негізінде ғана зерттеу проблемасына қатысты нақты ғылыми нәтижеге қол жеткізу керек деген мағынадағы талаптар күшейе түсуде. Бұл шын мәнінде құптарлық және жедел түрде қолға алу мен шешуді қажет ететін өзекті мәселе болып табылады. Жалпы алғанда, теориялық зерттеулер барысында зерттеуші тарапынан бұрыннан белгілі ғылыми фактілерді түсіндіруге мүмкіндік беретіндей кейбір заңдылықтар туралы гипотеза жасалуы және осының негізінде қандай да бір өзіндік ғылыми пікір қалыптасуы мүмкін. Алайда, теориялық зерттеу барысында қалыптасқан осы ғылыми пікір оны міндетті түрде тәжірибе жүзінде тексеруді, оның ақиқаттығын нақты тәжірибелік жағдайларда дәлелдеуді және негіздеуді қажет етеді. Осы мақсатпен эксперименттік жұмыс жүргізіледі. Эксперименттік жұмыстың нәтижелі болуы ең алдымен, тиімді статистикалық критерийді таңдап ала білумен және соған сәйкес статистикалық-математикалық есептеулерді дұрыс, әрі сауатты жүргізе алумен тікелей байланысты. Алайда, көпшілік зерттеушілер статистикалық-математикалық білімдерінің төмен болуына байланысты зерттеу жұмыстарында сәйкес критерийді таңдап алу мен оны қолдануға байланысты өрескел қателіктер жіберетіні байқалады. Қазіргі күні педагогикалық бағытта білім алатын магистранттар мен докторанттар тарапынан диссертациялық жұмысты орындау барысында аса жиі қолданыла бермейтін немесе егер де қолданылса, өрескел қателіктер жіберілетін статистикалық критерийлердің бірі - Макнемар критерийі. Сондықтан мақалада педагогикалық құбылыстарды зерттеуде осы критерийді қолдану алгоритмі көрсетіліп, ол нақты мысалдар арқылы түсіндірілді. Мақаладан педагогикалық бағытта білім алатын магистранттар мен докторанттар, сондай-ақ педагогика мен әдістемелік ғылым салалары бойынша жұмыс істейтін барлық ізденушілер ғылыми-зерттеу жұмысын орындау барысында пайдалана аларлықтай құнды мәліметтер таба алады.

Түйін сөздер: педагогикалық құбылыс, математика, статистика, статистикалық-математикалық әдіс, статистикалық критерий, Макнемар критерийі.

Аннотация

Б.М. Косанов¹, А.К. Ардабаева¹

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

КРИТЕРИЙ МАКНЕМАРА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

В последние годы при выполнении научно-педагогических работ все чаще требуют проводить опытно-экспериментальную работу, использовать статистическо-математические методы для обработки её результатов и только на этой основе получить конкретный научный результат, относящегося к проблеме исследования. Это является актуальной проблемой, которую необходимо рассмотреть и решать в срочном порядке. В целом в ходе теоретического исследования исследователь может выдвинуть гипотезу о некоторых закономерностях, позволяющих объяснить уже известные научные факты, и на этой основе может сформироваться некое оригинальное научное мнение. Однако это научное мнение, сформированное в ходе теоретических исследований, нуждается в проверке на практике, его истинность должна быть доказана и обоснована в реальных практических ситуациях. С этой целью проводятся опытно-экспериментальные работы. Эффективность экспериментальной работы напрямую связана с умением выбирать необходимый статистический критерий и, соответственно, правильно и грамотно производить статистические и математические расчеты. Однако видно, что большинство исследователей допускают серьезные ошибки в выборе соответствующих критериев и использовании их в своей исследовательской работе из-за своих низких статистическо-математических знаний. Критерий Макнемара является одним из статистических критериев, который не очень часто используется при выполнении диссертационных работ, а при его использовании допускаются серьезные ошибки со стороны магистрантов и докторантов, обучающихся по педагогическому направлению. Поэтому в данной статье приводится алгоритм

использования этого критерия при изучении педагогических явлений на конкретных примерах. Из статьи магистранты и докторанты, обучающиеся в педагогическом направлении, а также все исследователи, работающие в области педагогики и методической науки, могут найти ценную информацию, которую можно использовать в ходе исследовательской работы.

Ключевые слова: педагогическое явление, математика, статистика, статистико-математический метод, статистический критерий, критерий Макнемара.

Abstract

MCNEMAR'S CRITERION AND ITS APPLICATION IN THE STUDY OF PEDAGOGICAL PHENOMENA

Kosanov B.M.¹, Ardabaeva A.K.¹

¹Abai Kazakh Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

In recent years, when performing scientific and pedagogical work, it is increasingly required to carry out experimental work, use statistical and mathematical methods to process its results, and only on this basis obtain a specific scientific result related to the research problem. This is a pressing issue that needs to be addressed and addressed urgently. In general, in a theoretical study, a researcher can put forward a hypothesis about some regularities that make it possible to explain already known scientific facts; on this basis, some original scientific opinion can be formed. However, this scientific opinion, formed during theoretical research, needs to be verified in practice, its truth must be proven and substantiated in real practical situations. To this end, experimental work is being carried out. The effectiveness of experimental work is directly related to the ability to choose the necessary statistical criterion and, accordingly, correctly and competently perform statistical and mathematical calculations. However, it is clear that most researchers make severe mistakes in choosing the appropriate criteria and using them in their research work due to their low statistical and mathematical knowledge. The McNemar criterion is one of the statistical criteria that is not very often used in dissertations, and when using it, serious mistakes are made on the part of undergraduates and doctoral students studying in the pedagogical direction. Therefore, this article provides an algorithm for using this criterion in the study of pedagogical phenomena using specific examples. From the article, undergraduates and doctoral students studying in the pedagogical direction, as well as all, researchers working in the field of pedagogy and methodological science, can find valuable information that can be used in the course of research work.

Keywords: pedagogical phenomenon, mathematics, statistics, statistical and mathematical method, statistical criterion, McNemar criterion.

Кіріспе

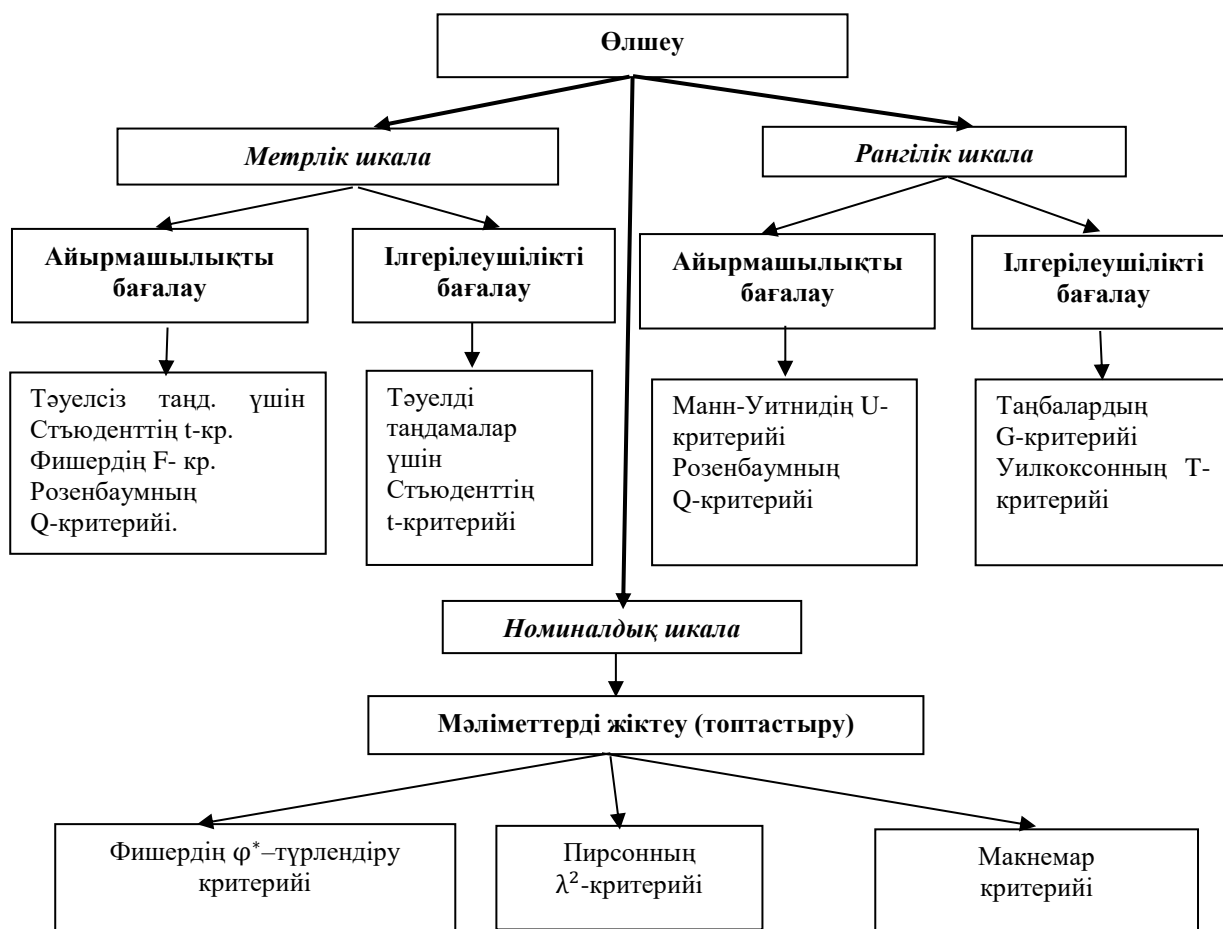
Педагогикалық эксперимент мәліметтеріне статистикалық-математикалық талдау жасау кезінде тиімді статистикалық критерийді таңдап алудың ерекше маңызы бар. Статистикалық критерийді таңдап алу мәселесі ең алдымен, зерттеліп отырған құбылыстың немесе үдерістің белгісінің қандай шкалада өлшенгеніне тікелей байланысты шешіледі. Негізінен алғанда, ол метрлік (интервалдық немесе абсолюттік), реттік немесе номиналдық шкалалардың бірімен өлшенуі мүмкін. Әрбір шкалаға сәйкес қолданылатын критерийлер де әр түрлі болады, яғни бір шкала үшін қолданылатын критерий басқа шкала үшін қолданылмауы мүмкін.

Статистикалық критерийді таңдап алу ненің бағаланатындығына да байланысты болады. Жалпы алғанда, статистикалық критерийлерді қолдану арқылы бағаланатын төмендегідей негізгі мәселелерді бөліп көрсетуге болады:

1. Айырмашылықты тағайындау талап етілетін мәселелер.
2. Ілгерілеушілікті тағайындау талап етілетін мәселелер.
3. Мәліметтерді жіктеу (топтастыру) талап етілетін мәселелер.

Қазіргі күні зерттеу жұмыстарында қолданылатын статистикалық критерийлердің түрлері өте көп. Сондықтан қандай ситуацияда қай критерийді қолдануды анықтау үшін олардың жіктелуін (классификациялануын) білудің ерекше маңызы бар.

Зерттеу жұмысын жүргізу барысында мүмкін болатын гипотезалардың, оларды тексеру әдістері мен статистикалық критерийлердің көптігі жас зерттеуші тұрмақ, тәжірибелі ғалымдар үшін де айтарлықтай қиындықтар туындататыны анық. Осы қиындықтарды жеңу үшін зерттеуші біздің ойымызша, ең алдымен, ұсынылып отырған гипотезаға қатысты педагогикалық құбылысты немесе үдерісті қалай және қандай шкалада өлшеуді анықтап алғаны дұрыс. Осыдан кейін барып сәйкес педагогикалық құбылыстың немесе үдерістің әртүрлі күйлерінің арасындағы қандай мәселені (айырмашылықты, ілгерілеушілікті немесе мәліметтерді жіктеуді) бағалайтынына көңіл аударғаны жөн. Осы айтылғандарды төмендегідей схема түрінде кескіндеуге болады (1-сурет).



Сурет 1. Статистикалық критерийді таңдап алу схемасы

Көбіне, статистикалық-математикалық әдебиетте метрлік және рангілік шкалаларда өлшеу барысында алынатын мәліметтерге өңдеулер жасаудың критерийлеріне баса мән беріледі де номиналдық шкалада өлшеу кезінде жинақталатын мәліметтерді салыстыруда қолданылатын статистикалық критерийлерге жете көңіл бөлінбейді. Бұл жағдайда қолданылатын тиімді әдістер Фишердің φ^* -бұрыштық түрлендіру критерийі және Пирсонның λ^2 -критерийі болып табылады. Ал, бинарлық номиналдық шкалада алғашқы және соңғы рет өлшеулер кезінде Макнемар критерийін қолдануға болады.

Материалдар мен негізгі әдістер

Айталық, қандай да бір педагогикалық құбылыстың күйі бинарлық шкалада эксперимент басында және соңында екі рет өлшеніп, мынадай мәліметтер алынды делік:

$$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N$$

және

$$y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_N.$$

Зерттеушіге осы құбылыстың эксперимент басындағы және соңындағы күйлері арасында мәнді айырмашылықтың орын алатындығын немесе орын алмайтындығын анықтау керек болсын делік.

Өлшеу бинарлық номиналдық шкалада жүргізілетіндіктен, өлшеу нәтижелерін «0» және «1» сандарымен өрнектеп алып, Макнемар критерийін қолдануға болады.

Критерийді қолдану алгоритмі

1) Гипотезалар тұжырымдалады:

H_0 : «зерттеліп отырған құбылыстың күйінің алғашқы және соңғы өлшеулер кезіндегі жағдайлары арасында мәнді айырмашылық жоқ»;

H_1 : «зерттеліп отырған құбылыстың күйінің алғашқы және соңғы өлшеулер кезіндегі жағдайларының статистикалық тұрғыда мәнді айырмашылықтары бар».

2) (x_i, y_i) жұптары құрастырылады, сонда олар барлығы төрт нұсқада ғана болады:
 $(0;0), (0;1), (1;0)$ және $(1;1)$.

Мәліметтер мынадай кестеге түсіріледі (1-кесте).

Кесте 1.

		y_i -лер бойынша топтау		
		$y_i = 0$	$y_i = 1$	
x_i -лер бойынша топтау	$x_i = 0$	a ($x_i = 0, y_i = 0$ болатын жұптар саны)	b ($x_i = 0, y_i = 1$ болатын жұптар саны)	$a + b$
	$x_i = 1$	c ($x_i = 1, y_i = 0$ болатын жұптар саны)	d ($x_i = 1, y_i = 1$ болатын жұптар саны)	$c + d$
		$a + c$	$b + d$	N

3) Критерийдің эмпирикалық мәні төмендегі ереже бойынша есептеледі.

а) Егер $b + c = n \leq 20$ болса, онда $M_{эмп}$ ретінде b мен c мәндерінің кішісі алынады, яғни

$$M_{эмп} = \min(b, c);$$

ә) егер $b + c = n > 20$ болса, онда $M_{эмп}$ мына формуламен табылады:

$$M_{эмп} = \frac{(b - c)^2}{b + c}.$$

4) а) Егер $n \leq 25$ болса, онда критерийдің кризистік мәні кестеден қаралады, ол осыған дейін анықталған n мен $M_{эмп}$ мәндері арқылы табылады. Сонда кризистік $M_{кр}$ мәні ретінде кестенің n саны тұрған жолы мен $M_{эмп}$ саны тұрған бағанының қиылысуында орналасқан сан алынады. Мұнда егер $M_{кр} \leq 0,025$ болса, онда H_0 гипотезасы теріске шығарылып, H_1 гипотезасы қабылданады.

ә) Ал, $n > 25$ болғанда, кризистік $M_{кр}$ мәні ретінде 3,84 саны алынады.

Бұл жағдайда егер $M_{эмп} > M_{кр} = 3,84$ тенсіздігі орындалса, онда H_0 гипотезасы теріске шығарылады.

Нәтижелер

Педагогикалық эксперимент барысында зерттеуге алынған мынадай педагогикалық құбылысты қарастырдық.

1-мысал. Таңдау пәнін енгізу үшін 160 студенттің пікірлері ескерілді. Осы топтан кездейсоқ іріктеу әдісімен 20 студент таңдалып алынып, оларға пән мазмұнының ұсынылып отырған нұсқасын бағалау үшін осы пәнді оқып-үйренгенге дейін және оны оқып-үйренгеннен кейін төмендегідей сауалнама берілді.

«Таңдау пәні мазмұнының осы нұсқасына деген өз пікіріңізді білдіріңіз:

А) маған ұнайды;

В) маған ұнамайды».

Ұсынылатын таңдау пәні мазмұнының студенттердің осы пәнге деген көзқарасына қалай әсер ететінін бағалау керек.

Эксперимент мәліметтеріне статистикалық-математикалық өңдеулер жасау үшін алдымен, өлшеудің қандай шкалада жүргізілгенін анықтаймыз. Өлшеу бинарлық номиналдық шкалада жүргізілген, себебі сыналушылардың сауалнама барысында «ұнайды» немесе «ұнамайды» деген жауаптардың бірін белгілейтіні түсінікті. Демек, бұл жерде Макнемар критерийін қолдануға болады.

1. Гипотезаларды тұжырымдайық:

H_0 : «таңдау пәніне қатысу студенттердің пәннің ұсынылып отырған мазмұнына көзқарастарына әсер етпейді»;

H_1 : «таңдау пәніне қатысу студенттердің пәннің ұсынылып отырған мазмұнына көзқарастарына оң әсер етеді».

2. (x_i, y_i) жұптарын құрастырамыз. Ыңғайлылық үшін «ұнайды» деген жауаптарды 1 санымен, ал «ұнамайды» деген жауаптарды 0 санымен белгілеп алайық. Сонда алынған жауаптарды әр студент үшін (0;0), (0;1), (1;0) және (1;1) жұптарының бірімен кескіндеуге болады.

Эксперимент барысында алынған мәліметтерді 2-кестеге түсіреміз.

Кесте 2.

		Таңдау пәнін оқып-үйренгеннен кейінгі жауаптары		
		«ұнамайды»	«ұнайды»	
Таңдау пәнін оқып-үйренгенге дейінгі жауаптары	«ұнамайды»	3	10	13
	«ұнайды»	2	5	7
		5	15	20

3. Критерийдің эмпирикалық мәнін есептейміз.

$$b + c = 10 + 2 = 12 \leq 20$$

теңсіздігі орындалады. Сондықтан $M_{эмп}$ ретінде b мен c мәндерінің кішісі алынады, яғни

$$M_{эмп} = \min(10, 2) = 2.$$

4. $n = 12 \leq 25$ теңсіздігі орындалады, сондықтан критерийдің кризистік мәнін кестеден іздейміз, оны $n = 12$ мен $M_{эмп} = 2$ мәндері арқылы табамыз. Кризистік $M_{кр}$ мәні ретінде кестенің 12 саны тұрған жолы мен 2 саны тұрған бағанының қиылысуында орналасқан санды аламыз, яғни

$$M_{кр} = 0,019.$$

$M_{кр} = 0,019 \leq 0,025$ шарты орындалады, демек, H_0 гипотезасын теріске шығарып, H_1 гипотезасын қабылдаймыз. Сонымен жүргізілген эксперимент негізінде мынадай қорытынды жасауға болады: ұсынылатын таңдау пәнінің мазмұны студенттердің осы пәнге деген көзқарасына оң әсер етеді.

Енді $n > 20$ болатын жағдайға байланысты тағы бір мысал келтірейік.

2-мысал. Білімді тексеру формасының білім сапасын тексеру нәтижелеріне әсерін анықтау үшін қандай да бір оқу материалы бойынша бақылау жұмысы (6 тапсырманы қамтиды) және тест (40 сұрақтан тұрады) құрастырылды. 50 оқушыға осылардың екеуі де орындауға ұсынылды. Бақылау формаларының әрқайсысын орындаудың нәтижелері оқушыларды екі топқа бөлуге мүмкіндік жасады: «оқу материалын меңгергендер» және «оқу материалын меңгермегендер».

Оқушылардың білім сапасы көрсеткіштерінің таңдап алынған білімді тексеру формасына байланыстылығын тексеру керек.

1. Гипотезаларды тұжырымдайық:

H_0 : «оқушылардың білім сапасының көрсеткіштері таңдап алынған білімді тексеру формасына байланысты емес»;

H_1 : «оқушылардың білім сапасының көрсеткіштері таңдап алынған білімді тексеру формасына байланысты».

2. Әр оқушы үшін (0;0), (0;1), (1;0) және (1;1) жұптарымен анықталатын белгілер қоямыз, сонда бірінші сан оның «оқу материалын меңгергендігін», ал екінші сан «оқу материалын меңгермегендігін» анықтайды». Олардың санын тауып мәліметтерді 3-кестеге түсіреміз.

Кесте 3

		Білім сапасын тексерудің өткізілген тест жұмысына негізделген нәтижесі		
		Меңгерген жоқ	Меңгерді	
Білім сапасын тексерудің алынған бақылау жұмысына негізделген нәтижесі	Меңгерген жоқ	6	19	25
	Меңгерді	4	21	25
		10	40	50

3. Критерийдің эмпирикалық мәнін есептейміз.

$$b + c = 4 + 19 = 23, \text{ яғни } 23 > 20 \text{ теңсіздігі орындалады.}$$

Онда

$$M_{эмп} = \frac{(b-c)^2}{b+c}$$

формуласын пайдаланамыз.

$$M_{эмп} = \frac{(b-c)^2}{b+c} = \frac{(19-4)^2}{19+4} = 9,78 \approx 10.$$

Бұл жағдайда $n = 23 < 25$, ендеше, кризистік $M_{кр}$ мәні ретінде 23 саны орналасқан жол мен 10 саны орналасқан бағандағы 0,339 санын аламыз.

4. $M_{кр} = 0,339 > 0,025$. Демек, H_1 гипотезасын теріске шығарып, H_0 гипотезасын қабылдаймыз. Сонымен жүргізілген эксперимент негізінде мынадай қорытынды жасауға болады: оқушылардың білім сапасының көрсеткіштері таңдап алынған білімді тексеру формасына байланысты емес.

Талқылау

Макнемар критерийі зерттеліп отырған құбылыстың күйін номиналдық шкалада (дәлірек айтқанда, бинарлық шкалада) өлшеу барысындағы екі тәуелді таңдамаларға талдау жасау үшін қолданылады. Басқаша айтқанда, оны сәйкесінше, 1 және 0 сандарымен белгіленетін «иә» және «жоқ» деген жауаптарды қамтитын қарапайым бинарлық шкалада өлшеу кезінде алынатын мәліметтермен жұмыс жасауда қолдануға болады.

Макнемар критерийін қолдану үшін мына сияқты шарттарды ескеру керек:

- 1) экспериментке қатысушылар саны 5-тен кем емес болуы керек;
- 2) $b = c$ болғанда статистикалық гипотезаларды тексеру үшін оны қолдануға болмайды;
- 3) критерийдің $M_{эмп}$ эмпирикалық мәні a мен d -ның мәндеріне байланысты емес.

Бұл критерийдің авторы – өзінің IQ тестері бойынша психологиядан жазылған еңбектерімен белгілі америкалық статист-математик және психолог Куинн Макнемар (1900-1986). Ол өз атымен аталған осы критерийді 1947 жылы ұсынған. Алайда, автордың аты-жөні, сондай-ақ критерий әртүрлі әдебиеттерде түрліше, Макнемар, кейде, Мак-Немар, бірде, Мак-Нимар немесе Макнамар деп аталатынын ескертеміз. Ағылшын тіліндегі әдебиетте автордың аты-жөні Quinn McNemar деп жазылады, сондықтан қазақ тілінде Куинн Макнемар деп жазылғаны, ал критерийдің Макнемар критерийі деп аталғаны дұрыс деп есептейміз.

Қорытынды

Макнемар критерийі бинарлық шкалада өлшенген педагогикалық құбылыстарды статистикалық-математикалық тұрғыда зерттеудің аса қуатты құралдарының бірі болып табылады. Ол мәліметтерді математикалық тұрғыда өңдеу және олардан қажетті ақпаратты іріктеу арқылы педагогикалық құбылыстың бинарлық шкаладағы сандық көрсеткіштеріне сүйене отырып, оның тікелей бақылау мүмкін бола бермейтін басқа да көрсеткіштерін сенімді түрде анықтауға, сондай-ақ педагогикалық заңдылық көрсеткіштерінің өзгеру үдерісіне байланысты нақты қорытындылар жасай алуға септігін тигізеді. Қазіргі заманғы педагогика ғылымы үшін педагогикалық құбылыстардың сапалық жағы мен сыртқы сипаттамаларын ғана оқып-үйрену мен зерттеу жеткіліксіз. Қазіргі күні педагогика ғылымы дамудың жаңа деңгейіне көтерілу үстінде. Біздіңше, педагогикалық құбылыстар бағынатын заңдылықтардың мән-мағынасын тереңірек аша түсу үшін XXI ғасыр педагогикасы сапалық талдауларды қазіргі заманғы математикалық талдаулармен толықтыра түсуге мүдделі болып отыр. Қазіргі заман талаптары педагогика мен әдістеме ғылымдары алдына аса күрделі педагогикалық құбылыстар мен үдерістерді ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика ғылымының жаңа табыстарына негізделген қазіргі заманғы математикалық әдістерді тиімді түрде пайдалана отырып, кешенді түрде зерттеу мәселесін қойып отыр. Соңғы жылдары математикалық әдістердің ғылыми ақпаратты өңдеудің әдіснамалық негізі ретіндегі мән-маңызы айтарлықтай өсе түсуде. Өйткені, ғылымның қай саласының болмасын гүлденіп, қарыштап дамуы едәуір дәрежеде математика ғылымының дамуына, қазіргі заманғы математикалық әдістерді тиімді түрде қолдануға байланысты болып отыр. Басқаша айтқанда, қазіргі күні математика «дәл ғылымдар» шеңберінен шығып, педагогикаға, сондай-ақ басқа да гуманитарлық ғылым салаларына енуде.

Осы тұрғыдан алып қарағанда, Макнемар критерийі қазіргі заманғы және болашақтағы ғылыми-педагогикалық эксперименттерде қолданылу мүмкіндігі зор математикалық әдістердің бірі болып табылады деуге болады. Оны көптеген педагогикалық және пәндік-әдістемелік проблемаларға талдау жасауда тиімді пайдалануға болады.

Зерттеу жұмысы Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің ғылыми жоба есебінен қаржыландырып отыр (2023 ж. 31.03 № 09-02-55/280 келісім-шарты).

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Шабанова М.В. Педагогический эксперимент и обработка его результатов. - М., 2017.
2. Глотова М. Ю., Самохвалова Е. А. Математическая обработка информации. - М., 2019.
- 3 Сорокова М. Математические методы в психолого-педагогических исследованиях. - М., 2020.
- 4 Қосанов Б.М. Педагогикалық зерттеулердегі статистикалық-математикалық әдістер.-А.,2016.
- 5 Қосанов Б.М. Педагогика мен психологиядағы математикалық әдістер.-А.,2012.
- 6 Қосанов Б.М. Педагогикалық зерттеулердегі статистикалық-математикалық әдістер.-А.,2011.
- 7 Қосанов Б.М. Педагогикалық эксперимент нәтижелерін өңдеудің математикалық әдістері.-А.,2021.
- 8 Ермолаев-Томин О.Ю. Математические методы в психологии. - М.,2014.
- 9 Hastorf, A.H. ; Hilgard, E.R. ; Sears, R. R. (1988). "Quinn McNemar (1900–1986)". *Američki psiholog*. 43 (3): 196–197. doi:10.1037 / h0091955.
- 10 McNemar, Quinn (1947-06-18). "Napomena o pogrešci uzorkovanja razlike između koreliranih proporcija ili postotaka". *Psihometrika*. 12 (2): 153–157. doi:10.1007 / BF02295996.PMID m20254758. S2CID 46226024.
- 11 "Quinn McNemar, revizor IQ testa" (PDF). *Pješčenjak i pločica. Povijesno društvo Stanford*. 10 (3-4). Proljeće – ljeto 1986.
- 12 "Quinn McNemar". *Rječnik statistike*. Oxford University Press. 2008.
- 13 "Psiholozi časte znanstvenike u podnožju". *Kurir-Journal*. 3. rujna 1962. str. 31. Preuzeto 29. Ožujka 2020 - putemNewspapers.com.
- 14 "Bivši predsjednici APA-e". *Američko psihološko udruženje*. Preuzeto 29. ožujka 2020.

References:

- 1 Shabanova M.V. (2017). *Pedagogičeskij jeksperiment i obrabotka ego rezul'tatov* [Pedagogical experiment and processing of its results]. - M. (In Russian)
2. Glotova M. Ju., Samohvalova E. A. (2019) *Matematičeskaja obrabotka informacii*. [Mathematical information processing]- M. (In Russian)
- 3 Sorokova M. (2020) *Matematičeskie metody v psihologo-pedagogičeskijh issledovanijah* [Mathematical Methods in Psychological and Pedagogical Research]. - M. (In Russian)
- 4 Kosanov B.M. (2016) *Pedagogikalıq zertteulerdegi statistikalıq-matematikalıq әdister* [Statistical and mathematical methods in pedagogical research]. A. (In Kazakh)
- 5 Kosanov B.M. (2012) *Pedagogika men psihologijadaıy matematikalıq әdister*. [Mathematical methods in pedagogy and psychology].-A. (In Kazakh)
- 6 Kosanov B.M. (2011) *Pedagogikalıq zertteulerdegi statistikalıq-matematikalıq әdister* [Statistical and mathematical methods in pedagogical research].-A. (In Kazakh)
- 7 Kosanov B.M. (2021) *Pedagogikalıq jeksperiment nәtizhelerin өңdeuidiң matematikalıq әdisteri* [Mathematical methods of processing the results of pedagogical experiments]. -A. (In Kazakh)
- 8 Ermolaev-Tomin O.Ju. *Matematičeskie metody v psihologii* [Mathematical Methods in Psychology] - M., (In Russian)
- 9 Hastorf, A.H. ; Hilgard, E.R. ; Sears, R. R. (1988). "Quinn McNemar (1900–1986)". *Američki psiholog*. 43 (3): 196–197. doi:10.1037 / h0091955.
- 10 McNemar, Quinn (1947-06-18). "Napomena o pogrešci uzorkovanja razlike između koreliranih proporcija ili postotaka". *Psihometrika*. 12 (2): 153–157. doi:10.1007 / BF02295996.PMID m20254758. S2CID 46226024.
- 11 "Quinn McNemar, revizor IQ testa" (PDF). *Pješčenjak i pločica. Povijesno društvo Stanford*. 10 (3-4). Proljeće – ljeto 1986.
- 12 "Quinn McNemar". *Rječnik statistike*. Oxford University Press. 2008.
- 13 "Psiholozi časte znanstvenike u podnožju". *Kurir-Journal*. 3. rujna 1962. str. 31. Preuzeto 29. Ožujka 2020 - putemNewspapers.com.
- 14 "Bivši predsjednici APA-e". *Američko psihološko udruženje*. Preuzeto 29. ožujka 2020.

МРНТИ 14.25.19
УДК 371.84, 371.38

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.011>

Д.Б. Нұрахметов^{1*}, М.М. Нұрахметова²

¹ Астана халықаралық университеті, Астана қ., Қазақстан

² «Marzhangul mektebi» білім беру орталығы, Астана қ., Қазақстан

*e-mail: daulet.nurakhmetov2023@gmail.com

КЕЙБІР САНДАРДЫ КВАДРАТТАУДЫҢ БІР ӘДІСІ ТУРАЛЫ

Аңдатпа

Бұл жұмыстың басты мақсаты оқушыларға алгебрадан алған білімдерін сандарды ұтымды квадраттауға қолдана білудің бір әдісін үйрету. Жұмыста кейбір үш және төрт орынды сандарды квадраттаудың жолы қарастырылады. Сондай-ақ, квадраттауға кері амал, егер санның квадраты берілсе, онда санның өзін табудың бір есебі шығарылады. Зерттеу жұмысында қолданылатын зерттеу әдістемесі орта мектептің 7-сыныбында өтетін «қысқаша көбейту формулаларына» негізделеді. Ойын түріндегі ұйымдастырылатын сабақтар оқушылар тарапынан сұранысқа ие екендігі белгілі. Зерттеу нәтижесі бойынша 7-сынып оқушыларына сыныптан тыс сабақтарда ұйымдастырылатын математикалық ойынның жобасы ұсынылады. Сыныптан тыс жұмыстарда математикалық ойындарды ұйымдастыру арқылы оқушы бойында ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізуге деген қасиеттерін дамытып, математикаға қызығушылығын арттыруға болатындығы көрсетіледі.

Түйін сөздер: сандарды квадраттау, қысқаша көбейту формуласы, алгебра, сыныптан тыс жұмыстар.

Аннотация

Д.Б. Нұрахметов¹, М.М. Нұрахметова²

¹ Международный университет Астана, г. Астана, Казахстан

² Образовательный центр «Marzhangul mektebi», г. Астана, Казахстан

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ВОЗВЕДЕНИЯ В КВАДРАТ НЕКОТОРЫХ ЧИСЕЛ

Основная цель исследовательской работы – научить учеников рациональному использованию знаний, которые они получили в алгебре для возведению чисел в квадрат. В работе рассматривается способ возведения в квадрат некоторых трех- и четырехзначных чисел. Кроме того, решается одна обратная задача к возведению в квадрат, если дан квадрат числа для нахождения самого числа. Методика исследования, использованная в исследовательской работе, основана на «формулах сокращенного умножения» из 7 класса общеобразовательной школы. Известно, что уроки, организованные в игровой форме, пользуются спросом у учащихся. По результатам исследования учащимся 7 класса предлагается проект математической игры, организуемой на внеклассных занятиях. Показано, что путем организации математических игр во внеурочной деятельности можно развить качества учащегося к проведению научных исследований и повысить интерес к математике.

Ключевые слова: возведение чисел в квадрат, формулы сокращенного умножения, алгебра, внеклассная работа.

Abstract

ABOUT ONE METHOD OF SQUARING SOME NUMBERS

Nurakhmetov D.B.¹, Nurakhmetova M.M.²

¹ Astana International University, Astana, Kazakhstan

² Educational center "Marzhangul mektebi", Astana, Kazakhstan

The main goal of this work is to teach pupils the rational use of the knowledge they have gained in algebra for squaring numbers. In the paper, a method of squaring some three- and four-digit numbers is considered. In addition, one inverse problem to squaring is solved, given the square of a number to find the number itself. The research methodology used in the research work is based on the "reduced multiplication formulas" from the 7th grade of a comprehensive school. It is known that lessons organized in a playful way are in demand among students. Based on the results of the study, 7th grade students are offered a project of a mathematical game organized in extracurricular activities. It is shown that by organizing mathematical games in extracurricular activities, it is possible to develop the student's qualities for conducting scientific research and increase interest in mathematics.

Keywords: Squaring numbers, reduced multiplication formulas, algebra, extracurricular activities.

Кіріспе

Математикадан сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыруда ойын элементтерін пайдалану 5-7 сыныптарда оқушылардың белсенділігін, ойлау қабілетін арттырып, пәнді оқуға деген қызығушылығын оятады [1-3]. Бүгінгі күні сыныптан тыс іс-шараларға қатысу оқушылардың оқу үлгерімінің дамуына оң әсер ететінін көрсететін зерттеулер төменгі сыныптан бастап жан-жақты зерттелуде [4]. Ойынның түрлері оқушылардың білім дәрежесін тереңдете түсетіндей, алған білімдерін өмірде пайдалана білуге және оқушының жеке басының ерекшеліктерін, байқағыштығын, алғырттылығын, тиянақтылығын тәрбиелей алатындай тұрғыдан қарастырылғаны абзал. Төменде «қысқаша көбейту формулалары» тақырыбы төңірегінде ұйымдастыруға болатын «Кейбір сандарды квадраттаудың бір әдісі» математикалық ойынының жобасын ұсынып отырмыз.

Мектеп қабырғасында оқылатын алгебра пәні бізге арифметикалық амалдарды тез, әрі оңай орындау үшін мол мүмкіндік береді. Орта мектепте, атап айтсақ жетінші сынып алгебра курсына қарастырылатын қысқаша көбейту формулалары оқушыларға қызықты, әрі жылдам есептеудің сиқырлы қыр-сырын түсіндіруде маңызды орын алады. Оның кейбір элементтері қазіргі кезде қолданыстағы [5, Б. 131, 133], [2, Б. 189] оқулықтарда мысалдар мен жаттығулар түрінде берілген. Аталмыш оқулықтарда және [6, Б. 34] кітапта қысқаша көбейту формулаларының геометриялық интерпретациясы да беріледі. Сонымен қатар [7, Б. 33] кітапта қысқаша көбейту формуласының мәтін есептер арқылы түсіндірілуі көрсетілген. [8, Б. 182] мұғалімдерге арналған нұсқаулықта қысқаша көбейту формуласының елуге жақын сандарды квадраттаудағы қолданысы туралы айтылып, 100-ге жақын сандарды квадраттаудың алгоритмін табу ұсынылған. Біз бұл жұмыста осы есептің жалғасы ретінде « $n0m$ », « $nm0$ » және « $5n0m$ » түріндегі сандардың квадраттарын табу мен « $50nm$ » түріндегі санның квадраты берілген жағдайда санның өзін табу алгоритмдерін ұсынамыз.

Негізгі бөлім

Енді жоғарыда айтылған сандарды квадраттау алгоритміне жеке-жеке тоқталайық.

1. « $n0m$ » (n нөл m) түріндегі үш орынды санның квадратын табу.

« $n0m$ » (n нөл m) түріндегі үш орынды санның квадратын ойша есептеп табу керек болсын. Мұндағы $n = 1, 2, \dots, 9$, $m = 1, 2, \dots, 9$. Бұлай тез есептеудің сырын

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \quad (1)$$

екі өрнектің қосындысының квадратының формуласы ашады. Бұны байқау үшін келесі жаттығуларды қарастырайық.

1-жаттығу. (1)-ші формуланы пайдаланып, келесі сандардың квадраттарын есептеу қажет

$$\begin{aligned} 203^2 &= (200 + 3)^2 = (400 + 12) \cdot 100 + 9 = 41\,209, \\ 304^2 &= (300 + 4)^2 = (900 + 24) \cdot 100 + 16 = 92\,416, \\ 308^2 &= (300 + 8)^2 = (900 + 48) \cdot 100 + 64 = 94\,864, \\ 409^2 &= (400 + 9)^2 = (1600 + 72) \cdot 100 + 81 = 167\,281, \\ 505^2 &= (500 + 5)^2 = (2500 + 50) \cdot 100 + 25 = 255\,025, \\ 603^2 &= (600 + 3)^2 = (3600 + 36) \cdot 100 + 9 = 363\,609, \\ 605^2 &= (600 + 5)^2 = (3600 + 60) \cdot 100 + 25 = 366\,025, \\ 706^2 &= (700 + 6)^2 = (4900 + 84) \cdot 100 + 36 = 498\,436, \\ 701^2 &= (700 + 1)^2 = (4900 + 14) \cdot 100 + 1 = 491\,401, \\ 804^2 &= (800 + 4)^2 = (6400 + 64) \cdot 100 + 16 = 646\,416, \\ 902^2 &= (900 + 2)^2 = (8100 + 36) \cdot 100 + 4 = 813\,604. \end{aligned}$$

2-жаттығу. (1)-ші формуланы пайдаланып, келесі сандардың квадраттарын есептеу қажет

$$\begin{aligned} 609^2 &= (600 + 9)^2 = (3600 + 108) \cdot 100 + 81 = 370\,881, \\ 708^2 &= (700 + 8)^2 = (4900 + 112) \cdot 100 + 64 = 501\,264, \\ 808^2 &= (800 + 8)^2 = (6400 + 128) \cdot 100 + 64 = 652\,864, \\ 906^2 &= (900 + 6)^2 = (8100 + 108) \cdot 100 + 36 = 820\,836. \end{aligned}$$

Жоғарыдағы екі жаттығуды орындағаннан кейін оқушыларға ойларын қорытындылау мақсатында төмендегідей бағыттаушы сұрақтар қойылады:

- жоғарыдағы есептеулердің нәтижелерінен сандарды квадраттауда қандай қасиеттерін байқадыңыздар?

- 1-ші мен 2-ші жаттығудағы есептеу нәтижелерінде қандай айырмашылықтарды көруге болады?

Көпшілік жағдайда, оқушылар есептеу нәтижелерін зерттеу арқылы, өздерінің ойлау деңгейіне сәйкес түрліше жауап бере отырып, дұрыс қорытындыға өздері келеді. Егер оқушыларға бұл арада ой қорыту қиындық тудырып жатса, онда бірнеше есепке жекелей тоқтап, қасиеттерін байқауға көмекші нақтылаушы және жетекші сұрақтар қойылады. Сонымен, оқушылар (1)-ші формуланың жетекші орын алатынын көргеннен кейін, оларға келесі жалпы формуланы біріге отырып жазу ұсынылады:

$$\begin{aligned} n0m^2 &= (n \cdot 100 + m)^2 = n^2 \cdot 10000 + 2 \cdot n \cdot m \cdot 100 + m^2 = \\ &= (n^2 \cdot 100 + 2 \cdot n \cdot m) \cdot 100 + m^2. \end{aligned} \quad (2)$$

Алдымен (2)-ші формуланың сол жағындағы $n0m^2$ бөлігі ғана беріледі. Ары қарай белсенді оқушыларға түрлендіріп жазып, оны аяқтау ұсынылады. Қорыта келгенде, (2)-ші формуладан төмендегідей тұжырымға келеміз:

1-тұжырым. « $n0m$ » түріндегі үш орынды санды квадраттағанда, соңғы екі цифры m^2 -қа, келесі екі цифр n мен m -нің екі еселенген көбейтіндісінің бірлігі (1-разряды) мен ондығына (2-разрядына), ал n мен m -нің екі еселенген көбейтіндісінің жүздігін (3-разрядын) n^2 қосып алдына жазамыз.

1-жаттығудың 902^2 есебінде, 1-тұжырым бойынша $2^2 = 04$, $2 \cdot 9 \cdot 2 = 36$, ал ді $9^2 = 81$ -ге тең. Нәтижесінде $902^2 = 813\ 604$ аламыз.

2-жаттығудың 609^2 есебінде, $9^2 = 81$, $2 \cdot 6 \cdot 9 = 108$ 1-тұжырым бойынша 08-ді жазып, 1-ді $6^2 = 36$ -ға қосамыз $36 + 1 = 37$. Нәтижесінде $609^2 = 370\ 881$ аламыз. Осы үрдіс « $n0m$ » түріндегі сандардың квадраттарын табу үшін жалғаса береді.

2. « $5n0m$ » түріндегі төрт орынды санды квадраттау.

« $n0m$ » түріндегі үш орынды санды квадраттау белгілі болғандықтан, « $5n0m$ » түріндегі төрт орынды санды квадраттау да қиындық туғызбайды. Жоғарыдағыдай мұндағы $n = 1, 2, \dots, 9, m = 1, 2, \dots, 9$.

Алдымен оқушыларға ой сергітіп, өткен есеппен байланыс жасау үшін төмендегі жаттығу ұсынылады.

3-жаттығу. Келесі берілген төрт орынды сандарды төрт орынды және үш орынды сандардың қосындысы түрінде жазып көріңіз: 5204; 5308; 5604; 5108; 5708; 5904.

$$\begin{aligned} 5204 &= 5000 + 204, \\ 5308 &= 5000 + 308, \\ 5604 &= 5000 + 604, \\ 5108 &= 5000 + 108, \\ 5708 &= 5000 + 708, \\ 5904 &= 5000 + 904. \end{aligned}$$

3-жаттығудан $5n0m = 5000 + n0m$ деген қорытындыға келеміз. Ал біз егер $5n0m$ түріндегі төрт орынды санды квадраттайтын болсақ, онда бізге $5n0m$ санды квадраттаудың орнына $5000 + n0m$ түріндегі санды квадраттау жеткілікті. $5000 + n0m$ түріндегі санды квадраттауға (1)-ші формуланы қолдануды оқушыларға ұсынамыз. Және де екінші қосылғыш $n0m$ -нің квадраты алты орынды сан шығатынын алдыңғы екі жаттығулардан білеміз. Сонымен қатар, 5000 санының квадраты 25 000 000-ге тең екенін байқау қиын емес.

4-жаттығу. (1)-ші формуланы қолдана отырып, төменде берілген төрт орынды сандарды квадраттау қажет:

$$\begin{aligned} 5105^2 &= (5000 + 105)^2 = 25\ 000\ 000 + 1\ 050\ 000 + 11\ 025 = 26\ 061\ 025, \\ 5203^2 &= (5000 + 203)^2 = 25\ 000\ 000 + 2\ 030\ 000 + 41\ 209 = 27\ 071\ 209, \\ 5405^2 &= (5000 + 405)^2 = 25\ 000\ 000 + 4\ 050\ 000 + 164\ 025 = 29\ 214\ 025, \\ 5508^2 &= (5000 + 508)^2 = 25\ 000\ 000 + 5\ 080\ 000 + 258\ 064 = 30\ 338\ 064, \\ 5607^2 &= (5000 + 607)^2 = 25\ 000\ 000 + 6\ 070\ 000 + 368\ 449 = 31\ 438\ 449, \\ 5704^2 &= (5000 + 704)^2 = 25\ 000\ 000 + 7\ 040\ 000 + 495\ 616 = 32\ 535\ 616, \\ 5802^2 &= (5000 + 802)^2 = 25\ 000\ 000 + 8\ 020\ 000 + 643\ 204 = 33\ 663\ 204, \\ 5309^2 &= (5000 + 309)^2 = 25\ 000\ 000 + 3\ 090\ 000 + 95\ 481 = 28\ 185\ 481, \\ 5901^2 &= (5000 + 901)^2 = 25\ 000\ 000 + 9\ 010\ 000 + 811\ 801 = 34\ 821\ 801. \end{aligned}$$

5-жаттығу. (1)-ші формуланы қолдана отырып, төменде берілген төрт орынды сандарды квадраттау қажет:

$$5609^2 = (5000 + 609)^2 = 25\ 000\ 000 + 6\ 090\ 000 + 370\ 881 = 31\ 460\ 881,$$

$$5807^2 = (5000 + 807)^2 = 25\,000\,000 + 8\,070\,000 + 651\,249 = 33\,721\,249,$$

$$5909^2 = (5000 + 909)^2 = 25\,000\,000 + 9\,090\,000 + 826\,281 = 34\,916\,281.$$

Жоғарыдағы 4,5-шы жаттығуларды орындағаннан кейін оқушыларға ойларын қорытындылау мақсатында төмендегідей бағыттаушы сұрақтар қойылады:

- жоғарыдағы есептеулердің нәтижелерінен сандарды квадраттауда қандай қасиеттерін байқадыңыздар?

- 4-ші және 5-ші жаттығудағы есептеу нәтижелерінде қандай айырмашылықтарды көруге болады?

Аталған сұрақтарға ойланып жауап бере отыра, оқушылар есептеу нәтижелерін зерттеу арқылы, өздерінің ойлау деңгейіне сәйкес түрліше жауап әзірлеп, дұрыс қорытындыға өздері келеді. Егер оқушыларға бұл арада ой қорыту қиындық тудырып жатса, онда бірнеше есепке жекелей тоқтап, қасиеттерін байқауға көмекші нақтылаушы және жетекші сұрақтар қойылады. Сонымен, оқушылар (1)-ші формуланың жетекші орын алатынын көргеннен кейін, оларға келесі жалпы формуланы біріге отырып жазу ұсынылады:

$$\begin{aligned} 5n0m^2 &= (5000 + n0m)^2 = 25\,000\,000 + n0m \cdot 10000 + n0m^2 = \\ &= (2500 + n0m) \cdot 10000 + n0m^2 = (25 + n)0m \cdot 10000 + n0m^2. \end{aligned} \quad (3)$$

(3)-формуладан мынандай тұжырымға келеміз:

2-тұжырым. «5n0m» санының квадратының соңғы екі цифры m^2 -қа, келесі екі цифр n мен m -нің екі еселенген көбейтіндісінің бірлігі (1-разряды) мен ондығына (2-разрядына), келесі екі цифр n мен m -нің екі еселенген көбейтіндісінің жүздігін (3-разрядын) $n^2 + m$ -ге қосқанға, алдыңғы екі цифр $5^2 + n$ болады.

3. «nm0» түріндегі үш орынды санды квадраттау.

Ендігі кезекте оқушыларға «nm0» түріндегі үш орынды санды квадраттауды қарастыру ұсынылады. Мұндағы $n = 1, 2, \dots, 9, m = 1, 2, \dots, 9$.

6-жаттығу. (1)-ші формуланы қолдана отырып, төменде берілген үшорынды сандарды квадраттау қажет:

$$550^2 = (500 + 50)^2 = 250\,000 + 50\,000 + 2\,500 = 302\,500,$$

$$680^2 = (600 + 80)^2 = 360\,000 + 96\,000 + 6\,400 = 462\,400,$$

$$760^2 = (700 + 60)^2 = 490\,000 + 84\,000 + 3\,600 = 577\,600,$$

$$880^2 = (800 + 80)^2 = 640\,000 + 128\,000 + 6\,400 = 774\,400,$$

$$970^2 = (900 + 70)^2 = 810\,000 + 126\,000 + 4\,900 = 940\,900.$$

6-шы жаттығуда қарастырылған есептерден кейін $nm0^2$ түріндегі үш орынды санның квадратын (2)-ші формулаға ұқсас жазу ұсынылады. Оқушыларға бұл сұрақтың жауабын беру кезде топтық және жеке-жеке орындау да ұсынылады. Оқушылардың бұл ұсынылған сұраққа өздерінің мұғалімнің көмегінен жауап беруі өте маңызды. Сол арқылы оқушы бойында өткен білімді пайдалану дағдысы қалыптасады. Жаттығудың қорытындысы ретінде оқушылар төмендегі формуланы жазып шығады

$$nm0^2 = (n \cdot 10 + m)^2 \cdot 100 = (n^2 \cdot 100 + 20 \cdot n \cdot m + m^2) \cdot 100. \quad (4)$$

(4)-формула төмендегідей тұжырымға негіз болады.

3-тұжырым. «nm0» санының квадратының соңғы екі цифры нөл, келесі цифр m^2 -тың бірлігіне, келесі цифр n мен m -нің екі еселенген көбейтіндісіне m^2 -тың ондығын қосқандағы бірлігіне, ал осы қосындының ондығы мен жүздігі n^2 -қа қосылып алдыңғы екі цифрды береді.

1-ескерту. (4)-формулада соңғы екі нөлін жоқ деп есептесек, онда көпшілікке белгілі «nm» түріндегі екі орынды сандардың квадратын есептеуге келеміз.

2-ескерту. (4)-формуланы «5nm» түріндегі үш орынды сандардың квадратын есептеуге де пайдалансақ болады.

7-жаттығу. Төмендегі үш орынды сандардың квадраттарының нәтижесі берілген.

$$512^2 = 262\,144,$$

$$527^2 = 277\,729,$$

$$556^2 = 309\,136,$$

$$579^2 = 335\,241,$$

$$587^2 = 344\,569.$$

Есептерді зерттей отырып, оқушыларға есептеу алгоритмін өздері тауып көру ұсынылады. Оқушылар өздерінің жауаптарын формула арқылы негіздеулері қажет. Бұндай зерттеу есептерін

тапсырма ретінде беру оқушы бойында зерттеушілік қасиетін қалыптасытырады. Оқушы зерттеу барысында мұқияттылық танытып, бір сұрақтың төңірегінде толық ой қорытып үйренеді.

4. «50nm» түріндегі санның квадраты белгілі болғанда санның өзін табу

Жоғарыда қарастырылған жаттығуларда біз берілген сандардың квадраттарын есептедік. Әрине, «Егер санның квадраты берілсе, онда санның өзін табудың жылдам жолдары бар ма?» деген сұрақ әрдайым туындайтыны сөзсіз. Сондықтан, біз осы сұрақ төңірегіндегі біраз зерттеу нәтижелерімен де бөлісеміз. Айталық, «50nm» түріндегі санның квадраты белгілі болса, санның өзін қалай табуға болады? ($n = 1, 2, \dots, 9, m = 1, 2, \dots, 9$)

7-жаттығу. Төменде «50nm» түріндегі сандардың квадраттары берілген. Зер сала отырып бақылап, берілген бес орынды санның квадратының нәтижесі мен санның цифрларының арасында қандай да бір заңдылықты табу қажет.

$$\begin{aligned} 25877569 &= 5087^2, \\ 25796241 &= 5079^2, \\ 25593481 &= 5059^2, \\ 25725184 &= 5072^2, \\ 25989604 &= 5098^2, \\ 25130169 &= 5013^2, \\ 25270729 &= 5027^2. \end{aligned}$$

Оқушыларға келесі бағыттаушы сұрақтар қоюға болады:

- сандар тізбегінің квадратталатын сандармен қандай байланысы бар?
- қандайда бір заңдылық болса, ол басқа жағдайларда да дұрыс екендігін қалай негіздеуге болады?

Оқушылар берілген сандар тізбегін сандардың өздерімен салыстыра отырып, заңдылықты табады. Екінші кезекте енді олардан осы заңдылықты математикалық тұрғыдан негіздеу тапсырылады. Осыған дейін орындалған жаттығу жұмыстары оқушыларға бұл негіздеуді жасауға мүмкіндік береді. «50nm» түріндегі санның квадратынан жылдам түбір табу сырын келесі формуладан байқауға болады:

$$\begin{aligned} 50nm^2 &= (5000 + nm)^2 = 25000000 + nm \cdot 10000 + nm^2 = \\ &= (2500 + nm) \cdot 10000 + nm^2 = 25nm \cdot 10000 + nm^2. \end{aligned} \quad (5)$$

(5)-формуладан келесі тұжырымға келеміз:

4-тұжырым. «50nm» санының квадратының соңғы төрт цифры nm^2 -на, келесі екі цифр nm -ге, ал алдыңғы екі цифр $5^2 = 25$ болады.

Ендеше, бізге “50nm” түріндегі санның квадраты белгілі болса, санның өзін табу үшін нәтижедегі 25-тен кейінгі екі орынды санды білу жеткілікті. Ол берілген санның соңғы екі цифры.

Бұл зерттеу жұмысының нәтижелерінен орта мектептің алгебра курсына оқылатын «қысқаша көбейту формулаларының» практикалық қолданыстары кең екендігін көреміз. Қазіргі кезде мектеп оқушыларының есептеуге арналған әртүрлі дайын қосымшаларды кеңінен пайдаланулары олардың ойлау деңгейінің дамуына тежеу болып табылуы мүмкін. Осындай есептерді шығарту арқылы баланың ой-өрісін кеңейтіп, математикаға қызығушылығын арттыруға болатындығына сеніміміз мол. Келтірілген жаттығулар арқылы оқушылар сабақтан тыс уақытта өздерінің алған білімдері арқылы математикалық белсенділігін арттырып, ойлау жүйесін ретке келтіріп, нақты тұжырымдар жасауға үйренеді. Оқушылар бойында зерттеушілік қасиеті пайда болады. Ұсынылған тапсырмалар оқушылардың шығармашылық дамуына мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, бұл математикалық ойын жобасын жасауда қолданылған [8] әдебиеттің орны өте маңызды болғандығын айта кеткеніміз жөн. Бұл әдебиет бүгінгі күнге дейін өзектілігін жойған жоқ деуге әбден болады.

Ұсынылып отырған математикалық ойынның жобасы 2005-2006 оқу жылдардан бастап, бұрынғы Семей мемлекеттік педагогикалық институтының физика-математика факультетінің математика және математиканы оқыту әдістемесі кафедрасында ғылыми-зерттеу сұрағы ретінде бірінші автордың бітіру жұмысынан бастау алады. Уақыт өте келе әртүрлі тәжірибелік сынақтардан өткізіліп, толықтырылып отырды. Ұсынылып отырған математикалық ойын жобасының бірінші бөлімінде келтірілген қысқаша көбейтудің негізінде жылдам квадраттауға қатысты материалдар екінші автордың жетекшілігімен 2009-2010 оқу жылы Алматы қаласындағы № 33 орта мектептің 7-сынып оқушылары арасында сыныптан тыс сабақта тәжірибеден өтіп, оқушылар тарапынан жоғары қызығушылыққа ие болды.

Қорытынды

Жұмыста 7-сынып оқушыларына сыныптан тыс жұмыстарда ұйымдастыруға болатын кейбір сандарды квадраттаудың бір әдісі ұсынылды. Сыныптан тыс жұмыс ойын түрінде өтеді. Алдымен оқушыларға негізгі есептер жаттығулар арқылы беріліп, кейін ой қорытылады да, тұжырым жасалады. Зерттеу әдістемесі орта мектептің 7-сыныбында өтетін «қысқаша көбейту формулаларына» негізделген.

Сондай-ақ, 25-тен басталатын сегіз орынды сан беріліп, оның «50nm» санының квадраты екендігі белгілі жағдайда n мен m -ді табу есебі шешіледі. Зерттеу нәтижесі жалпы орта білім беретін мектепте тәжірибеден өткен. Ұсынылып отырған ойын жобасын оқушының ғылыми-зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру бағытында да одан әрі жетілдіруге әбден болады. Оқушылардың сыныптан тыс уақытта осындай есептермен шұғылданыуы болашақ ғылыми-зерттеу жұмыстарымен айналысуына негіз болуы да мүмкін.

Алғыс. Ұсынылып отырған математикалық ойын жобасына Шәкәрім атындағы Семей университетінің (бұрынғы Семей мемлекеттік педагогикалық институтының) профессоры Е.Қ. Есенжоловтың жасаған жетекшілігі мен аталмыш институттың профессоры, ф.м.ғ.д. Г.Е. Берікхановаға мақаланы талқылап, орынды сын-пікір айтқандары үшін авторлар шексіз алғыстарын білдіреді.

Қаржылық қолдау. Зерттеу жұмысы ешбір қаржылық қолдаудың көмегінсіз орындалды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Алпысов А.Қ. Математиканы оқыту әдістемесі: оқу құралы. – Павлодар: Павлодар мемлекеттік педагогикалық институты, 2012. – 151 б.
- 2 Қаңлыбаев Қ. Математиканы оқыту әдістемесі. – Алматы: Дәуір, 2013. – 368 б.
- 3 Сеитова, С.М., Ескендіров К.Б. Математикадан ұйымдастырылатын мектептен және сыныптан тыс жұмыстар: оқу құралы. – Талдықорған: Ш. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, 2018. – 78 б.
- 4 Schuepbach M. (2015) Effects of extracurricular activities and their quality on primary school-age students' achievement in mathematics in Switzerland. *School Effectiveness and School Improvement*. Vol. 26, No. 2, 279–295. <http://dx.doi.org/10.1080/09243453.2014.929153>
- 5 Шыныбеков Ә.Н., Шыныбеков Д.Ә. Алгебра: Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық. – Алматы: Атамұра, 2017. – 200 б.
- 6 Әбілқасымова А.Е., Кучер Т.П., Корчевский В.Е., Жұзақұлова З.Ә. Алгебра: Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық. – Алматы: Мектеп, 2017. – 272 б.
- 7 Гельфанд И.М., Шень А. Алгебра. 4-е изд., стереотип. – М.: МЦНМО, 2017. – 144 с.
- 8 Балк М.Б., Балк Г.Д. Математика после уроков. Пособие для учителей. – М., «Просвещение», 1971, – 462 с.

References:

- 1 Alpysov A.Q. (2012) *Matematikany oqytu adistemesi: oqu quraly [Methodology of teaching mathematics: a study guide]* – Pavlodar: Pavlodar memlekettik pedagogikalıy instituty, – 151 b. (In Kazakh)
- 2 Қаңлыбаев Қ. (2013) *Matematikany oqytu adistemesi [Mathematics teaching methodology]* – Almaty: Dair, 2013. – 368 b. (In Kazakh)
- 3 Seitova, S.M., Eskendirov K.B. (2018) *Matematikadan ұymdastyrylatyn mektepten zhane synyptan tys zhұmystar: oqu quraly. [School and extracurricular activities organized in mathematics: a study guide.]* – Talдықorған: Sh. Zhansygirov atynday Zhetisu memlekettik universiteti, – 78 b. (In Kazakh)
- 4 Schuepbach M. (2015) Effects of extracurricular activities and their quality on primary school-age students' achievement in mathematics in Switzerland. *School Effectiveness and School Improvement*. Vol. 26, No. 2, 279–295. <http://dx.doi.org/10.1080/09243453.2014.929153>
- 5 Shynybekov Ә.N., Shynybekov D.Ә. (2017) *Algebra: Zhalpy bilim беретin mekteptiң 7-synybyna arnalған oқulyқ [Algebra: A textbook for the 7th grade of a general education school.]* – Almaty: Atamұra, – 200 b. (In Kazakh)
- 6 Алгебра: Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық. – Алматы: Мектеп, 2017. – 272 б.
- 6 Әбілқасымова А.Е., Кучер Т.П., Корчевский В.Е., Жұзақұлова З.Ә. (2017) *Algebra: Zhalpy bilim беретin mekteptiң 7-synybyna arnalған oқulyқ [Algebra: A textbook for the 7th grade of a general education school.]* – Almaty: Mektep, – 272 b. (In Kazakh)
- 7 Gel'fand I.M., Shen' A. (2017) *Algebra [Algebra] 4-e izd., stereotip.* – M.: MCNMO, – 144 s. (In Russian)
- 8 Balk M.B., Balk G.D. (1971) *Matematika posle urokov. Posobie dlja uchitelej [Mathematics after lessons. Help for teachers.]* – M., «Prosveshhenie», – 462 s. (In Russian)

INCREASING THE EFFICIENCY OF PROJECT-BASED LEARNING DURING MATHEMATICS TEACHING AT SCHOOL

Nurbavliyev O.K.^{1}, Sydykhov B.D.²*

¹ *Suleyman Demirel university, Almaty, Kazakhstan*

² *Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan*

*e-mail: omarbek.nurbavliyev@sdu.edu.kz

Abstract

Project-Based Learning (PBL) is an educational approach that emphasizes the development of learners, critical considering problem-solving, collaboration, and communication skills through the completion of a project that integrates various academic subjects. PBL involves learners in a hands-on, experiential learning process, where they work collaboratively to investigate a complex question or problem and create a product or solution that demonstrates their learning. PBL encourages learners to take possession of their learning by engaging them in the project planning, research, and presentation processes. PBL has been found to progress learners' academic accomplishment as well as their inspiration and engagement in learning. PBL is a valuable educational approach that can prepare learners for success within the 21st-century working environment by developing skills that are highly valued by employers, such as critical thinking, problem-solving, creativity, and collaboration.

Keywords: mathematics, mathematical education, pedagogy, project-based learning, learning methods

Аңдатпа

О.К. Нурбавлиев¹, Б.Д. Сыдықов²

¹ *Сулейман Демирел университеті, Алматы қ., Қазақстан*

² *Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

МЕКТЕПТЕ МАТЕМАТИКАНЫ ОҚИТУ ҮДЕРІСІНДЕ ЖОБАЛАП ОҚИТУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Жобалап оқыту (ары қарай PBL-Project Based Learning) – әртүрлі оқу пәндерін біріктіретін жобаны орындау арқылы оқушылардың сыни ойлауын, мәселені шешуді, ынтымақтастықты және коммуникация дағдыларын дамытуға ерекше мән беретін білім беру тәсілі. PBL әдісі оқушыларды күрделі мәселені зерттеу үшін бірлесіп жұмыс істеуге негізделген тәжірибе арқылы практикалық оқу үдерісіне алып келеді және оның нәтижесінде белгілі бір өнімге немесе шешімге қол жеткізіледі. Оқушы осы әдіс арқылы жобаны жоспарлауға, зерттеуге және таныстыру процестеріне ынтымақтасуға артады. PBL әдісі оқушылардың оқу жетістіктерін, сондай-ақ олардың оқуға деген ынтымақтасуын және қызығушылығын жақсартатыны анықталды. PBL сыни тұрғыдан ойлау, мәселелерді шешу, шығармашылық және ынтымақтастық сияқты жұмыс берушілер жоғары бағалайтын дағдыларды дамыту арқылы оқушыларды 21-ші ғасырдағы жұмыс орнында табысқа дайындайтын құнды білім беру тәсілі болып табылады.

Түйін сөздер: математика, математикалық білім беру, педагогика, жобалап оқыту, оқыту әдістері

Аннотация

О.К. Нурбавлиев¹, Б.Д. Сыдықов²

¹ *Университет им. Сулеймана Демиреля, г. Алматы, Казахстан*

² *Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Проектное обучение (далее PBL-Project-Based Learning) – это образовательный подход, который делает упор на развитие у учащихся критического мышления, навыков решения проблем, совместной работы и общения посредством выполнения проекта, объединяющего различные академические предметы. PBL вовлекает студентов в практический процесс обучения, основанный на опыте, когда они совместно работают над исследованием сложного вопроса или проблемы и создают продукт или решение, демонстрирующее их обучение. PBL поощряет студентов брать на себя ответственность за свое обучение, вовлекая их в процессы планирования проектов, исследований и презентаций. Было обнаружено, что PBL улучшает успеваемость учащихся, а также их мотивацию и вовлеченность в обучение. PBL – это ценный образовательный подход, который может подготовить

учащихся к успеху на рабочем месте в 21 веке, развивая навыки, которые высоко ценятся работодателями, такие как критическое мышление, решение проблем, креативность и сотрудничество.

Ключевые слова: математика, математическое образование, педагогика, проектное обучение, методы обучения.

Introduction

In the strategic plan for the development of education of the Republic of Kazakhstan, "The main task of the education system is to introduce new technologies of education, to inform education, to access international communication networks, to obtain education aimed at the formation, development and professional training of an individual based on national and universal human values, scientific and practical achievements. to create the necessary conditions" - as pointed out, one of the main tasks of every teacher at present time is to constantly improve teaching methods and master new pedagogical technologies. Also, President of Kazakhstan Kassym-Jomart Tokayev claimed that "On this issue, we need a fresh approach and new methods, as well as we need to rely on international experience" [1], he noted that it is necessary to use internationally recognized methods.

Project-Based Learning (PBL) is an instructional approach that emphasizes active learning through the completion of a project that addresses a real-world problem or challenge. PBL has gained popularity in recent years due to its potential to improve learner engagement and learning outcomes. PBL is becoming increasingly popular in schools and universities as it offers numerous benefits such as enhancing critical thinking, creativity, collaboration, and communication skills. This research article aims to investigate the impact of PBL on learner learning and to explore best practices for implementing PBL in different educational settings as mentioned by Bakhisheva [2].

Benefits of implementation of PBL in mathematics courses

Firstly and most importantly PBL allows learners to acquire practical skills. Research has shown that PBL has several benefits for learners. One of the main benefits is that it promotes the development of 21st-century skills, such as communication, collaboration, and critical thinking. PBL also helps learners develop a deeper understanding of the content by applying it to real-world problems. Additionally, PBL has been shown to increase learner motivation and engagement, as learners are more invested in solving authentic problems. Most of the world's leading countries evaluate their education system, the purpose, content, and technologies of education based on its results. The current main goal of education is not only to acquire knowledge and practice but also to find, analyze and rationally use the information for social and professional qualifications.

Project-based learning is a learning methodology based on the practical application of knowledge in projects. It involves the active participation of learners in the learning process and sets them tasks that need to be solved using the knowledge and skills acquired in the curriculum. In Kazakhstan, project-based learning is one of the most effective approaches to education.

Currently, in Kazakhstan, project-based learning is widely used in higher educational institutions and schools. For example, the School of Project-Based Learning has been opened in Astana, where training is based on solving real projects together with business partners. Also, project-based learning is conducted at Nazarbayev University, Almaty Graduate School of Management, and other educational institutions in the country. 'The teacher's task is not to convey information to children, but to teach them what to do with it' mentioned Nikke Keskinen, director of High Tech Academy located in Astana, Kazakhstan [3].

In general, project-based learning in Kazakhstan allows learners not only to gain theoretical knowledge but also to acquire practical skills that will be useful to them in their future careers. It also promotes the development of creative thinking, communication skills, and leadership qualities. Thanks to this method of learning, graduates can successfully adapt to the requirements of the modern labor market.

And now, if we come to the question of where this important technology originates from, we can see that the use of the "project method" in the teaching process begins in the 17th century. In 1671, for the first time in Paris, the Royal Academy of Architecture announced a competition for the most beautiful projects among learners. Since then, the name of the method "project" - "project" has been entered. Therefore, a project, project-based learning is an intention, ultimate idea, and action in the direction of changing the content of a certain object, improving it, supplementing it, and implementing a plan.

We know that this method has been used since 1905 in the teaching practice of scientists S. T. Shatskyi and N. K. Krupskaya in the history of USSR countries. According to the researchers, this method was used in teaching practices of industrial schools until the 20th century. Since 1965, the design method has been used at the international level. Scientists attribute the main reason for returning to this method "to consider the problem in its development". That is, learners look at the theory several times in action to solve a real problem, as a

result of which they have the opportunity to evaluate how their work is done, the work done with their own hands brings them satisfaction and self-confidence. Scientists have given great importance to the advantages of this technology. In this regard, J. Dewey, V. Kilpatrick, etc. scientists conclude that children's psychological aspiration, intention, and inclination to perform tasks play a crucial role in the learning process.

V. Kilpatrick claimed the PBL method as an "intention from the heart". According to him, working on a project is divided into 4 stages: thinking, planning, execution, and evaluation. All these actions should be performed without the participation of the teacher. Only then will the learner be able to see the results of his actions, and he will be able to assess what he is capable of. "If a girl invents the model of the dress she will wear in the future, chooses the necessary materials for it, measures it herself, fits it and sews it with great interest and hard work, this is a real example of design technology" pointed Kilpatrick. And J. Dewey insisted that the learner's action should be a joint action with the teacher. Because the learner may not have enough knowledge to complete the activity, the teacher believes that before performing the activity, the learner should go through all the stages of thinking. That is, he believed that the teacher's help in managing and organizing the learner's cognitive activity was necessary. One of the main requirements for a specialist at present time is the ability to work with various information in any situation, that is, the intellectual development of an individual.

In this case, the learner searches for a solution to the problem in his practical activity, so that he can see its result, he notices the importance of the acquired theoretical knowledge and remembers it. This process allows a person to master the methods of solving various situations, and forming business abilities. This is the essence and didactic role of the PBL method. When the design method is used in its true sense, it is very effective in solving any problem using acquired knowledge and business skills, in showing a way out of it, or at least in determining the direction of its solution.

Secondly, PBL enhances the relationship between teachers and learners. Kubiak and Vaculová [4] argue that PBL "promotes identical respect, support, and understanding, creating an effect on learner- learner and learner-instructor relationships" PBL helps teachers have better relationships with their college learners and get to realize them. It's miles actual that closer relationships are useful for instructors and college learners. In this regard, Van den Bergh et al. mentioned: "There is an occasion for both parties – learners and instructors –to cooperate more closely: they come to know each other better and become more personally and informally involved" [5]. It is highly possible that better relations could be a result of more close negotiations between teachers and learners.

It's highly imaginable that the relationship between teachers and learners in mathematics courses is enhanced as a consequence of the PBL structure, as it's said by teamwork. The collaboration within each group when PBL offers learners opportunities to share thoughts and acquire from each other. It's clear that sometimes learners may conflict to query assistance from lecture teachers in front of the complete class. However, these "introverted" learners can seamlessly get encouragement from peers within the group or ask the teacher to assist within only his or her group. This is an extremely essential benefit that PBL offers for them. An extra indication is that PBL makes it conceivable for teachers to remain concentrated on the issue of any group without being frustrated with attention, as it is very difficult to work with the complete class at once.

Thirdly PBL improves communication between learners. Another significant issue is that PBL also improves communication among learners. According to the replies of my participants in math courses, the relationship between learners working in groups improves. The answers showed that learners who had common project work felt responsible for each other and tried to contribute equally to the work.

According to Van den Berg et al., one of the most important benefits of PBL is that learners learn to deal with conflicts between group members in each group. The group work nature of PBL perhaps is the critical factor that enhances the learner-learner relationship. It encourages learners within any group to confirm one another with the intention of having a higher last grade. The current project makes them unite and work as one complete organism. It's conceivable that learners working in groups have greater relationships within these groups because whereas they negotiate with one another on the issue they additionally get opportunities to better know one another and become friendlier. They acquire separate roles in the group, communicate, discover their partners, and share ideas.

Fourthly, PBL assists teachers maintain discipline and take in a sympathetic atmosphere in the classroom. Based on Bell [6] discipline is part of the three major results of PBL. It's worthwhile to reference that teachers in this survey perceived PBL as a proper advance that assists them to maintain discipline in the classroom, organizing learners in groups, and managing them easily. Good relationships between teachers and learners, along with amongst learners within the groups may become the purpose for enhancing discipline and

building a determined environment in the classroom. This outcome is in agreement with the findings of Hugerat [7], who found that PBL learners are more actively participating and interested in their own acquiring than learners whereas familiar lessons, which assisted teachers witness the general atmosphere in the classroom as less nervous and less difficult.

As we see the concepts of project-based learning were widely adopted in the USA, the UK, and many other countries. In project-based learning, theoretical knowledge and its real-world implementation were logically combined.

The PBL's goals and objectives are to:

– Teach students how to learn on their own, applying their knowledge to solve new cognitive and practical problems;

– Assist in the development of student's communication skills;

– Instill in students the ability to use research techniques, including gathering data, analyzing it from various perspectives, establishing hypotheses, and the capacity to draw conclusions.

It is best to emphasize the key characteristics of the ideas of "project-based learning," "project method," "project," "educational project," and "project activity" when disclosing the execution features of a project.

There are six main stages when using "project-based learning":

1. identifying the problem (choosing a topic);

2. planning your own activities;

3. formalization (modeling of a specific situation);

4. implementing of own ideas (with the involvement of programming technologies);

5. analysis and evaluation of the results obtained (with adjustments, if necessary); 6. registration of the practical result of the development and its public defense (with a demonstration of the finished software product)

Fifthly PBL develops definite talents and capabilities in learners. Some mathematics teachers at the school pointed out that PBL improves learners' skills and abilities, citing many different examples, and they named the most popular 21st-century skills such as creativity, critical thinking, communication and collaboration skills, and presentation skills. Interestingly, the skills mentioned by my participants appear among the twelve most common skills identified in the PBL literature by Nicola & Allison [8].

Also, Tamim and Grant [9] stated that “different capabilities of the learners were unveiled that would or stay unnoticed in an acquainted achieving and testing environment”. This supposedly denotes that learners have several distinct talents and capabilities that are able to be noticed and developed by implementing PBL. It looks like that PBL builds that atmosphere properly for these hidden abilities to be disclosed and improved. In the course of familiar lessons, learners are bounded by the subject content material of the curriculum delivered by teachers, however, dealing with convincing PBL assigned tasks needs learners to find more deeply and acquire more on that specific issue or topic as mentioned by Bell, Tamim & Grant and Larmer & Mergendoller & Boss [10]. The project-based method encourages students to be involved through active participation in a mental and physical activity that requires in-depth research; it is a method that takes into account the product and the output by students to show that they have understood the topics of the lesson and also the process pointed by Bilgin et al., [11] As a result, learners may become sightlier and more become highly knowledgeable on the topic.

Sixthly PBL offers learners real-world exercise. Most of the key benefits of PBL are that this progress needs learners to proceed to the field and do the practical part of the mathematics project. Learners acquire more than are involved actively in a hands-on approach. As mentioned by Kubiato and Vaculová that the first step to successfully integrating PBL into the classroom is the practice-based nature of knowledge and learning. This suggests that exercise plays a big part in PBL implementation.

It is important to note that most skills and abilities are discovered and improved through practice during PBL. Different abilities of learners can be discovered and developed only through practical PBL activities. These talents and skills can help learners become better problem solvers and researchers, as Bell points out. Moreover, Bell found that PBL additionally prepares learners for approaching job markets and emphasizes the significance of PBL in growing appropriate talents in learners and getting them ready for triumph in the twenty-first century.

In accordance with Larmer et al., “PBL prepares learners for college, careers, and citizenship”. Additionally, the findings of Baumgartner and Zabin [12], claimed the significance of exercise whilst PBL in raising the depth of understanding. Moreover, Z. Osmanova and Zh. Seysenbaeyva [13] includes that the effectiveness of design education is not only to adapt the child to science from school age, but also to lead the

student to research, business and cognitive enthusiasm, ability to solve various problems by improving creativity, ingenuity, and new scientific research by seeing, hearing and remembering. In this way, we can ensure that students are empowered to make their own decisions about this situation, taking into account their individual characteristics and the availability of support materials.

PBL business activities have been planned around meaningful issues that are crucial to them. Moreover, they add that in the course of PBL learners are interested in real-world business activities like adult professionals are. In this regard, Larmer and Mergendoller assume that learners have to not just duplicate details from books and the web onto a poster. Based on them, PBL offers learners with actual inquiries that assist them find replies to the questions that are crucial and entertaining to them, which may lead them to new findings and ideas. As a result, learners have a chance to settle their own conclusions and reply to the problem. Baumgartner and Zabin reference that “PBL can make access relevant to the genuine world” and claims that “PBL offers the perfect program to exemplify the real world”.

And we can see how project-based learning can be used in math classes to establish learners in the role of active individuals, reveal their potential, foster their own unique creativity, and encourage the pursuit of new knowledge. The implementation of projects makes it possible to create a personality-developing situation that allows one to realize creative forces and to ensure the development of knowledge, own opinion, and own style of activity. Students are included in real creative activity, which not only attracts novelty and unusualness, entertainment, which in itself becomes the strongest incentive for cognitive interest but also develops the need to identify problems and resolve emerging contradictions. And also project activity allows organizing an appeal to the subjective experience of learners, and also emphasizes the recognition of the uniqueness and originality of each student.

For a mathematics teacher, the most alluring thing about this method is that in the handle of working on an educational project, students:

- it gets to be conceivable to carry out approximate, “estimated” activities that are not promptly assessed by a strict controller - a teacher;
- the establishments of systemic considering are born;
- the aptitudes of putting forward hypotheses, shaping issues, and looking for contentions are shaped;
- develop imagination, creative ability, and fantasy;
- purposefulness and organization, judiciousness and undertaking, and the capacity to explore in a circumstance of vulnerability are brought up.

In addition, within the handle of project implementation, there's a characteristic learning of joint mental activities. Children learn to understand, compare different points of view, and argue their points of view. The use of these teaching aids in the system of pedagogical activity allows students to improve the skills of independent work and move on to independence in the study of individual issues, and then topics. This is manifested in the ability to set a goal, design your actions, select the content and means to achieve the goal, and control the results. Having methodological knowledge, students learn to apply the acquired methods of activity, combine them, and create new ones. The cognitive activity of students, organized during the defense of projects, allows the student to consistently occupy various communicative positions: from passively listening to understanding, asking questions, supplementing, and clarifying the work of others. And then - in the ability to express and argue a point of view, to understand and accept the point of view of another, without destroying his own, able to see ways to improve or develop any point of view.

The implementation of the PBL method in mathematics courses gives each student the right to find himself within the framework of the lesson, including in independent cognitive research. Unlike traditional pedagogical technologies based primarily on reproductive cognitive activity, the project method teaches children to set goals on their own and find means to achieve them and teaches them responsibility for their actions.

If we apply the project method in mathematics lessons in the system, then students have positive dynamics in the development of general educational skills, skills, and methods of activity, namely: cognitive, information-communicative, and reflective activities

Particular attention should be paid to monitoring students in terms of the goal of the pedagogical activity, to organize their project activities in order to help everyone find an individual style of activity. This will allow the teacher to make adjustments to their pedagogical activities and optimally organize the educational process. Monitoring the general learning skills, skills and ways of students' activities allow us to draw a conclusion about the completeness, depth, awareness, and strength of their knowledge.

Conclusion

The conclusion will summarize the study's findings and provide recommendations for implementing PBL in mathematics education courses. The study's findings will contribute to the growing body of research on PBL and provide valuable insights for educators and policymakers interested in improving learner engagement and learning outcomes. Overall, PBL has several benefits for learners, including the development of 21st-century skills, a deeper understanding of content, and increased motivation and engagement. However, PBL also presents some challenges, including designing meaningful projects and assessing learner learning. To overcome these challenges, teachers can follow best practices, such as starting with clear learning objectives, providing guidance and support, encouraging collaboration, and using authentic assessments.

Based on the research of Kazakh and foreign scientists, the findings show that the implementation of PBL in mathematics lessons:

- allows learners to acquire practical skills;
- enhances the relationship between teachers and learners;
- improves communication between learners;
- assists teachers to maintain discipline and take in a sympathetic atmosphere in the classroom;
- develops definite talents and capabilities in learners;
- Offers learners real-world exercise.

Overall, PBL has the potential to transform education in Kazakhstan by promoting learner-centered learning and enhancing critical thinking and problem-solving skills. Its implementation in educational institutions across Kazakhstan shows promising results and offers a glimpse of a brighter future for education in the country.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан халқына жолдауы. “Жаңа жағдайдағы Қазақстан: Ис-қимыл кезеңі” 1 қыркүйек, 2020
- 2 С. М. Бахшишева. Педагогикалық жобалау: теориясы мен технологиясы: Оқулық. Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2011.-336 бет
- 3 А. Еркебулан., *Форбес журналы, Қазақстан. Как школа Еркина Татишева совмещает финскую педагогику и американское проектное обучение*, 2019 https://forbes.kz/process/education/luchshee_izdyuh_1555500168/
- 4 Kubiátko, M., & Vaculová, I. (2011). Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subjects. *Energy Educ Sci Technol Part B*, 3[1], p 68.
- 5 Van den Bergh, V., Mortelmans, D., Spooren, P., Van Petegem, P., Gijbels, D., & Vanthournout, G. (2006). New assessment modes within project-based education- the stakeholders. *Studies in Educational Evaluation*, 32[4], p.354.
- 6 Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83[2], p.42
- 7 Hugerat, M. (2016). How teaching science using project-based learning strategies affects the classroom learning environment. *Learning Environments Research*, 19[3], p. 387.
- 8 Nicola, H., & Allison, S. (2014). The benefits and challenges of project Based Learning. *Pedagogic Research Institute and Observatory [PedRIO]. Plymouth University*. P.67
- 9 Tamim, S. R., & Grant, M. M. (2013). Definitions and uses: Case study of teachers implementing project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7[2]. P 82. Available at: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1323>
- 10 Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Book., Setting the standard for project based learning*. P.2
- 11 Bilgin I., Karakuyu Y., Ay Y. (2015) The effects of project based learning on undergraduate students' achievement and selfefficacy beliefs towards science teaching, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11 (3) (2015), pp. 469-477
- 12 Baumgartner, E., & Zabin, C. J. (2008). A case study of project-based instruction in the ninth grade: A semester-long study of intertidal biodiversity. *Environmental Education Research*, 14[2], p.98
- 13 Османова, З. Сейсенбаева, Ж. (2021). Жобалап оқыту технологиясының ғылыми негізі. *Хабаршы «Филология ғылымдары» сериясы. 1, 1(75) (Тун 2021), 351–355.*

References:

- 1 Memleket basshysy Kassym-Jomart Tokaevtyń Qazaqstan halqyna joldaýy. “JAŇA JAǒDAIDAǒY QAZAQSTAN: IS-QIMYL KEZEŇI” [Kazakhstan in the new situation: The period of action] 1 qyrkúek, (2020) (in kazakh)
- 2 Bakhisheva S.M. *Pedagogikalyq jobalay: teoriyasy men tehnologuasy: Oqýlyq. Almaty: [Pedagogical design: theory and technology: Textbook. Almaty] JShS RPBK «Dáýir», (2011).-336 bet (in kazakh)*
- 3 Yerkebulan A., *Forbes jýrnaly, Qazaqstan. Kak shkola Erkina Tatisheva sovmeaet finskýrý pedagogiký i amerikanskoe proektnoe obýchenie, [Forbes magazine, Kazakhstan. How Yerkina Tatisheva's school combines Finnish*

pedagogy and American project learning] Kazakhstan (2019)
https://forbes.kz/process/education/luchshee_izdvuh_1555500168/ (in russian)

4 Kubiak, M., & Vaculová, I. (2011). Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subjects. *Energy Educ Sci Technol Part B*, 3[1], p 68.

5 Van den Bergh, V., Mortelmans, D., Spooren, P., Van Petegem, P., Gijbels, D., & Vanthournout, G. [2006]. New assessment modes within project-based education- the stakeholders. *Studies in Educational Evaluation*, 32[4], p.354.

6 Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83[2], p.42

7 Hugerat, M. (2016). How teaching science using project-based learning strategies affects the classroom learning environment. *Learning Environments Research*, 19[3], p. 387.

8 Nicola, H., & Allison, S. (2014). The benefits and challenges of project Based Learning. *Pedagogic Research Institute and Observatory [PedRIO]*. Plymouth University. P.67

9 Tamim, S. R., & Grant, M. M. (2013). Definitions and uses: Case study of teachers implementing project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7[2]. P 82. Available at: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1323>

10 Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Book., Setting the standard for project based learning*. P.2

11 Bilgin I., Karakuyu Y., Ay Y. (2015) The effects of project based learning on undergraduate students' achievement and selfefficacy beliefs towards science teaching, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11 (3) (2015), pp. 469-477

12 Baumgartner, E., & Zabin, C. J. (2008). A case study of project-based instruction in the ninth grade: A semester-long study of intertidal biodiversity. *Environmental Education Research*, 14[2], p.98

13 Osmanova, Z., Seisenbaeva, J. (2021). Jobalap oqytý tehnologiiiasynyń gýlymi negizi. *Habarshy [Scientific basis of project-based learning technology] «Filologua gýlymdary» seruasý. 1, 1(75) (2021), 351–355. (in kazakh)*

И.Б. Шмигирилова^{1}, А.А. Чугунова¹, Я.С. Белошистова¹, М.А. Дуткин¹*

¹*Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан*

^{*}*e-mail: irinankzi@mail.ru*

МЕТОД CASE-STUDY В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Аннотация

В структуре профессиональной компетентности учителя математики особую роль играют знания, именуемые «математическими знаниями для обучения». В формирование такой системы знаний, а также умений и навыков им сопутствующих большой вклад, кроме курсов методической направленности, вносят дисциплины, ориентированные на повторение и систематизацию школьной математики. Цель статьи – актуализировать эффективность метода case-study в качестве средства формирования у студентов, будущих учителей математики, системы знаний элементарной математики и их дидактического содержания. Теоретические и эмпирические данные, полученные в ходе исследования и отраженные в статье, доказывают, что использование кейс-метода в вузовском обучении создает условия для формирования студентов, как математических знаний школьного курса, так и знаний их дидактического контекста, необходимых школьному учителю математики.

Ключевые слова: кейс-метод, метод case-study, математическая задача, обучение на ошибках, подготовка учителей математики, обучение математике.

Аңдатпа

И.Б. Шмигирилова, А.А. Чугунова, Я.С. Белошистова, М.А. Дуткин

М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., Қазақстан

БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ДАЙЫНДАУДАҒЫ CASE-STUDY ӘДІСІ

Математика мұғалімінің кәсіби құзыреттілігінің құрылымында «оқытуға арналған математикалық білім» деп аталатын білім ерекше рөл атқарады. Мұндай білім жүйесін, сондай-ақ олармен бірге жүретін дағдыларды қалыптастыруда әдістемелік бағыттағы курстардан басқа мектеп математикасын қайталауға және жүйелеуге бағытталған пәндер үлкен үлес қосады. Мақаланың мақсаты – студенттердің, болашақ математика мұғалімдерінің, элементарлық математиканың білім жүйесін және олардың дидактикалық мазмұнын қалыптастыру құралы ретінде case-study әдісінің тиімділігін өзектендіру. Зерттеу барысында алынған және мақалада көрсетілген теориялық және эмпирикалық мәліметтер мектептің математика мұғалімін жоғары оқу орнында оқытуда кейс-әдісті қолдану элементарлық математика білімін де, мектеп математика мұғаліміне қажет олардың дидактикалық мазмұнын да қалыптастыруға жағдай жасайтындығын дәлелдейді.

Түйін сөздер: кейс-әдіс, case-study әдісі, математикалық есептер, қателіктер бойынша оқыту, математика мұғалімдерін даярлау, математиканы оқыту

Abstract

I.B. Shmigirilova, A.A. Chugunova, Y.S. Beloshistova, M.A. Dutkin

M. Kozymbaev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan,

CASE-STUDY METHOD IN PREPARING FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

In the structure of the professional competence of a mathematics teacher, a special role is played by knowledge called «mathematical knowledge for learning». In the formation of such a system of knowledge, as well as the skills and abilities associated with it, a great contribution, in addition to methodological courses, is made by disciplines aimed at repeating and systematizing school mathematics. The purpose of the article is to update the effectiveness of the case-study method as a means of forming students, future teachers of mathematics, a knowledge system of elementary mathematics and their didactic content. Theoretical and empirical data obtained in the course of the study and reflected in the article prove that the use of the case method in the university training of a school mathematics teacher creates conditions for the formation of both knowledge of elementary mathematics and knowledge of their didactic content, which is necessary for a school teacher of mathematics.

Keywords: case method, case-study method, mathematical problems, learning from mistakes, training teachers of mathematics, teaching mathematics.

Введение

Формирование у будущих учителей математики готовности и способности эффективно реализовывать свои профессиональные задачи – это серьезная и многогранная проблема. В структуре профессиональной компетентности учителя математики особую роль играют знания, которые исследователи [1 – 3] называют «математическими знаниями для обучения», придавая этом термину смысл педагогического содержания математических знаний. По мнению авторов, эти знания объединяют четыре компонента: общие знания содержания школьного курса математики; специальные содержательные знания – уникальные знания различных нюансов математического содержания, связей между отдельными его частями, необходимые для обучения математике; знание особенностей того, как учащиеся могут воспринимать конкретный элемент математического содержания (какие затруднения могут испытывать при его освоении, какие ошибки допускать при решении задач того или иного типа и т.п.); знание того, какими технологиями, методами, формами и средствами обеспечивается максимальная эффективность при обучении школьников конкретному элементу математического содержания. В формировании такой системы знаний, а также умений и навыков им сопутствующих большой вклад, кроме курсов методической направленности, вносят дисциплины, ориентированные на повторение и систематизацию школьной математики («Практикум по решению школьных математических задач», «Элементарная алгебра», «Элементарная геометрия», «Нестандартные задачи школьной геометрии», «Методические основы решения математических задач»).

Цель статьи – актуализировать эффективность метода case-study в качестве средства формирования у студентов, будущих учителей математики, системы знаний элементарной математики и их дидактического содержания.

Гипотеза исследования состоит в том, что использование кейс-метода в вузовской подготовке школьного учителя математики создает условия для формирования каждого из четырех компонентов дидактического содержания математических знаний.

Методология исследования

В качестве методологической основы исследования выступили положения компетентностного, личностно-ориентированного, системно-деятельностного подходов; принципы профессиональной целесообразности, вариативности, профессионально-личностной актуализации. Теоретический анализ научных источников позволил представить целостную научную картину рассматриваемого вопроса. Конкретизация принципов и положений, определяющих авторский подход к решению обозначенной проблемы, реализовывалась на основе обобщения педагогического опыта. Эмпирическим путем проверялась гипотеза исследования. Сбор эмпирических данных состоял в сравнении средних баллов одних и тех же обучающихся за разделы, при освоении которых использовался кейс-метод и тех, изучение которых строилось без его использования. Кроме того, высказывания студентов в ходе рефлексивных пятиминутки, которые проводились в конце занятий с использованием метода case-study также явились источником информации о том, как работа с кейсом отражается на формировании компонентов дидактического содержания математических знаний.

Результаты исследования

Результаты теоретического этапа исследования. Поиск решения обозначенной в статье проблемы потребовал изучения научно-методической литературы по совокупности вопросов: повышение эффективности обучения математике; совершенствование подготовки учителя математики; математические задачи как средство обучения и интеллектуального развития школьников и студентов. Анализ указанных источников, передового педагогического опыта, а также собственного опыта авторов статьи по обучению будущих учителей математики обозначили направления, обеспечивающие решение исследовательской задачи. Кратко охарактеризуем те положения, которые позволили определить метод case-study в качестве средства формирования у студентов, будущих педагогов, системы знаний элементарной математики и их дидактического содержания.

Во-первых, поскольку ключевым видом деятельности в обучении математике является решение задач, а сами задачи выступают носителями математического содержания и действий ему адекватных, формой реализации методов обучения; способом организации и управления учебно-познавательной деятельности обучающихся; средством их интеллектуального развития [4, 5 и др.], то формирование у завтрашних учителей системы знаний школьного курса математики и особенностей их преподавания

целесообразно выстраивать на основе специально подобранных или разработанных задач. При этом, выбор задач для организации познавательной деятельности обучающихся должен определяться не только их тематической принадлежностью, но и дидактической ценностью – характеристикой, определяющей широту и глубину воздействия на личность обучающегося той познавательной ситуации, которая создается в процессе решения задачи и выступает как своеобразное единство содержательной и процессуальной сторон познавательной деятельности сопутствующей работе с данной задачей [6]. Вместе с тем, важно помнить, что одной из составляющих дидактической ценности задачи является ее интегрируемость с другими задачами, с целью создания задачных систем, всесторонне обеспечивающих достижение образовательных целей.

Во-вторых, согласно исследованиям [7, 8 и др.], совершенствование подготовки будущего учителя математики в целом, в том числе повышение эффективности процесса формирования и развития всех компонентов педагогического содержания их математических знаний может быть реализовано через:

- обеспечение студентов необходимым и достаточным опытом математической деятельности, в том числе, на материале элементарной математики;
- актуализацию методологических основ содержания школьного курса математики;
- обеспечение в обучении двух взаимобратных, но тесно связанных друг с другом процессов обобщения и конкретизация представлений студентов о сущности и структуре математических знаний;
- развитие математического мышления будущих педагогов на уровне, необходимом для осуществления эффективной профессиональной деятельности;
- актуализацию нацеленности обучающихся на самообразовательную деятельность;
- ориентацию на развитие коактивности и развитие ценностно-мотивационной сферы студентов.

В-третьих, согласно культурологической теории содержания образования [9], его состав представлен четырьмя взаимосвязанными элементами социального опыта, а, следовательно, обучение – это передача опыта, компонентами которого является, в том числе, опыт осуществления известных способов деятельности, а также творческой деятельности по решению новых задач. В рамках вузовской подготовки будущих учителей важно обеспечить усвоение ими не только опыта репродуктивной и продуктивной (творческой) математической деятельности, но и опыта деятельности познавательной (учебно-познавательной). Приобретая при обучении в вузе опыт реализации эффективных познавательных стратегий и понимая, какие технологии обучения его обеспечили, в дальнейшем учитель может транслировать такой опыт своим ученикам. По этой причине, ориентируясь на придание системного характера знаниям элементарной математики у будущих учителей и осознание ими педагогического контекста математического содержания, важно использовать такие методы, которые определяют необходимость «проживания» ими самого процесса познания. Одним из таких методов является метод case-study.

Метод case-study – это метод обучения на основе конкретных случаев. Данный метод, рожденный для решения бизнес-ситуаций, постепенно нашел активное применение в образовании. Используемый при обучении различным дисциплинам, он реализуется через уровни познания, стоящие на более высоких ступенях таксономии Блума. Ситуации, предъявляемые в кейсе, описывают дисциплинарную проблему, анализируя которую, студенты, опираясь на знания уже имеющиеся у них, осваивают их практическое применение, а также обнаруживают новую информацию. Этот метод, по сути, представляет собой управляемое исследование, в ходе которого обучающиеся приобретают новые знания. В исследовательской литературе [10 – 12 и др.], выделен ряд преимуществ метода case-study: реализуется на основе группового взаимодействия; развивает внутреннюю и внешнюю мотивацию учащихся к обучению; развивает критическое мышление; объединяет теорию и практику, обеспечивает более глубокое понимание учебного материала; также поддерживает развитие различных навыков обучения.

При подготовке педагогов данный метод наиболее активно используется в преподавании методических предметов. Однако, как это было отмечено ранее, дисциплины, содержательно включающие в себя различные разделы элементарной математики, нацелены не только на ее повторение и более углубленное освоение, но и на обеспечение понимания студентами нюансов отдельных тем и даже отдельных учебных единиц (теорем, формул, алгоритмов, задач и т.д.), на которые важно обратить внимание школьников. Очевидно, все подобные детали просто не представляется возможным рассмотреть в рамках исключительно методических дисциплин, поэтому курс элементарной математики, объединяющий целый ряд предметов учебного плана вузовской

подготовки будущих учителей, освоение которых будет обеспечиваться, в том числе, и с использованием кейс-метода во многом позволит решить такую задачу.

Результаты практического этапа исследования. В научно-методической литературе наиболее часто предлагают кейсы, составленные на основе практико-ориентированных (контекстных) задач. Однако, использование только подобных кейсов не может обеспечить достижения многих целей, запланированных в курсах рассматриваемых дисциплин. Проецирование теории применения математических задач в учебной практике на область подготовки будущих учителей позволило решить данный вопрос. Мы убедились, что при разработке кейсов, для использования на занятиях в рамках различных дисциплин, направленных на повторение, систематизацию и углубление знаний школьного курса математики можно ориентироваться на различные методические приемы, отбирая для этого специально подобранный или разработанный задачный материал. Одним из подобных приемов является прием обучения на ошибках. Приведем пример такого кейса, направленного на актуализацию знаний студентов по теме «Решение простейших иррациональных неравенств».

Кейс «Решение простейших иррациональных неравенств»

Описание ситуации. Школьники решали иррациональные неравенства и представили учителю следующие решения.

1. Решите неравенство: $\sqrt{x-5} < -\sqrt{3}+1$.

Решение. Возведем левую и правую часть неравенства в квадрат. Получим $x-5 < 3-2\sqrt{3}+1$ или $x < 9-2\sqrt{3}$. Ответ: $x \in (-\infty; 9-2\sqrt{3})$.

2. Решите неравенство: $\sqrt{x-5} < \sqrt{3}+1$.

Решение. Возведем левую и правую часть неравенства в квадрат. Получим $x-5 < 3+2\sqrt{3}+1$ или $x < 9+2\sqrt{3}$. Ответ: $x \in (-\infty; 9+2\sqrt{3})$.

3. Решите неравенство: $\sqrt{x+1} < x-1$.

Решение. Возведем левую и правую часть неравенства в квадрат. Получим $x+1 < x^2-2x+1$ или $x^2-3x < 0$. Решая неравенство методом интервалов, получаем $x \in (0; 3)$, учитывая, что подкоренное выражение при таком x положительно, записываем ответ. Ответ: $x \in (0; 3)$.

4. Решите неравенство: $\sqrt{x+1} > x$.

Решение. Возведем левую и правую часть в квадрат. Получим $x+1 > x^2$ или $x^2-x-1 < 0$. Решая неравенство методом интервалов, получаем интервал $x \in \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}; \frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)$. Учитывая, что правая часть

исходного неравенства и подкоренное выражение должны быть неотрицательными, получаем ответ. Ответ: $x \in \left[0; \frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)$.

Задание: 1) найдите ошибку в решении неравенств; 2) представьте методический анализ решения, который помог бы школьникам уяснить причину ошибки; 3) приведите верные решения неравенств; 4) выделите типы простейших иррациональных неравенств; 4) оформите наглядную информационную карту (в виде таблицы, фрейма, алгоритма) по решению простейших иррациональных неравенств.

Методический комментарий к кейсу. Основная трудность при выполнении заданий состоит в том, что решения неравенств представлены в кейсе таким образом, чтобы в каждом следующем решении, учитывались ошибки, обнаруженные в предыдущих. Так, в решении первого неравенства студентам необходимо обнаружить неравносильный переход: операция возведения в квадрат обеих частей неравенства не может быть выполнена, поскольку его правая часть – отрицательное число. Таким образом, возведение в квадрат привело к неравенству, не являющемуся равносильным исходному. Кроме того, если сами студенты не отметят, что поскольку выражение в правой части неравенства, представляет собой квадратный корень, оно не может быть меньше отрицательного числа, то при подведении итогов работы с кейсом, на этот факт необходимо обратить внимание. После работы над первым неравенством, проверяя решение второго, студенты, как правило, сразу же проверяют, что его правая часть положительна. Ошибку в решении обнаруживают, вспомнив, что обязательно нужно учитывать, чтобы выражение, под знаком корня четной степени, было неотрицательным. При проверке решения третьего неравенства, студенты должны еще раз обратить внимание на то, что если одна из

частей отрицательна, то возводить в квадрат нельзя. Однако, приводя верное решение, они могут ошибиться, посчитав, что в случае, когда правая часть отрицательна в таком неравенстве, то решений нет. Обнаружить и исправить эту ошибку, они смогут, проанализировав решение четвертого неравенства. Если же преподаватель не убежден, что обучающиеся самостоятельно справятся с этим, то перед четвертым неравенством можно предложить еще одно, например такое $\sqrt{x+1} > -\sqrt{3}+1$, снабдив его решением: так как правая часть неравенства отрицательна, то решений нет. Анализ такого ответа, позволит студентам обнаружить его ошибочность и более точно представлять алгоритмы решения иррациональных неравенств различных типов.

Таким образом, студенты, переходя от неравенства к неравенству, будут вынуждены самостоятельно актуализировать все «тонкости» решения иррациональных уравнений, что в дальнейшем позволит им самим избегать ошибок, а также эффективно обучать школьников этой сложной теме.

Приведем еще один пример кейса, построенного также с использованием приема обучение на ошибках.

Кейс «Сечения куба»

Описание ситуации. Школьники получили задачи на построение сечений куба. Решая задачи, они получили следующие сечения (рисунок 1 (а – и)).

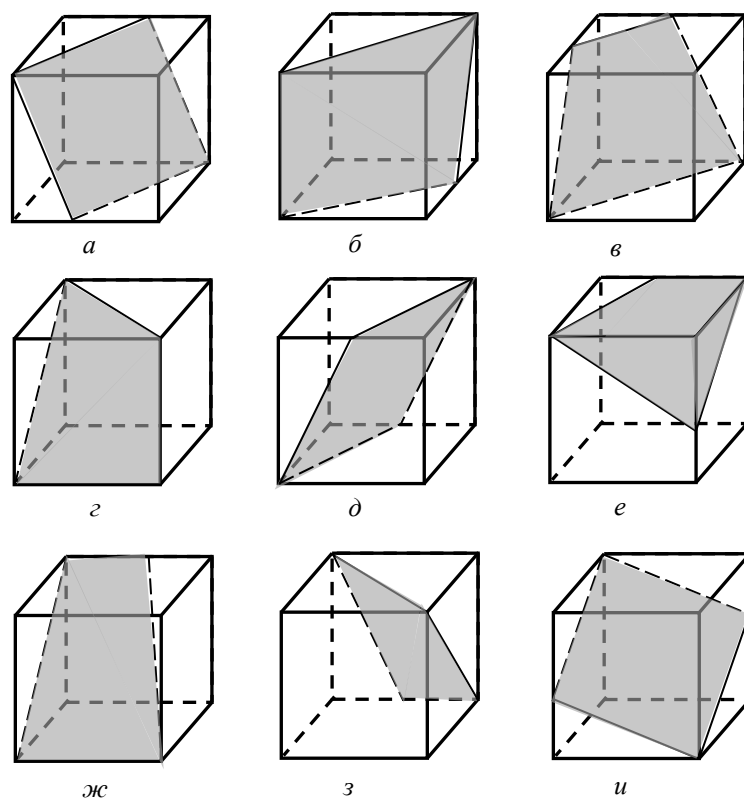


Рисунок 1. Сечение куба, построенные учащимися

Задание:

- 1) определите, какие из представленных школьниками решений, действительно могут быть сечениями куба, а какие нет;
- 2) составьте задачи, для тех чертежей, где сечения построены верно;
- 3) какие аксиомы и теоремы геометрии не соблюдены при решении тех задач, где сечения построены неверно;
- 4) подумайте, каким могло быть условие задач, для которых сечение построено неверно, сформулируйте эти задачи и выполните их верное решение;
- 5) какими многоугольниками могут быть сечения куба, ответ поясните чертежом.

Методический комментарий к кейсу. При выявлении ошибок в построении сечений студенты, прежде всего, опираются на пространственное мышление, а затем, обосновывая суть ошибок,

прибегают к геометрическим знаниям. Таким образом, формируется понимание значимости для освоения курса стереометрии, как предметных знаний, так наглядно-образного, пространственного мышления. При этом знания курса углубляются и обобщаются, поскольку при выполнении задания кейса требуется не только выявить ошибки и их причину, но и самостоятельно составить задачи на построение сечений. Составление задач студентами вносит большой вклад в понимание смысла математических фактов, в развитие интеллектуальных способностей. В этой связи на практике полезно использовать и кейсы, задание в которых как раз и направлено на составление задач обучающимися.

Кроме того, как свидетельствует опыт авторов статьи, наибольший интерес будущих учителей вызывает работа над кейсами, в которых используются прием обращения задач [13], прием обобщение эвристик, прием решения задач различными способами.

Эффективность использования кейсов в обучении студентов дисциплинам, ориентированным на повторение, углубление и обобщение школьного курса математики, оценивалась путем сравнения средних баллов у одних и тех же обучающихся за разделы, при освоении которых использовалась данный метод и тех, изучение которых строилось без его использования. Результаты сравнения, представленные на рисунке 2, доказывают, что применение метода case-study оказывает положительное влияние на образовательные результаты.



Рисунок 2. Диаграмма, отражающая результат сравнения средних баллов студентов

Кроме того, в ходе рефлексивных пятиминуток, которыми всякий раз заканчивалась работа над кейсом студенты неоднократно выражали мысль о том, что процесс группового решения заданий кейса, сопровождающийся активным обсуждением, не только позволяет лучше усвоить математический материал, но и осознать те его особенности, на которые важно обращать внимание школьников. Таким образом, гипотеза исследования находит свое подтверждение.

Дискуссия

Опыт использования кейс-метода в обучении будущих учителей математики подтверждает мнение тех авторов [10 – 12 и др.], которые указывают на значительный его потенциал в рамках подготовки педагогов. Также, в этой статье, расширяя полученные этими авторами выводы, доказывается, что данный метод можно эффективно использовать не только при обучении методическим дисциплинам, но и в курсах элементарной математики, а сами кейсы при этом можно разрабатывать не только на основе практико-ориентированных или контекстных задач.

В процессе выполнения заданий кейса студенты опираясь на ранее усвоенные знания, реализуют самостоятельную аналитико-синтетическую деятельность, в результате которой математический материал наполняется дидактическим контекстом. Будущие педагоги начинают осознавать, что знание математики – это, в том числе, знание целого ряда тонкостей и нюансов, которые необходимо учитывать, взаимодействуя с математическими объектами и утверждениями, в том числе и при решении задач. Кроме того, приобретенный студентами положительный опыт обучения на основе кейсов, в будущем они смогут успешно транслировать в своей профессиональной деятельности, самостоятельно создавая кейсы для своих учеников. Тем самым метод case-study при изучении студентами дисциплин, связанных с курсом элементарной математики, обеспечивает цепочку связей «школа – вуз – школа».

Заметим также, что, работая с кейсом, студенты осваивают учебный материал в более комфортных для себя условиях групповой деятельности. Дополнительный положительный эффект применения кейс-метода обеспечивается в ходе рефлексивных пятиминуток, когда обучающиеся оценивают свою работу над кейсом и ее результаты, характеризуют трудности, с которыми столкнулись, рассказывают как они были преодолены.

Заклучение

Таким образом, вузовская подготовка студентов, будущих педагогов, определяет множество возможностей для одновременного повторения, углубления и обобщения содержания школьного курса математики и придание ему дидактического контекста, владение которым является одним из значимых факторов успешной профессиональной деятельности учителя математики. Одной из таких возможностей является использование метода case-study. Повышение эффективности обучения математике на основе кейс-метода происходит за счет: обоснованного отбора содержания и дидактических приемов, на которых будет строиться задание кейса, совместной работы обучающихся над кейсом; обеспечения ненавязчивого контроля над деятельностью студентов; саморефлексии. Считаю, что дополнительных исследований требует вопрос организации оценивания работы студентов над заданиями кейса.

Список использованной литературы:

- 1 Ball D. L., Thames M. H., Phelps G. Content knowledge for teaching: What makes it special? // *Journal of Teacher Education*. 2008. Vol. 59. P. 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- 2 Charalambous C. Y., Hil, C. H., Chin M.J., McGinn D. Mathematical content knowledge and knowledge for teaching: exploring their distinguishability and contribution to student learning // *Journal of Mathematics Teacher Education*. 2019. Vol. 23. P. 579–613. <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-019-09443-2>
- 3 Hil, H. C., Blunk M. L., Charalambous C. Y., Lewis J. M., Phelps G. C., Sleep L., Ball D.L. Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory stud // *Cognition and Instruction*. 2008. Vol. 26. 430–511. <https://doi.org/10.1080/07370000802177235>
- 4 Есин В.А., Зинченко Н.А. О технологии обучения математике посредством решения задач // *Вестник Белгородского института развития образования*. 2019. Т. 6, № 4 (14). С. 31–38.
- 5 Колобов А.Н. Роль задач в процессе обучения математике // *Научный альманах*. 2016 № 10–2(24). С. 105–108. <https://doi.org/10.17117/na.2016.10.02.105>
- 6 Шмигирилова И. Б. Дидактическая ценность задачи и пути ее повышения // *Наука и школа*. 2018. № 6. С. 130–135.
- 7 Саранцев Г.И. Учителю – современное методическое мышление *Наука и школа*. 2014. № 2. С. 12–16.
- 8 Тимшина Л. В. Совершенствование геометрической подготовки будущих учителей математики при изучении элементарной геометрии // *Математический вестник Вятского государственного университета*. 2021 № 1 (20). С. 33–38. <https://doi.org/10.25730/VSU.0536.21.006>
- 9 Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В. В. Краевского, И.Я. Лернера. – М., 1983. – 352 с.
- 10 Yilmaz N. Exploring pre-service mathematics teachers' knowledge of content and students through case reading and discussion // *Journal of Pedagogical Research*. 2022. Vol. 6 (1). P. 171–195. <https://dx.doi.org/10.33902/JPR.2022175841>
- 11 Абдуалиева, Р. Сеитова, С. Математика мұғалімдерінің ақпараттық құзыреттілігін қалыптастыруда кейс технологиясын қолдануға қойылатын талаптар // *бай атындағы ҚазҰПУ-нің ХАБАРШЫСЫ, «Физика-математика ғылымдары» сериясы*. 2022. № 79(3) С. 99–109. <https://doi.org/10.51889/2022-3.1728-7901.12>.
- 12 Давыскиба О.В. Применение метода case-study в подготовке будущих учителей математики к профессиональной деятельности // *Дидактика математики: проблемы и исследования*. 2020. № 52. С. 41–44
- 13 Шмигирилова И., Рванова А., Белошистова Я. Дуткин М. 2022. Прием обращения геометрических задач как средство развития мышления будущих учителей математики. *Вестник КазНПУ им. Абая, «Физико-математические науки»*. 2022 № 77(1). С. 193–201. <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.27>.

References:

1. Ball D. L., Thames M. H., Phelps G. (2008) Content knowledge for teaching: What makes it special? // *Journal of Teacher Education*. 59, 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
2. Charalambous C. Y., Hil, C. H., Chin M.J., McGinn D. (2019) Mathematical content knowledge and knowledge for teaching: exploring their distinguishability and contribution to student learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 23, 579–613. <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-019-09443-2>

3. Hil, H. C., Blunk M. L., Charalambous C. Y., Lewis J. M., Phelps G. C., Sleep L., Ball D.L. (2008) *Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory stud./ Cognition and Instruction*. 26, 430–511. <https://doi.org/10.1080/07370000802177235>
4. Esin V.A., Zinchenko N.A. (2019) *Teaching mathematics through problems solving technology. Vestnik Belgorodskogo instituta razvitiya obrazovaniya*. 6–4(14). 31–38. (In Russian)
5. Kolobov A.N. (2016) *Role of tasks in the course of training in mathematics. Science Almanac*. 10–2(24). 105–108. <https://doi.org/10.17117/na.2016.10.02.105>. (In Russian)
6. Shmigirilova I.B. (2018) *Didactic value of the task and ways of its improvement. Science and school*. 6. 130–135. (In Russian)
7. Sarancev G. I. (2014) *To the teacher – contemporary methodical thinking. Science and school*. 2. 12–16. (In Russian)
8. Timshina L. V. (2021) *Improving the geometric training of future teachers of mathematics in the study of elementary geometry. Mathematical bulletin of Vyatka State University*. 1 (20). 33–38. <https://doi.org/10.25730/VSU.0536.21.006>. (In Russian)
9. *Theoretical foundations of the content of general secondary education / Ed. V. V. Kraevsky, I. Ya. Lerner. – M., 1983. – 352 p. (In Russian)*
10. Yilmaz N. (2022) *Exploring pre-service mathematics teachers' knowledge of content and students through case reading and discussion. Journal of Pedagogical Research*. 6 (1). 171–195. <https://dx.doi.org/10.33902/JPR.2022175841>
11. Abdualiyeva R.E., Seitova C.M. (2022) *Requirements for the use of case technology in the formation of information competence of mathematics teachers. Abai Kazakh National Pedagogical University bulletin. Of Physics & Mathematical Sciences*. 79(3). 99–109. <https://doi.org/10.51889/2022-3.1728-7901.12>. (In Kazakh)
12. Davyskiba O. (2020) *Application of the case-study method in the preparation of future teachers of mathematics for professional activities. Didactics of mathematics: Problems and Investigations*. 52. 41–44. (In Russian)
13. Shmigirilova I.B., Rvanova A.S., Beloshistova Y.S., Dutkin M.A. (2022) *Reversal of geometric problems as a means of developing the thinking of future mathematics teachers. Abai Kazakh National Pedagogical University bulletin. Of Physics & Mathematical Sciences*. 77(1). 193–201. <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.27>. (In Russian)

ИНФОРМАТИКА COMPUTER SCIENCE

МРНТИ 20.53.21
УДК 004:371.315.7

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.014>

А.С. Баймаханова^{1*}, К.М. Беркимбаев¹, А.К. Жумадилаева², Г.Д. Кошанова¹

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ. Қазақстан

²Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ. Қазақстан

*e-mail: aygerim.baymakhanova@ayu.edu.kz

ТЕРЕҢ ОҚЫТУДЫҢ КОНВОЛЮЦИЯЛЫҚ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРМЕН ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ

Аңдатпа

Мақалада нақты тапсырмалар үшін терең оқыту алгоритмдерін қолдану қарастырылды және осы процестерде қолданылатын әдістер зерттелді. Ұсынылған зерттеу «терең оқыту» машиналық оқыту қауымдастығына қатысты деген түсінікке негізделген және соған сай ғалымдардың зерттеу жұмыстары қарастырылған. Терең оқытудың нейрондық желілерінің өзара байланысы зерттелді. Машиналық оқыту жиынтықтарын терең оқыту жиыны ретінде тұжырымдауға болады, ал жасанды интеллект жиынтықтары ішкі жиынтықты білдіреді.

Сонымен қатар терең оқытуда, әсіресе кескіндерді классификациялауда ауқымды тапсырмаларды орындаудың тиімді және заманауи әдісі ретінде конволюциялық нейрондық желілерді (CNN) пайдалану деп тұжырымдалады. Болжауды үйретуге арналған құрастырылған тапсырмалардың мысалдары келтірілген және терең оқыту моделін енгізу нәтижелері талданған. 11 000 құжат сканерленіп, Python бағдарламасының көмегімен атаулары бойынша жіктелді. Tensorflow, Keras кітапханаларының көмегімен құжаттар қалыпты үлгіге түрлендірілді. Нәтижесінде деректер жинақталып, талданды.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, машиналық оқыту, терең оқыту, CNN, Python бағдарламасы, keras.

Аннотация

А.С. Баймаханова¹, К.М. Беркимбаев¹, А.К. Жумадилаева², Г.Д. Кошанова¹

¹Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, Казахстан

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г.Астана, Казахстан

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ СО СВЕРТОЧНЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ

В статье рассматривается применение алгоритмов глубокого обучения для конкретных задач и исследуются методы, используемые в этих процессах. Представленное исследование основано на представлении о том, что «глубокое обучение» имеет отношение к сообществу машинного обучения, и исследовательская работа ученых рассматривается соответствующим образом. Исследована взаимосвязь нейронных сетей глубокого обучения. Наборы машинного обучения могут быть концептуализированы как наборы глубокого обучения, а наборы искусственного интеллекта представляют собой подмножества.

В статье также утверждается, что использование сверточных нейронных сетей (CNN) является эффективным и современным методом для выполнения крупномасштабных задач в области глубокого обучения, особенно классификации изображений. Представлены примеры построенных задач для прогнозного обучения и проанализированы результаты реализации модели глубокого обучения. 11 000 документов были отсканированы и классифицированы по заголовкам с помощью Python. Документы были преобразованы в обычную модель с использованием библиотеки Tensorflow и Keras. В результате данные были собраны и проанализированы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, CNN, программа Python, keras.

Abstract

INTERACTION OF DEEP LEARNING WITH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

Baimakhanova A.S.¹, Berkimbaev K.M.¹, Zhumadillayeva A.K.², Koshanova G.D.¹

¹*Khoja AkhmetYassawi International Kazakh-Turkish University, Turkistan, Kazakhstan*

²*L.N Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

This article discusses the application of deep learning algorithms to specific problems and explores the methods used in these processes. The presented research is based on the notion that "deep learning" is relevant to the machine learning community, and the research work of scientists is treated accordingly. The interconnection of deep learning neural networks has been investigated. And machine learning sets can be conceptualized as deep learning sets and artificial intelligence sets are subsets.

It also claims that the use of Convolutional Neural Networks (CNN) is an efficient and modern method for performing large-scale tasks in deep learning, especially image classification. Examples of constructed tasks for predictive learning and analyzes the results of implementing a deep learning model. 11 000 documents were scanned and classified by title using Python. The documents have been converted to a regular model using the Tensorflow library and Keras. As a result, the data was collected and analyzed.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, deep learning, CNN, python program, keras.

Кіріспе

Бейнелерді тануға негізделген терең оқыту (глубинное обучение; ағылш. Deep learning) – машиналық оқытудың әдістердің жиынтығы болып табылады. Терең оқытуға негізделген бейнені тану оқытушының көмегімен (бақылаумен оқыту), оқытушысыз (бақылаусыз оқыту) және шектеулі бақылаумен (жартылай бақылау арқылы оқыту) жүзеге асырылуы мүмкін. Ерекшелік/бейнелеуді оқыту (ағылш. feature/representation learning) нақты тапсырмаларға арналған алгоритмдердің негізін құрайды. Бейнені тану үшін терең оқыту әдістерінің негізгі ерекшеліктерінің бірі – қолдан жасап емес, бастапқы деректерді қолдана отырып автоматты түрде өзінше үйрену мүмкіндігі болып табылады.

Терең оқыту әдістерінің даму тарихына үңілетін болсақ, терең оқытудың әдістерінің көп бөлігі 1980-ші жылы белгілі болғаны мәлім (Шектеулі Больцман машинасы нейрондық желілерді арнайы бағытталмаған графикалық модельмен алдын ала оқытуды ұсынды). Алайда, олардың нәтижелері басып шығарылмайтын болғандықтан, жасанды-нейрондық желілердің теориясында алға жылжуына кедергі келтірді. Ал, 2000 жылдардың ортасындағы есептеуіш нейрондық желілердің күрделі техникалық архитектурасын әзірлеу, өнімділікті қамтамасыз ету және көптеген ықтимал мәселелерді шешу үшін графикалық үдеткіштер, пайдаланушы бағдарламалайтын клапан матрицасының әртүрлі формаларын пайдаланды. Нәтижесінде тиімді шешілмеген тапсырма түрлері анықталды. Атап айтқанда, компьютерлік енгізу, машиналық аударма және т.б. мәселелердің сапасы мен тиімділігі төмен нәтиже көрсеткендігі анықталған [1].

1986 жылы Dekhter, R. жұмысынан кейін машиналық оқытудың ғылыми қауымдастығындағы "терең оқыту" терминін ғалымдар А. Г. Иваненко мен В. Григорьевич енгізді, олардың кітабында терең қабатты қабылдауды тікелей тарату бойынша алғашқы жұмыстардың бірі жарық көрді және оған алгоритм жасалды. Сонымен қатар, тану секілді тереңірек архитектураларға мамандану себепті 1980 жылы К. Fukushima ұсынған неокогнитроннан бас тартты [2].

Jan LeCun 1989 жылы қателерді тарату алгоритмін қолданып, терең нейрондық желіні қолжазба пошталық кодтарды тануға үйрету үшін модельді оқытуға үш күн жұмсады. Дегенмен, бұл әдісті практикалық қолдану компьютерлердің баяу оқу жылдамдығына байланысты шектелді, бұл бірнеше факторларға, соның ішінде 1991 жылы Jorgen Schmidhuber және Sepp Hochreiter талданған градиентті жоғалту мәселесіне байланысты болды, олар осы мәселелерге жауап ретінде 1990 жылдары векторлық нейрондық желілерді әзірледі.

1991 жылы мұндай жүйе жеке екі өлшемді қолжазба сандарын көрсету үшін пайдаланылды, ал үш өлшемді нысандарды тану екі өлшемді кескінді қолмен салынған үш өлшемді нысан үлгісімен салыстыру арқылы жүзеге асырылды. 1992 жылы үш өлшемді нысандардағы белгісіз белгілерді тану үшін Crecerptron моделі құрылды [3].

1994 жылы Andre de Carvalho, Mike Fairhurst және David Bissett бірлесіп отырып үш деңгейлі ұйымдық нейрондық желі (SOFT) модулінен иерархиялық классификациялық нейрондық желіге (GSN) түрлендірілген көп деңгейлі логикалық нейрондық желінің эксперименттік нәтижелерін жариялады. Әр модуль бөлек оқытылады. Модульдегі әрбір деңгей алдыңғы деңгейге қарағанда күрделірек элементтерді шығарады.

1995 жылы Geoff Hinton, Peter Dayan, Brendan Frey және Radford Neal бірлесіп әзірленген ұйқы-ояту алгоритмін алты барлық қосылған қабаттар мен жүздеген бірліктері бар желіні оқыту үшін пайдалануға болатынын көрсетті [4].

1990-2000 жылдары жасанды нейрондық желілердің есептеу құны Габор сүзгілері және тірек векторлық машиналар (ins, ENG. ANN) сияқты қарапайым үй модельдерін танымал етті. Мидың биологиялық желілерін қосу қажеттілігі туралы қате түсінікті түбегейлі жойды. Бұл әдіс гетерогенді Гаусс және Марков модельдерін ажыратуға үйретілген жасырын генеративті сөйлеу модельдеріне сүйенбейді. Нейрондық болжау модельдеріндегі градиенттің төмендеуі және уақыттық корреляцияның әлсіз құрылымы сияқты негізгі мәселелер талданды [5]. Одан бөлек мәселелер оқу деректері мен есептеулердің шектеулілігінде болды.

2000-шы жылдардың ортасында терең оқыту бірнеше факторларға байланысты танымалдылыққа ие болды. Біріншіден, компьютерлер өте үлкен нейрондық желілерді жаттықтыру үшін жеткілікті қуатты болды, бұл оқу процесін жеделдету үшін GPU пайдалануды қажет етті. Екіншіден, бұл желілерді масштабта оқыту үшін қол жетімді көптеген үлкен деректер жинақтары болды. Ал, жасанды нейрондық желілер саласында маңызды теориялық жаңалықтар болды. Осындай дамудың бірі Hinton, G. E., Osindero, S. және Teh, Y. жұмысында көрсетілді, онда олар көп деңгейлі нейрондық желінің әрбір қабатындағы шектеулер оны Больцман машинасы ретінде дербес оқыту үшін пайдаланылуы мүмкін екенін көрсетті. Бұл керітаратуды қолдану арқылы осы желілерді тиімді зерттеуге мүмкіндік берген.

2012 жылы George E. Dahl бастаған топтардың жеке дәрі-дәрмектердің биомолекулалық мақсаттарын болжау үшін көп мақсатты нейрондық желілерді қолдануының нәтижесінде, Merck Molecular Activity Challenge-де жеңіске қол жеткізді.

2014 жылы Хохрейтер АҚШ химиялық заттардың, қоректік заттардың, үй бұйымдарының және фармацевтикалық препараттардың қоршаған ортаға әсерлерін анықтау үшін терең оқытуды қолданып, NCATS денсаулық сақтау институтының "Tox21 Data Challenge" марапатына ие болды [6].

Дегенмен, машиналық оқыту алгоритмдерінің құрылымдық күрделілігі және тірі тіршілік иелерінің интеллектінің күрделілігі, әсіресе жасанды интеллект (AI) тұрғысынан зерттеудің маңызды тақырыптарына айналды. Объектілерді тану алгоритмдерін дамыту 2011 жылдан 2012 жылға дейін айтарлықтай прогреске қол жеткізді, конвульсиялық нейрондық желілердің (CNN) ондаған жылдарда болған және GPU көптеген нейрондық желілердің бойы, яғни CNN -ді енгізгенімен, GPU-де іске асыру компьютерлік көруді жылдамдату үшін қолданылған. Көптеген жылдар бойы конволюциялық нейрондық желілердің (CNN) болуына және компьютерлік көруді жеделдету үшін GPU арқылы көптеген нейрондық желілердің (соның ішінде CNN) енгізілуіне қарамастан, 2011 және 2012 жылдар аралығында объектілерді тану алгоритмдерін әзірлеуде айтарлықтай прогреске қол жеткізілді. 2011 жыл бұл әдістердің визуалды үлгіні тану конкурсында, атап айтқанда ICDAR қолжазбалар байқауында бірінші жетістігін атап өтті, содан кейін 2012 жылдың мамырында ISBI кескін сегментациясының байқауында бас жүлдені жеңіп алған болатын.

2013 жылдан 2014 жылға дейін Deep Learning қосымшаларының дамуы ImageNet тапсырмаларының қателік жылдамдығының айтарлықтай төмендеуіне әкелді, бұл сөйлеуді тану үрдісінің артуына әкелді. Stephen Wolfram да өзінің кескінді сәйкестендіру жобасында бұл жақсартуды сынап көрді. Сонымен қатар, кескінді жіктеу үшін қолтаңбаларды жасау сияқты күрделі әдістерді пайдалану осы уақыт ішінде конволюциялық нейрондық желілер (CNN) және ұзақ қысқа мерзімді жад (LSTM) үлгілерін пайдалануға баса назар аудара бастады [7]. Көптеген сарапшылар ImageNet-тің 2012 жылдың қазан айындағы жетістігі жасанды интеллект саласын түбегейлі өзгерткен «Терең оқу төңкерісі» деп аталатын маңызды кезең болды деп санайды. Терең нейрондық желілермен есептеудің негізгі элементі ретінде концептуализациялауға қосқан үлесі үшін Joshua Bengio, Jeffrey Hinton және Ian LeCun 2019 жылдың наурыз айында Тьюринг сыйлығымен марапатталды. Deep Learning алгоритмдері – жоғары деңгейлі абстракцияларды модельдеу үшін сызықтық емес түрлендірулер сериясын пайдаланатын машиналық оқытудың бір түрі [8]. Терең оқыту әдістерін дамыту үлгілердің дәлдігі мен тиімділігін арттыру үшін үздіксіз зерттеулер жүргізуді қажет етеді. Банк, денсаулық, көлік, қауіпсіздік және басқа да маңызды болып табылатын салалардағы бейнені тану мүмкіншіліктерін кеңінен пайдалану жаңа заман талабына сай болып тұр. Мысалы, банк қосымшалары ұсынатын «тұтынушы карточкасының 12-сандық нөмірін» бейнесі арқылы енгізу мүмкіншілігі бірден бір себеп. Осыған орай, терең оқытудың нақты тапсырмаларға арналған алгоритмдері, оның көптеген әдістерінде қолданылатын қадамдарды қарастыру маңызды мәселе болып отыр.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеу кескінді тану, тілді өңдеу, сөйлеуді тану және биоинформатика сияқты әртүрлі қолданбаларға арналған терең оқыту және машиналық оқыту әдістеріне сүйенеді. Конволюциялық нейрондық желілер (CNN) кескінді жіктеу тапсырмалары үшін ең көп қолданылатын терең оқыту алгоритмі зерттеудің басты әдісі ретінде қолданылды. Нейрондық желілердің жұмысын жақсарту үшін таңбаланбаған деректерден үйренуді қамтитын бақылаусыз оқыту жолдары қолданылды. Сонымен қатар, зерттеуді жүзеге асыру барысында табиғи тілді өңдеу (NLP) құжаттарды автоматты түрде жіктеу және өңдеу үшін тиімді әдістердің бірі болып табылды. Соңында, әртүрлі жасанды интеллект мәселелерін шешуге арналған күрделі жүйелерді жасау үшін Больцманның машиналық оқытуы, автокодерлер, терең сенім желілері, генеративті-қарсылас желілер және сарапшылық оқыту жүйелері сияқты әртүрлі әдістер пайдаланылды.

Зерттеу материалдары ретінде 11 000-нан астам сканерленген құжаттар қолданылды. Деректермен жұмыс жасау барысында, деректерді өңдеу, талдау және бейнелерді жинақтау секілді зерттеу әдістері де орын алды. Нәтижесінде, құжаттар Python бағдарламасы арқылы жіктелді және сақталды, ал құжаттар Tensorflow және Keras кітапханасын қолданатын стандартты пішімге түрлендірілді.

Зерттеу нәтижелері мен талқылау

Конволюциялық нейрондық желілер (CNN) компьютерлік тапсырмаларды, әсіресе кескіндерді тиімді және заманауи классификациялау үшін терең оқытуда кеңінен қолданылады. Бейне талдау әдістерінен айырмашылығы, CNN қабаттардан қажетті мүмкіндіктерді алуды автоматтандырады, құжаттарды қолмен жіктеуді қажет етпейді. Терең оқытудың алғашқы күндерінде Больцманның машиналық оқытуы, автокодерлер, терең нейрондық желілер, генеративті-қарсылас желілер, оқытушы дайындаған сараптамалық оқыту жүйелері, конволюциялық нейрондық желілер және нейрондық желілерді пайдаланып бақылаусыз оқыту сияқты әртүрлі әдістер мен олардың вариациялары әзірленді. Осы әдістерді біріктіру тізбек элементтері мен тізбектерді қайталанатын жүйеде қосу арқылы жасанды интеллект мәселелерінің ауқымын шешуге қабілетті күрделі жүйелерді жасайды.

Құжаттарды классификациялауға жататын кластары белгілі объектілернегізінде жүргізіледі. Біздің зерттеуіміздегі цифрлық мұрағаттардағы құжаттар ең алдымен визуальды түрде, онан соң, жіктелмейтін құжаттар табиғи тілде өңдеу (NLP) арқылы кластарға жіктеледі. Оның ішінде әртүрлі бөлімдерге сәйкес классификацияланған құжаттардың кластар саны – 10 шамасында, ал жинақталған құжаттар саны – 11000 нан аса болды. Құжаттардың кластары: Студенттердің бұйрығы, өндірістік бұйрықтар, өкімдер, Мемлекеттік органдардан студенттің университетте оқуы жайлы мәлімет, қызмет хат, Жоғарғы білім туралы жеке атпен берілген дипломдар, жеке іс-құжаты, диплом қосымшасы дубликаты, диплом, антиплагиат тексеру болып жіктелді (сурет 1).

Студенттердің бұйрықтары оқу жылының бұйр...	я	4 июн. 2022 г. я
Өндірістік бұйрықтар	я	29 мар. 2022 г. я
Өкімдер	я	4 июн. 2022 г. я
Мемлекеттік органдардан студенттің университе...	я	7 дек. 2022 г. я
Қызмет хат	я	4 июн. 2022 г. я
Жоғарғы білім туралы жеке атпен берілген дипл...	я	16 мар. 2022 г. я
Жеке іс-құжат	я	14 июл. 2022 г. я
Диплом қосымшасы дубликаты	я	24 нояб. 2022 г. я
Диплом	я	4 июн. 2022 г. я
Антиплагиат тексеру 2021-2022 Дипломдық жұм...	я	7 дек. 2022 г. я

Сурет 1. Жинақталған құжаттардың кластары

Терең оқыту - бұл тапсырмаға қатысты деректерді ұсынумен айналысатын машиналық оқыту әдістерінің жиынтығы. Кескін контекстінде пикселдер мәндердің интенсивтілік векторлары, дерексіз примитивтер немесе белгілі бір пішіннің аймақтары сияқты әртүрлі пішіндерде ұсынылуы мүмкін.

Терең оқыту жүйелері тиімді алгоритмдерді және мүмкіндіктерді иерархиялық алуды қолдану арқылы мүмкіндіктерді таңдау және баптау процесін оқытушының аз немесе мүлде енгізуінсіз немесе ішінара оқытушы деңгейінде автоматтандырады. Осы саладағы анықталмаған деректер жұмыс модельдерін нақтылау үшін ауқымды зерттеулер жүргізуге мүмкіндік берді. Кейбір тәсілдерге нейрондық жетістіктер, ақпаратты өңдеудің сәтті сипаттамасы, жүйке жүйесінің модельдерін құрудағы байланыс, жүйке қозғыштығы мен реакция арасындағы байланыс және электрлік белсенділікті анықтайтын нейрондық кодтар нәтижесінде мидағы жүйке жүйесінің дамуы жатады.

Терең оқыту қосымшалары айтарлықтай жетістікке жеткенімен, білу керек негізгі шектеулер де бар. Терең оқыту үлгілері нақты мақсаттарды ескере отырып жасалған және деректер алуан түрлілігінің үздіксіз геометриялық көрсетілімдері үшін әрқашан қолайлы бола бермейді.

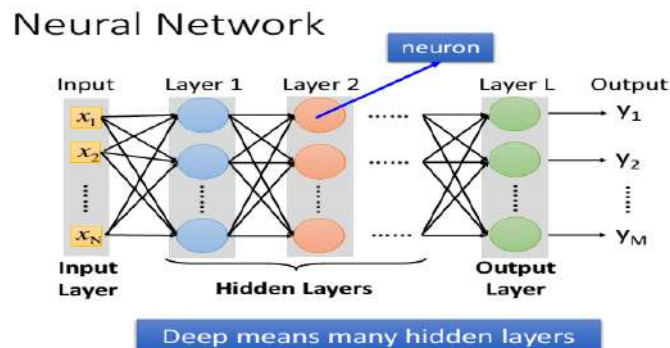
Терең оқыту жүйелері компьютерлік тілді өңдеу, сөйлеуді тану, кескінді тану, дыбысты өңдеу және биоинформатика сияқты әртүрлі салаларда қолданылды және алдыңғы әдістермен салыстырғанда өнімділіктің айтарлықтай жақсарғанын көрсетті [9]. Терең оқытудың қалай қызмет ететінін түсіну үшін терминологиядағы кейбір негізгі айырмашылықтарды түсіну қажетті. Нейрондық желілер компьютердегі жасанды нейрондардың қабаттарын пайдалана отырып, адам миының жұмысын қайталауға бағытталған. Жасанды интеллект машинасы немесе бағдарламасы есептеулерді орындау арқылы шешімдер таба алады. ЖИ зерттеулерінің алғашқы кезеңдерінде ғалымдар адамның интеллектісін арттыру мәселесінің ойнау арқылы шешуге тырысты. Олар компьютер ұстануға тиіс көптеген ережелерді енгізді, бұл оған ықтимал әрекеттердің нақты тізімінесәйкес шешім қабылдауға мүмкіндік берді. Екінші жағынан, машиналық оқыту компьютерлерді алдын ала анықталған ережелерге сүйенбей, деректердің үлкен көлемінен өздігінен үйренуге үйретуді қамтиды.

Бақыланатын оқыту кірістер мен сәйкес күтілетін нәтижелерден тұратын алдын ала анықталған деректер жиынтығын пайдалануды талап етеді. Бұл тәсіл оқытушы басшылығымен нейрондық желіні оқыту кезінде кіріс және шығыс мәндерін қамтамасыз етеді [10]. Итеративті процесс желі жұмыс істеп тұрған кезде жүреді және аяқталады.

Бақыланатын оқу тапсырмасының типтік мысалы ауа-райын болжау болып табылады, мұнда нейрондық желілер тарихи деректерді пайдалана отырып, ауа райын болжауды үйренеді. Жаттығу деректері қысым, ылғалдылық және жел жылдамдығы сияқты кіріс айнымалыларын, сондай-ақ сәйкес шығыс мәндерін қамтиды. Керісінше, бақылаусыз оқыту (supervised learning) машиналық оқытуда белгісіз құрылымның бірыңғай деректер жиынтығы болып табылады.

Нейрондық желі бақылаусыз оқытылатын болса, ол деректердің логикалық жіктелуін дербес орындауға қабілетті. Бұл тәсіл әсіресе интернет-дүкенге келушілер сияқты бақыланбайтын оқу әрекеттерін болжауда пайдалы. Мұндай жағдайларда желіні үйрету үшін тұрақты деректер болмауы мүмкін. Оның орнына ол кірісті санаттайды және пайдаланушылардың әртүрлі өнімдерді қаншалықты жиі пайдаланатынын егжей-тегжейлі көрсетеді.

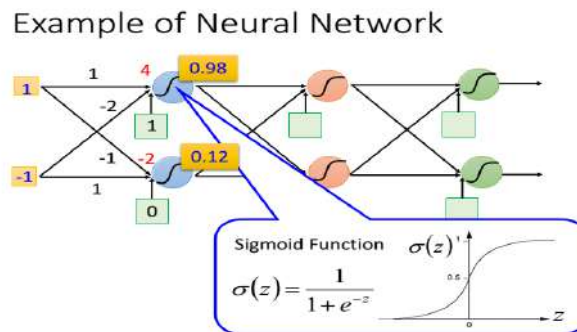
Терең оқыту – модель енгізу нәтижелерін пайдаланып болжау жасауға мүмкіндік беретін машиналық оқыту әдісінің белгілі бір түрі. 2-суретте деректер желісін бақылаудатерең оқытуды қолдану үшін оның жасырын қабаттары көрсетілген.



Сурет 2. Терең оқытудың жасырын қабаттары

Терең оқытудың нейрондық желілерін екі негізгі бөлікке бөлуге болады: көрінетін қабат және жасырын қабат. Көрінетін қабат кіріс деректерін қабылдап, кескіндегі жиектердің орналасуын анықтайтын жасырын қабатқа жібереді.

Содан кейін келесі қабат нейрондардың комбинациясы арқылы жасалған пішіндерді анықтауға тырысады және бұл процесс оқу деректеріне негізделген ұсынылған сыныптағы кескінді анықтау үшін көптеген қабаттар арқылы жалғасады (3-сурет).



Сурет 3. Жасанды нейрондық желілердің өзарабайланыстынейрондары

Нейрондық желіде нейрондардың үш түрлі қабаты бар:

- Кіріс қабаты;
- Жасырын қабаттар;
- Шығыс қабаты.

Бұл мысалда кіріс қабаты үшу әуежайын, тағайындалған әуежайды, ұшу күнін және әуе компаниясын көрсететін төрт нейроннан тұрады. Содан кейін бұл деректер кірісте математикалық есептеулерді орындайтын бірінші жасырын қабатқа жіберіледі. Әрбір қабат үшін жасырын қабаттар мен нейрондардың сәйкес санын анықтау - нейрондық желіні құрудағы маңызды міндет болып табылады.

«Терең оқыту» термині бірнеше жасырын қабаттардың болуын көрсету үшін «терең» сөзін қолданады, ал шығыс қабаты түпкілікті нәтиже береді, бұл біздің жағдайда болжамды билет бағасы. Бағаны есептеу терең оқыту тетіктерін қолдануды көздейді. Желідегі нейрондарға кіріс элементтерінің маңыздылығын анықтайтын арнайы тапсырмалар тағайындалады. Бастапқыда бұл тапсырмалар кездейсоқ түрде тағайындалады [11].

Әрбір нейронның іске қосылу функциясын математикалық тәсілсіз түсіну қиын. Оның мақсаттарының бірі нейрондардың шығуын «стандарттау» болып табылады. Кіріс жинағы нейрондық желінің барлық қабаттарын басып өткеннен кейін, белсендіру функциясы шығыс қабаты арқылы соңғы нәтижені көрсетеді. Нейрондық желіні оқыту терең оқытудың ең қиын аспектісі болып табылады, өйткені ол үлкен деректер жиынтығы мен айтарлықтай өңдеу қуатын қажет етеді.

Билеттердің бағасын анықтау үшін билет бағасының тарихи деректері, әуежайлар мен ұшып шығу күндерінің көптеген комбинацияларына байланысты кең ауқымдағы баға тізімдері қажет.

Нейрондық желіні оқыту үшін оны оқытылған деректермен қамтамасыз ету керек, содан кейін нәтижелерді сынақ деректер жинағымен салыстыру керек. Танымалмаған құжаттарға арналған үлгіні танумен жұмыс істегенде, дұрыс емес нәтижелерді алу қаупі бар [12].

Түпкі мақсат – 100% дәлдікке қол жеткізу, бұл желінің шығыс нәтижелері сынақ деректер жинағының нәтижелеріне дәл сәйкес келетінін білдіреді. Дегенмен, нөлдік қателікке жету үшін нейрондарды кездейсоқ реттеу әрқашан тиімді шешімге әкелмеуі мүмкін [13].

Біз функцияның минимумын табу үшін қажет градиентті түсіру әдісін қолдандық. Біздің жағдайда дәлдік тұрғысынан минимумды іздейміз. Бұл әдістеменің негізгі принципі әрбір итерация үшін шағын масштабтау коэффициентін қамтиды. Берілген салмақ жиынтығын қолдана отырып, шығын функциясының туындысын есептеу арқылы біз минимумның қай бағытта екенін анықтай аламыз. Шығындарды азайтуға қол жеткізу үшін деректерді бірнеше рет сұрыптау қажет, бұл айтарлықтай есептеу қуатын қажет етеді. Салмақты реттеу градиентті сақтай отырып, автоматты түрде жүзеге асады, бұл контексте терең оқытудың маңыздылығын көрсетеді.

Тест трайн процесі модельдің дәлдігін бағалау үшін пайдаланылады, мұнда параметрлер бірінші және екінші айналымдар арасында тұрақты болып қалады. Бірақ 1000 датамен тексерілу нәтижесінде CNN шығады.

Деректерді өңдеу талдау үшін маңызды қадам болып табылады. Бастапқыда бейнелер жинақталып, қазіргі таңда 11 мың құжат сканерленіп, құрастырылған. Құжаттар олардың атаулары бойынша сақталды және сұрыпталды, ал іздеу процесі Python бағдарламасының көмегімен жеңілдетілді (4-суретте көрсетілгендей). Ақырында, құжаттар Tensorflow және Keras кітапханасын қолданатын стандартты пішімге түрлендірілді.

```
#install
pip install pdf2image

Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://us-python.pkg.dev/colab-wheels/public/simple/
Collecting pdf2image
  Downloading pdf2image-1.16.0-py3-none-any.whl (10 kB)
Requirement already satisfied: pillow in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pdf2image) (7.1.2)
Installing collected packages: pdf2image
Successfully installed pdf2image-1.16.0

[ ] |apt-get install poppler-utils

Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
  libnvidia-common-460
Use 'apt autoremove' to remove it.
The following NEW packages will be installed:
  poppler-utils
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 40 not upgraded.
Need to get 154 kB of archives:
After this operation, 613 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 poppler-utils amd64 0.62.0-2ubuntu2.12 [154 kB]
Fetched 154 kB in 0s (2,395 kB/s)
Selecting previously unselected package poppler-utils.
(Reading database ... 155630 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../poppler-utils_0.62.0-2ubuntu2.12_amd64.deb ...
```

Сурет 4. Құжаттарды іздеу барысы

Зерттеудің нәтижесінде келесі терең оқытуды пайдалану арқылы әуе билеттерінің бағасын болжау үшін пайдалануға болатын жолдар ұсынылды.

- Нейрондық желілер машиналардың интеллектін арттыру үшін терең оқытуда қолданылды.
- Нейрондық желілер үш типті қабаттардан тұрады, атап айтқанда кіріс қабаты, жасырын қабаттар және шығыс қабаты.
- Нейрондар арасындағы байланысқа кіріс компонентінің маңыздылығына негізделген тапсырма тағайындалды.
- Терең нейрондық желіні үйрету үшін айтарлықтай үлкен көлемде деректер жинақталды.

Шығыс нәтижелерін кіріс деректерімен салыстыру арқылы алгоритмнің қателік деңгейін көрсету үшін «жоғалту функциясы» есептелінді.

Әрбір итерациядан (epoch) кейін жоғалту функциясын азайту үшін нейрондар арасындағы салмақтар градиенттің түсуі арқылы реттелінді. Осыған орай, 1-кестеде дәлдік тұрғысынан таңба деңгейімен CNN-ді пайдаланудың тиімділігі көрсетілген.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Ассурасы – барлық класстар бойынша үлгінің жалпы болжамды дәлдігін сипаттайтын көрсеткішке ие. Дұрыс болжамдар санының олардың жалпы санына қатынасы ретінде есептеледі.

Кесте 1. CNN қолдану нәтижесі

Алгоритм классификациясы	Дәлдік тұрғысынан
Терең оқыту (CNN)	0,96

Соған қоса, Hikvision DeepinView IP камералары және DeepinMind сериялы NVR құрылғылары сияқты смарт бейнебақылау құрылғыларының жұмыс принциптері терең оқыту технологиясына қатты сүйенеді. Бұл технология әртүрлі салаларда кең қолданыс тапты. Осы камералардың жинақталған құжаттарды зерттеу барысында сканерлеу және жинақтауға үлкен көмегі тиді.

Қорытынды

Қорытындылай келе, терең оқыту технологиясының дамуы адам миының құрылымы мен функцияларынан шабыттанды, оның мақсаты мидың оқу және есте сақтау процестеріне еліктейтін нейрондық желілерді құру.

Терең оқыту – бұл адамның оқуына ұқсас кадамдық процесс және ол компьютерлердің өздігінен білім алуының қуатты құралына айналды. Бұл үлкен деректер жиынын оңай өңдей алатын заманауи компьютерлердің орасан зор есептеу қуатының арқасында мүмкін болды.

Терең оқыту технологиясы дәстүрлі бейне-аналитикалық алгоритмдермен салыстырғанда күрделі құрылымға ие. Ол бастапқы сигналды өңдеу қабаттарынан өтеді, кейде мұндай қабаттар жүздеген болуы мүмкін. Қабат деңгейі неғұрлым жоғары болса, тану объектісі соғұрлым нақты болады. 2017 жылы Hikvision терең оқыту мүмкіндіктері бар әлемдегі бірінші IP DVR шығарды, бұл қауіпті емес объектілердің қозғалысынан туындаған жалған дабылдарды дәл сүзуге мүмкіндік берді.

Өндіруші DeepinMind бейне анализатор серверіне және DeepinView желілік бейне камераларының сериясына терең оқыту технологиясын енгізді. Бейнебақылау жүйелеріне арналған бұл интеллектуалды жабдық адамның араласуын қажет етпей, бейнебақылау камераларының назарына түсетін әртүрлі нысандарды «үйренеді».

Терең оқыту адамның араласуын қажет етпейді, технология функцияларды өздігінен алу үшін жасанды интеллектке сүйенеді - өзін-өзі оқыту арқылы дамиды. Нәтижесінде, ерекшеліктер базасы кеңейген сайын, тану мен жіктеу дәлірек болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Alladi, T., Kohli, V., Chamola, V., & Yu, F. R. A deep learning based misbehavior classification scheme for intrusion detection in cooperative intelligent transportation systems. // *Digital Communications and Networks*. – 2022. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.06.018>
- 2 Snorek, M. Alexey Grigorevich Ivakhnenko. // *Индуктивне моделювання складних систем*. – 2013. – №5. – P. 87-89.
- 3 Fujimoto, Y., Fukushima, K., & Murase, K. Mapping neutron star data to the equation of state using the deep neural network. // *Physical Review D*. – 2020. – №101(5). – P.1-17
- 4 Hinton, G. E., Dayan, P., Frey, B. J., & Neal, R. M. The "Wake-Sleep" Algorithm For Unsupervised Neural Networks. // *Science*. – 1995. – Vol. 268(5214). -P. 1158-1161. <https://doi.org/10.1126/science.7761831>
- 5 Serte, S., & Demirel, H. Gabor wavelet-based deep learning for skin lesion classification. // *Computers in biology and medicine*. – 2019. – Vol113. – Article 103423. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2019.103423>
- 6 Unterthiner, T., Mayr, A., Klambauer, G., Steijaert, M., Wegner, J. K., Ceulemans, H., & Hochreiter, S. Deep learning as an opportunity in virtual screening. // *In Proceedings of the deep learning workshop at NIPS*. – 2014. – Vol. 27. – P. 1-9
- 7 Levine, S., Pastor, P., Krizhevsky, A., Ibarz, J., & Quillen, D. Learning hand-eye coordination for robotic grasping with deep learning and large-scale data collection. // *The International journal of robotics research*. – 2018. – Vol37(4-5). P. 421-436. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1603.02199>
- 8 LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. Deep learning. // *Nature* 521. – 2015. – Vol521(7553). – P. 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- 9 Li, S., Song, W., Fang, L., Chen, Y., Ghamisi, P., & Benediktsson, J. A. Deep learning for hyperspectral image classification: An overview. // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. – 2019. – Vol57(9). – P. 6690-6709. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1910.12861>
- 10 Obaid, K. B., Zeebaree, S., & Ahmed, O. M. Deep learning models based on image classification: a review. // *International Journal of Science and Business*. – 2020. - №4(11). P. 75-81. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4108433>
- 11 Schmidhuber, J. Deep learning in neural networks: An overview. // *Neural networks*. – 2015. – Vol61. – P. 85-117. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1404.7828>
- 12 Nielsen, M. A. *Neural networks and deep learning*. - San Francisco, CA, USA: Determination press. – 2015. <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>
- 13 Choi, R. Y., Coyner, A. S., Kalpathy-Cramer, J., Chiang, M. F., & Campbell, J. P. Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. // *Translational Vision Science & Technology*. – 2020. – V.9(2):14. doi:[10.1167/tvst.9.2.14](https://doi.org/10.1167/tvst.9.2.14)

References:

- 1 Alladi, T., Kohli, V., Chamola, V., & Yu, F. R. (2022) A deep learning based misbehavior classification scheme for intrusion detection in cooperative intelligent transportation systems. // *Digital Communications and Networks*. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.06.018>
- 2 Snorek, M. Alexey Grigorevich Ivakhnenko. (2013) *Индуктивне modelyuvannya skladnih system*. – Vol. 5. – C. 87-89.

- 3 Fujimoto, Y., Fukushima, K., & Murase, K. (2020) Mapping neutron star data to the equation of state using the deep neural network. // *Physical Review D*. – №101(5). – P.1-17
- 4 Hinton, G. E., Dayan, P., Frey, B. J., & Neal, R. M. (1995) The "Wake-Sleep" Algorithm For Unsupervised Neural Networks. // *Science*. – Vol. 268(5214). -P. 1158-1161. <https://doi.org/10.1126/science.7761831>
- 5 Serte, S., & Demirel, H. Gabor (2019) wavelet-based deep learning for skin lesion classification. // *Computers in biology and medicine*. – Vol. 113. – Article 103423. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2019.103423>
- 6 Unterthiner, T., Mayr, A., Klambauer, G., Steijaert, M., Wegner, J. K., Ceulemans, H., & Hochreiter, S. (2014) Deep learning as an opportunity in virtual screening. // *In Proceedings of the deep learning workshop at NIPS*. Vol. 27. P. 1-9
- 7 Levine, S., Pastor, P., Krizhevsky, A., Ibarz, J., & Quillen, D. (2018) Learning hand-eye coordination for robotic grasping with deep learning and large-scale data collection. // *The International journal of robotics research*. – Vol. 37(4-5). P. 421-436. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1603.02199>
- 8 LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015) Deep learning. // *Nature* 521. – Vol. 521(7553). – P. 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- 9 Li, S., Song, W., Fang, L., Chen, Y., Ghamisi, P., & Benediktsson, J. A. (2019) Deep learning for hyperspectral image classification: An overview. // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. – Vol. 57(9). – P. 6690-6709. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1910.12861>
- 10 Obaid, K. B., Zeebaree, S., & Ahmed, O. M. (2020) Deep learning models based on image classification: a review. // *International Journal of Science and Business*. – Vol. 4(11). – P. 75-81. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4108433>
- 11 Schmidhuber, J. (2015) Deep learning in neural networks: An overview. // *Neural networks*. – Vol. 61. – P. 85-117. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1404.7828>
- 12 Nielsen, M. A. (2015) *Neural networks and deep learning*. - San Francisco, CA, USA: Determination press. <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>
- 13 Choi, R. Y., Coyner, A. S., Kalpathy-Cramer, J., Chiang, M. F., & Campbell, J. P. (2020) Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. // *Translational Vision Science & Technology*. – Vol. 9(2):14. doi:10.1167/tvst.9.2.14

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR THE THERMAL TREATMENT OF OIL SLIME

Balakayeva G.T.¹, Kalmenova G.B.^{1*}

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: kalmenova.g.b@gmail.com

Abstract

The oil refining and production activities of oil and gas-producing enterprises necessarily have an anthropogenic impact on the environment, therefore, environmental issues and the rational use of natural resources are important. The most dangerous pollutants of all components of the natural environment are oil waste, and one of the most effective cleaning methods is thermal treatment. The task of neutralizing oil waste by thermal treatment of oil slime was set. Research is carried out using the methods of mathematical and numerical modeling of heat treatment, the results of which describe the change in temperature and mass flow over time. Numerical simulation is carried out by using the alternating-direction implicit method in an implicit iterative scheme until the convergence condition is met.

The purpose of this work is to create an application for solving scientific and practical problems of thermal processing of oil slime.

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

Аннотация

Г.Т. Балакаева¹, Г.Б. Калменова^{1*}

¹Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НЕФТЕШЛАМА

Нефтеперерабатывающая и производственная деятельность нефтегазодобывающих предприятий обязательно оказывает антропогенное воздействие на окружающую среду, поэтому важны вопросы экологии и рационального использования природных ресурсов. Наиболее опасными загрязнителями всех компонентов природной среды являются нефтяные отходы, а одним из эффективных способов переработки является термическая обработка. Была поставлена задача обезвреживания нефтеотходов путем термической обработки нефтешламов. Исследования проводятся методами математического и численного моделирования термообработки, результаты которых характеризуют изменение температуры и массы потока во времени. Численное моделирование проводится методом использования переменных направлений в неявной итерационной схеме до выполнения условия сходимости.

Целью работы является создание приложения для решения научных и практических задач переработки нефтеотходов.

Ключевые слова: нефтешлам, программное обеспечение, термообработка, метод переменного направления, Dash.

Аңдатпа

Г.Т. Балакаева¹, Г.Б. Калменова¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

МҰНАЙ ШЛАМЫН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚОСЫМШАНЫ ӨЗІРЛЕУ

Мұнай өңдеу және мұнай және газ өндіруші кәсіпорындардың өндірістік қызметі қоршаған ортаға міндетті түрде антропогендік әсер етеді, сондықтан экологиялық мәселелер мен табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану маңызды. Табиғи ортадағы барлық компоненттердің ең қауіпті ластаушылары мұнай қалдықтары, ал өндеудің тиімді әдістерінің бірі термиялық өңдеу болып табылады. Мұнай шламын термиялық өңдеу арқылы мұнай қалдықтарын залалсыздандыру міндеті қойылды. Зерттеулер термиялық өндеуді математикалық және сандық модельдеу әдістерімен жүргізледі, оның нәтижелері уақыт бойынша температура мен ағынның массасының өзгеруін сипаттайды. Сандық модельдеу конвергенция шарты орындалғанға дейін жасырын итеративті схемадағы айнымалы бағыттарды қолдану әдісімен жүзеге асырылады.

Бұл жұмыстың мақсаты мұнай қалдықтарын өндеудің ғылыми-практикалық мәселелерін шешуге арналған қосымшаны құру болып табылады.

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

Кіріспе

Біздің планетамыздың экологиялық жағдайы көптен бері алаңдаушылық туғызып келеді. Қоршаған ортаға антропогендік әсер ету оған орны толмас зиян келтіреді және мұнай өңдеу, өнеркәсіпте қоршаған ортаны ластаудың елеулі көздерінің бірі болып табылады. Қазіргі әлемдік экономика энергия ресурстарының орасан зор көлемін талап етеді, оның негізгі көзі мұнай болып табылады, ал экология көбінесе екінші планға ысырылады. Өндірілетін көмірсутектердің қазіргі заманғы көлемі және оларды өңдеу кәсіпорындарының қуаттылығы қоршаған ортаны қорғау мәселелерін бірінші орынға қояды.

Мұнай өнеркәсібі гетерогенді қалдықтардың көп мөлшерінің түзілуіне байланысты қоршаған ортаға әсер ету деңгейі бойынша жетекші салалардың арасында бірінші орындардың бірін алады. Солардың бірі мұнай шламы – мұнайдың жоғары молекулалы қосылыстарының, әртүрлі құрамдағы минералды бөлшектердің және қабат суларының коллоидты жүйесі. Бұл мұнай өндіру және өңдеу өнеркәсібінің химиялық құрамының күрделілігімен сипатталатын және тұрақты түрлену процесіндегі ең ірі қалдықтары. Шлам мұнай және газ ұнғымаларын салу кезінде, мұнай өңдеу кен орындарын далалық пайдалану кезінде, ағынды суларды бұру кезінде, сондай-ақ резервуарларды және басқа жабдықтарды тазалау кезінде пайда болады. Мұнай шламының әртүрлі түрлері энергетикалық кешен объектілері, көлік, машина жасау, химия, металлургия кәсіпорындары үшін де кең таралған қалдықтар болып табылады. Бұл салаларда олардың қалыптасу сипаты негізінен мұнай өнеркәсібіндегі қалдық түзу процестеріне ұқсас. Құрамында мұнай бар қалдықтардың ең көп мөлшері жылу электр станцияларының, әуежайлардың, вокзалдардың, металлургиялық зауыттардың резервуар парктерін тазалау кезінде түзіледі. Вагон-цистерналарды булау станциялары мен тазарту құрылыстары да әртүрлі фазалық және химиялық құрамды көмірсутекті суспензиялардың үлкен сыйымдылығының көздері болып табылады. Төтенше мұнай төгілу кезінде ластанған топырақ түзілетіндіктен, құрамында мұнай бар қалдықтардың мұндай түріне ерекше назар аудару керек. Олардың мұнай шламынан негізгі айырмашылығы көмірсутектердің төмен концентрациясы болып табылады. Төгілген мұнайдың тұтқырлығының төмендеуі оның рельеф бетінде мономолекулалық қабықшалы қабат түзуіне әкеледі. Егер оның қалыңдығы 10 мм-ден аспаса, онда оттегінің енуі шамамен 5-10% кешіктіріледі, бұл микроорганизмдердің өмірлік белсенділігіне айтарлықтай әсер етпейді. Мұнай қабатының оттегінің сіңіру қабілеті 80-90% болған жағдайда фотосинтез процесі тежеледі, бұл топырақтағы оттегі концентрациясының төмендеуіне әкеледі және организмдердің олардың соңғы өліміне дейін тіршілік әрекетінің басылуына ықпал етеді.

Мұнай шламын өңдеу және кәдеге жарату маңызды экологиялық және экономикалық міндет болып табылады. Майлы шламды өңдеудің ең тиімді әдістерінің бірі термиялық өңдеу болып табылады. Мұнай шламын өңдеудің термиялық әдістері мұнай өнімдерінің термиялық ыдырау процестеріне негізделген [1]. Мұнай өнімдерінің толық термиялық ыдырауы нәтижесінде соңғы ыдырау өнімдері – CO₂ және H₂O – түзіледі. Ол сондай-ақ металдар мен тұздар сияқты бейорганикалық заттардың көлемін айтарлықтай азайтады және қалдықтарды тиімді жоюға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері

Зерттеудің мақсаты – мұнай шламының сипаттамаларын және процестің физикалық-химиялық негіздерін зерттеуден бастап, мұнай шламын өңдеуді талдау үшін бағдарламалық кешенді әзірлеу.

Мұнай шламын термиялық өңдеу арқылы мұнай қалдықтарын залалсыздандыру міндеті қойылды. Конвективтік қыздыруды қолдану арқылы мұнай шламын өңдеу моделі әзірленді, ол мұнай қалдықтарын қыздыратын ағынның температурасы мен жылдамдығына байланысты қыздырудың тиімділігі мен біркелкілігін бағалауға мүмкіндік береді. Стационар емес, біртекті емес жылуөткізгіштік есебін сандық шешу алгоритмінің бағдарламалық іске асырылуы конвергенция шарты орындалғанға дейін жасырын итеративті схема бойынша айнымалы бағыттарды қолдану әдісімен жүзеге асырылды.

Материалдар мен тәсілдер

Математикалық және сандық модельдеу. Модельдеу қазіргі әлемде зерттеу жүргізудің негізгі құралдарының бірі болып табылады. Ол теориялық эксперименттерді тез және үнемді, зерттелетін объектілерді ең сенімді түрде көрсетуге мүмкіндік береді.

Есептеуіш техника мүмкіндіктерінің артуы процестер мен құбылыстарды зерттеуге барған сайын көбірек перспективалар мен мүмкіндіктер ашады.

Математикалық модель [2] және жылуөткізгіштік процесін компьютерлік модельдеу және модель нәтижелерін графикалық түрде бейнелейтін программалық кодты жүзеге асыру, яғни процестің

цифрлық моделін құру, кейіннен модуль ретінде пайдалану, мұнда деректердің графикалық көрінісін өңдеуді қоса сипатталған. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешіледі:

- Ғылыми мазмұндағы әртүрлі ақпарат көздерін (кітаптар, мақалалар, зерттеу жұмыстары және т.б.) пайдалана отырып, пәндік саланы талдау.

- Айнымалы коэффициенттері бар уақыт бойынша екі өлшемді кеңістікте жылудың таралуының математикалық моделін құру.

- Уақыт бойынша температураның өзгеру процесін модельдейтін және нәтижелерді графикалық түрде көрсететін бағдарламалық өнімді әзірлеу.

Мұнай қалдықтарын термиялық өңдеудің математикалық моделін жасау кезінде өнім қабатының қызуын қарастырамыз. Процестің математикалық моделі жылулық және массалық теңдеулермен сипатталады және екінші ретті сызықты емес дифференциалдық теңдеулер жүйесін құрайды. Бастапқы және шекаралық шарттары Дирихле және Нейман шарттары арқылы берілді. Шешім конвергенция шарты орындалғанға дейін жасырын айырымдық схемасы бойынша айнымалы бағыттар әдісі арқылы жүзеге асырылады [3].

Сандық жылу алмасу - бұл өткізгіштік, конвекция және/немесе сәулелену жылу алмасуын сипаттайтын дифференциалдық (және кейде интегралдық) теңдеулерді жуықтайтын алгебралық теңдеулер жиынтығын компьютерде шешу процедураларын білдіретін кең термин. Кез келген жылу беруді есептеудегі әдеттегі мақсат - қандай да бір бетке немесе объектіге немесе одан жылу беру жылдамдығын анықтау. Өткізгіштік есептерде бұл материалдың бетіндегі температура градиентін табуды талап етеді [4].

Айқын және жасырын схемалардың дәлдік реті бірдей. Жаңа қабаттағы айқын схема үшін барлық түйіндердегі әрекеттер саны тор түйіндерінің санына $(N-1)^2$ пропорционал:

$$Q_{\text{explicit}} = O\left(\frac{1}{h^2}\right)$$

Жасырын схема жағдайында $(N-1)^2$ теңдеулер жүйесін шешу қажет. Бұл нақты схеманы қолданғаннан гөрі әлдеқайда көп қадамдарды қажет етеді:

$$Q_{\text{explicit}} = O\left(\frac{1}{h^4}\right)$$

Тұрақтылық тұрғысынан жасырын схема кез-келген t және h мәндерінде тұрақты, ал айқын схема тек тұрақты болған кезде ғана тұрақты болады

$$\tau \leq \frac{1}{4}h^2$$

Үнемді айырымдық схемалары, соның ішінде айнымалы бағыт схемасы, жасырын және айқын схемалардың артықшылықтарын біріктіреді [5]. Физика мен техникадағы бірнеше күрделі мәселелерге арналған үнемді схемалар сандық модельдің шешімін табуға мүмкіндік береді [6]. Мұндай әдістердің негізгі идеясы жолдар мен бағандар бойынша бір өлшемді есептерді дәйекті түрде шешу болып табылады. Бойлық-көлденең схема (бағыттарды ауыстырудың жасырын әдісі) бұл идеяны айқын көрсетеді. Жылу өткізгіштік теңдеуі үшін шекаралық есептерді шешудің әртүрлі әдістері бар, соның ішінде айнымалы бағыт әдісі. Айнымалы бағыт әдісінің схемасында барлық бөлу әдістерінде көрсетілгендей, тәуелсіз кеңістіктік айнымалылар саны (екі өлшемді жағдайда екі) уақыт кезеңін τ бөледі. Бөлшектердің уақытының әр қабатында кеңістіктік дифференциалдық операторлардың бірі жасырын түрде жуықталады (скалярлық қудалау тиісті координатаға қарай орындалады), ал қалғандары жасырын. Келесі бөлшек қадамда дифференциалдық оператордың келесі айналымы анық орындалмайды, ал қалғандары анық орындалады [7]. Бұл схема көбінесе Писман-Ричфорд схемасы деп аталады (оны алғаш ұсынған авторлардың атымен). Мұнда n қабатынан $n + 1$ қабатына өту $\tau/2$ екі кезеңде жүзеге асырылады. Екі өлшемді жағдайда айнымалы бағыт әдісінің схемасы абсолютті тұрақты екенін көрсетуге болады [8].

Тұрақты коэффициенттері бар жылу теңдеуін шешу үшін $(n + 1)$ уақыт қабатындағы дифференциалдық операторды айырымы операторымен жуықтау арқылы құрылатын жасырын

айырым схемасын қолдануға болады. Айырымдық схемасы $O(\Delta\tau + h^2)$ тәртібімен теңдеуді жуықтайды. $\Delta\tau/h^2 = r$ (1) түрінде қайта жазамыз:

$$A_k T_{k+1} + B_k T_k + C_k T_{k-1} = F_k \quad (1)$$

Максималды принцип бойынша тізбектің тұрақтылығын тексеру үшін:

$$A_k = r > 0, C_k = r > 0, -B_k = 1 + 2r > A_k + C_k$$

Соңғы теңсіздік әрқашан орындалады. Бұл жасырын схеманың абсолютті тұрақты екенін білдіреді.

Айнымалы бағыт әдісінің артықшылығы жоғары дәлдік болып табылады, өйткені әдіс уақыт бойынша дәлдіктің екінші ретіне ие. Кемшілікке кеңістіктік айнымалылар саны екіден көп болғанда шартты тұрақтылықты жатқызуға болады [9]. Сонымен қатар, айнымалы бағыт әдісі абсолютті тұрақты. Мұнай қалдықтарын термиялық өңдеу нәтижесінде алынған математикалық модель уақыт бойынша ағынның температурасы мен массасының өзгеруін сипаттайды және оны басқаруға мүмкіндік береді.

Математикалық физикада жылу өткізгіштіктің көптеген әртүрлі есептерін табуға болады, олар процестің шарттарымен ерекшеленеді, бірақ компьютерлік модельдермен жұмысты зерттеу үшін айнымалы коэффициенттері бар екі өлшемді жылуөткізгіштік теңдеуі таңдалды.

Бұл теңдеуді шешу үшін есептеулер үшін қажетті келесі енгізу параметрлері пайдаланылады:

- τ – уақыт қадамы;
- h – тор қадамы;
- x_1, x_2, y_1, y_2 - ОХ және ОУ осьтерінің бойындағы сызықтардағы аймақтың шектерін сипаттайтын мәндер;
- t – болжалды уақыт;
- N_x, N_y – тордағы түйіндер саны.

Кіріс параметрлері негізінде температура мәні торға h қадамымен біркелкі таралады және екі кеңістік осінің бойымен x_1, x_2, y_1 және y_2 шекараларымен шектеледі. Ішкі және сыртқы жылу өткізгіштік параметрлерінің мәндеріне әсер ететін көптеген себептер бар [10].

Теңдеуді шешу кезінде келесі параметрлерді алу керек:

- (x, y) – жазықтықтағы координаталар.
- $T(x, y, t)$ - t уақытындағы (x, y) нүктесіндегі температура мәні.

Табылған параметр мәндеріне сүйене отырып, пайдаланушының әрі қарай талдауы және пайдалануы үшін графикалық дисплей жасалынды.

Зерттеулер термиялық өңдеуді математикалық және сандық модельдеу әдістерімен жүзеге асырылады, оның нәтижелері уақыт бойынша температура мен масса ағынының өзгеруін сипаттайды. Айнымалы параметрлері бар ауқымды есептеулер мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде жылу және масса алмасу ағындарын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Талдау және шешу әдістерін зерттеу кезінде теңдеуді сандық шешудің келесі алгоритмі анықталды екі өлшемді кеңістікте жылу және масса алмасу мәндерін есептеу қадамдарының реттілігі сипатталған:

- Бастапқы шарттар мәндері енгізіледі.
- Жергілікті бір өлшемді схема мен формулаларды қолдану арқылы есептеулер айнымалы бағыт әдісі арқылы орындалады.

Есептеулер нәтижесі t есептелген уақытта берілген жазықтықтағы $T(x, y, t)$ мәндері және сәйкес координаталар (x, y) болып табылады.

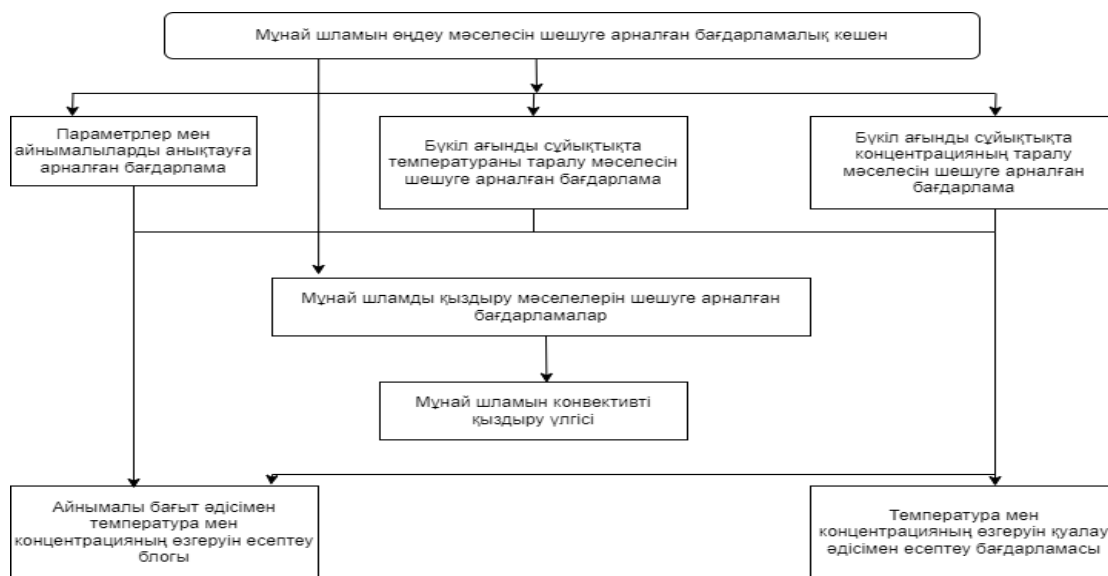
Қолданбаның сипаттамасы. Есептеу техникасының мүмкіндіктерінің үнемі артуы қоршаған дүниенің процестері мен құбылыстарын зерттеуге үлкен перспективалар ашады. Компьютерлік модельдеу, шын мәнінде, компьютерлік технологияны қолдану арқылы жүзеге асырылатын модельдеу.

Компьютерлік модельді құрастыру зерттелетін объектіден абстракциялауға негізделген. Компьютерлік модельде неғұрлым маңызды сипаттар анықталып пайдаланылса, осы үлгіні пайдаланатын жүйенің мүмкіндіктері соғұрлым көп болуы мүмкін. Компьютерлік модельдеу компьютерде бірқатар есептеу эксперименттерін жүргізуден тұрады, оның мақсаты нәтижелерді объектінің нақты әрекетімен талдау, түсіндіру және салыстыру, содан кейін қажет болған жағдайда модельді нақтылау.

Компьютерлік модельдеу бірқатар мүмкіндіктер мен артықшылықтарды береді:

- Өткен және болашақ құбылыстарды, нақты жағдайда қайталанбайтын объектілерді, қайталанбайтын құбылыстарды және т.б. қамтитын объектілердің кең ауқымын зерттеу;
- Абстрактілі объектілер мен табиғат объектілерін бейнелеу;
- Модельдің бірнеше сынақтарын өткізу;
- Адамдарға немесе қоршаған ортаға теріс салдар қаупінсіз эксперименттер жүргізу;
- Сынақ үлгілерін жасамай, объектінің оңтайлы дизайнын табу.

Мұнай шламын өңдеу мәселелерін шешуге арналған әзірленген бағдарламалық кешен 1-суретте көрсетілген құрылымға ие.



Сурет 1. Мұнай шламын өңдеу мәселелерін шешуге арналған әзірленген бағдарламалық кешен

Тапсырманы компьютерлік модельдеудің негізгі кезеңдері мыналар:

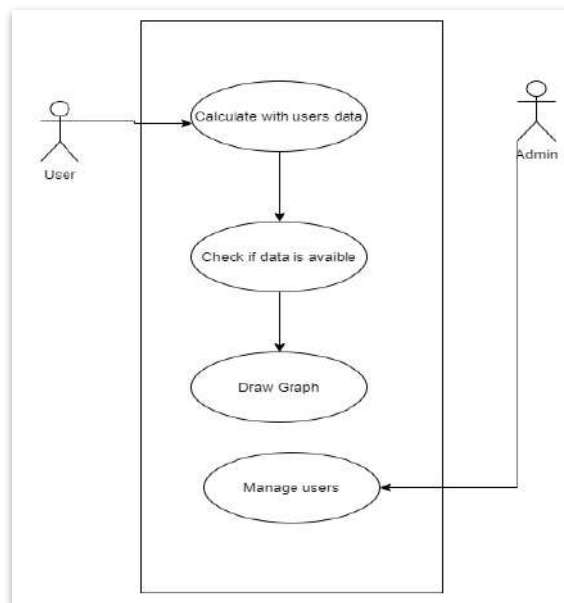
1. Мәселенің қойылуы және оны талдау (құру мақсаты, бастапқы мәліметтерді анықтау);
2. Ақпараттық модельді құру (параметрлер мен олардың байланысын анықтау, параметрлер арасындағы математикалық байланысты сипаттау);
3. Компьютерлік модельдерді жүзеге асырудың әдісі мен алгоритмін құру (бастапқы мәліметтерді алу әдісін таңдау, тиімді алгоритмді құру, алгоритмнің дұрыстығын тексеру [11]);
4. Компьютерлік модельді құру (бағдарламалық құралдарды таңдау, өңдеу);
5. Эксперимент жүргізу (зерттеу жоспарын құру, эксперимент, нәтижелерді талдау).

Эксперимент барысында компьютер үлгісіне өзгертулер, нақтылаулар немесе жақсартулар енгізу қажет екені анық болуы мүмкін. Бұл жағдайда бірінші кезекте анықталған проблемаға немесе тапсырмаға әсер ететін кезеңге оралу қажет.

Бағдарлама үш негізгі бөлімнен тұрады:

- мұнай шламының құрамы бойынша мәліметтер базасы;
- стационарлық емес жағдайларда ағындар мен температураларды және олардың әр түрлі әсер ету кезіндегі динамикалық өзгерістерін есептеуге арналған теңдеулер мен алгоритмдерді қамтитын бағдарламалық қамтамасыз ету;
- шарттарды енгізуге және есептеулердің нәтижелерін көруге мүмкіндік беретін пайдаланушы интерфейсі.

Төмендегі 2-суретте қолданбаның функционалдығы мен әрекеті сипатталған.



Сурет 2. Қолданбаның функционалдығы мен әрекетінің сипаттамасы

Бағдарламалық қамтамасыз ету Python объектіге бағытталған бағдарламалау ортасында жүзеге асырылады. Бағдарламаны құру кезінде мыналар қолданылады: жылу алмасу теориясы, қарапайым дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық әдістері, айнымалы бағыттар әдісі және т.б.

Өзірленген қосымша экологиялық тәуекелдерді одан әрі азайту мақсатында топыраққа сіңген мұнай шламьындағы жылу мен масса алмасуды және қоршаған ортаға ластаушы заттардың таралуын компьютерлік модельдеуге мүмкіндік береді.

Flask-SQLAlchemy арқылы Flask-Login көмегімен кеңейтілген аутентификация арқылы дерекқорлармен өзара әрекеттесу орындалды.

Ол үшін қажетті кітапханалар пайдаланылды: sqlalchemy, flask-sqlalchemy, flask-login, werkzeug және configparser.

app.py файлында Dash қолданбасының коды пайдаланушы тіркелгісін жасауға, жүйеге кіруге және графикалық деректерді көрсетуге арналған бірнеше түрлі орналасудан тұрады.

users_mgt.py файлы дерекқор болып табылады және пайдаланушы атын, құпия сөзді және электрондық пошта мекенжайын пайдаланушылар кестесінде сақтайды. Пайдаланушы құпия сөздерін қорғау үшін пароль werkzeug кітапханасы арқылы хэштеледі. Werkzeug — жетілдірілген веб-сервер шлюзі интерфейсі (WSGI) утилиталарының кітапханасы. Flask-Login конфигурациясы config.py файлында сақталды.

Ақпараттық визуализация – бұл деректің мағынасын түсінуге көмектесетін кескіндер түрінде дерексіз деректерді ұсыну процесі. Деректерді визуализациялау үлкен және күрделі деректер жиынын қарапайым және көрнекі түрде көрсетуге көмектеседі. Жобаның соңында техникалық білімі жоқ кәсіпқой емес адамдар үшін де бәрі түсінікті болатындай нәтижелер ұсына білу маңызды [12].

Деректерді визуализациялау қолданбаның ажырамас бөлігі болып табылады. Ол интерактивті графиктермен жұмыс істеуге ғана емес, сонымен қатар оларды веб-сайтта көрсетуге мүмкіндік беретін Python-Dash-те деректерді визуализациялау құрылымын сипаттайды. Dash қолданбасының коды декларативті, бұл көптеген интерактивті элементтерді қамтитын күрделі қолданбаларды құруды жеңілдетті [13]. Dash пайдаланушы интерфейсінің кітапханасы деректерді талдау, зерттеу, визуализация, модельдеу және есеп беру үшін Python қолданатындар үшін пайдалы болды [14].

Dash деректерді талдау үшін GUI (Графикалық пайдаланушы интерфейстері) жасауды әлдеқайда жеңілдетеді.

Dash қолданбасы веб-шолғышта жұмыс істеп тұрған кезде JavaScript немесе HTML кодын жазудың қажеті болмады. Dash интерактивті веб-құрамдастардың бай жиынтығын ұсынады. Dash деректерді талдау кодын Dash UI интерфейсіне байланыстыру үшін қарапайым реактивті декораторды ұсынады. Енгізу элементі өзгерген кезде (мысалы, ашылмалы тізімде элемент таңдалғанда немесе жүгірткі жылжытылғанда), Dash декораторы Python кодын жаңа енгізу мәнімен қамтамасыз етеді.

Бағдарлама барысында қаралып жатқан мұнай шламын термиялық өңдеу мәселесі бойынша есептеулер жүргізілді. Бағдарламаның нәтижелері графикалық (3-5-сурет) формаларда көрсетілді. Бағдарлама жұмысында $\tau = 0,1$, $h = 1 = 0,5$ м, $t = 30$, $N_x * N_y = 100 * 100$ пайдаланылды.

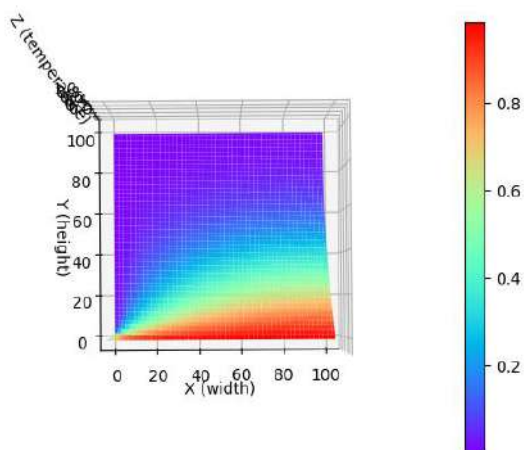
Нәтижелерді ұсынудың негізгі тәсілі - есептеу нәтижелерінің мәніне байланысты бүкіл аумақты графикке салу және бояу.

Графикалық элементтерді құру үшін Dash кескінін генерациялау кітапханасы пайдаланылды. Сондай-ақ, жазбаша бағдарламада құрылыс нәтижелерін .png растрлық кескін пішімінде сақтау, сюжетті png ретінде жүктеп алу, масштабтау, панорамалау, орбиталық айналдыру, айналмалы табақты айналдыру, камераны әдепкіге қайтару, камераны соңғы сақтау үшін қалпына келтіру, меңзердегі ең жақын деректерді көрсету ауыстырып-қосқыш. Нәтижелерді ұсынудың бұл жолдары модельденетін процестің барысын жақсырақ бағалауға көмектеседі: оның жылдамдығы мен берілген шарттардағы таралу аймағы.

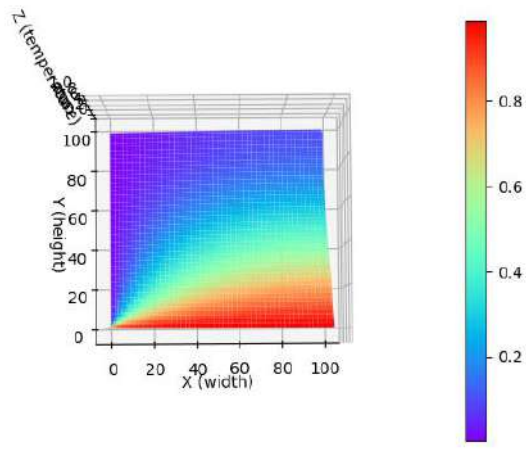
Графиктер графиктік нысандар деп аталатын арнайы нысандар бар plotly.graph_objects модулінде салынған. Бұл нысандар фигураларды көрсету үшін де пайдаланылуы мүмкін және олардың сөздіктерге қарағанда кейбір артықшылықтары бар:

- Графикалық объектілер нақты деректерді тексеруді қамтамасыз етеді. Жарамсыз сипат атауы немесе мәні көрсетілсе, мәселенің нақты сипаттамасы бар ерекше жағдай шығарылады;
- Функциядан return операторын пайдаланып, ол fig мәнін қайтарады. Графикалық нысандарда толық API сілтемесі бар Python құжаттамасы бар. Сондықтан, әзірлеу ортасында қол жетімді қасиеттер туралы білу оңай.
- Графикалық объектілердің қасиеттеріне сөздіктегі кілт арқылы (сур.) немесе нүктелік шақыруды (fig.layout) іздеу арқылы қол жеткізуге болады;
- Графикалық нысандар бұрыннан салынған кескіндерді жаңартуға арналған жоғары деңгейлі көмекші функцияларды қолдайды (.update_layout (), .add_trace (), т.б.);

3-5-суреттерде көрсетілген массалық жоғалу тарихы әрқайсысында жалпы ауа ағынының температурасы мен плита өлшемі тұрақты сақталатын жағдайлар үшін сызылған. Осылайша, графиктер масса алмасу процесіне ағын жылдамдығының әсерін көрсетеді. Конвективтік қыздыру кезінде жылдамырақ қозғалатын сұйықтық жүйедегі жылу беру сипаттамаларын жақсартады, демек, қыздырылған май шөгінділерінің ішіндегі булану және диффузиялық жетектерді күшейтеді.

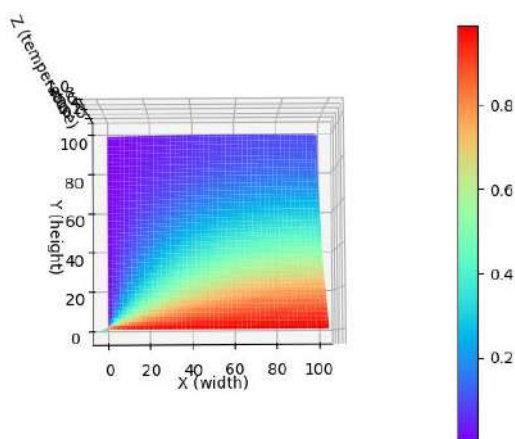


Сурет 3. Мұнай шламының температурасы 250°C температурада $0,83$ м/с жылдамдықпен өзгеру графигі



Сурет 4. Мұнай шламының температурасы 250°C температурада $1,6$ м/с жылдамдықпен өзгеру графигі

Сондай-ақ, қыздырылған плитадағы сұйықтықтардың жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, бет олардың импульсі жоғарырақ буларды тартады. Бұл ағынның жоғары жылдамдығымен алынған ұшпаланудың салыстырмалы түрде жоғары қарқынына әкелді.



Сурет 5. Мұнай шламының температурасы 250°C температурада 2,7 м/с жылдамдықпен өзгеру графигі

Массалық жоғалтудың соңғы шектеріне ағын жылдамдығы әсер етпейді деп күтілуде, өйткені бұл шектеулер тек жүйеде ақырында қол жеткізілетін максималды температуралармен басқарылады. Дегенмен, үш графикте байқалатын шамалы әсер, кем дегенде ішінара, ағынның жоғары жылдамдықтарымен байланысты жақсартылған жылу беру жағдайларымен байланысты.

Осы мәселені әрі қарай тексеру үшін осы зерттеуде мұнай шламдары 150 °C, 250 °C, 350 °C және 450°C температурада және ағын жылдамдығы 0,83, 1,6 және 2,7 м/с ауа ағындарына тексерілді.

Қорытынды

Зерттеу барысында мұнай шламын өңдеу әдістері мен технологияларының талданып, оның негізінде қалдықтардың қоршаған ортаға әсерін барынша азайту мақсатында мұнай шламын өңдеудің термиялық әдісі таңдалды. Мұнай шламының қабатынан зиянды заттардың булануы кезіндегі жылу және масса алмасу процестерін сипаттайтын математикалық модель құрастырылды. Берілген дифференциалдық теңдеудің математикалық есептеулері оны шешу әдістерін қолдана отырып, теңдеулер жүйесі түріндегі сандық шешімге келтіру арқылы жүзеге асырылды.

Жасалған компьютерлік модель уақыт бойынша екі өлшемді кеңістікте жылудың таралуын есептеуді ғана емес, сонымен қатар кестелер мен графиктер түрінде алынған нәтижелердің графикалық көрінісін құруды қамтиды. Бұл пайдаланушыға алынған модельді бірнеше жолмен қарауға мүмкіндік береді және әртүрлі тәсілдер арқылы алынған нәтижелерді талдауға мүмкіндік береді.

Өзірленген қосымша мұнай-газ саласы үшін өңдеу процестерінде басқару шешімдерінің үлгілері мен алгоритмдерін жүзеге асырады және болашақта өнеркәсіптік мұнай-газ секторында пайдалануға болатын желілік интерфейсті қамтамасыз етеді.

Мұнай шламын өңдеуге арналған бұл ұсыныс экологиялық мәселелерді шешу үшін тиімді технологияларды қолдануды қолдайды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Xianyong Zhang, Kai Li, and Aiguo Yao. *Thermal Desorption Process Simulation and Effect Prediction of Oil-Based Cuttings*, ACS Omega, 7 (25), 21675-21683, 2022. DOI: 10.1021/acsomega.2c01597
- 2 Balakayeva, G., Darkenbayev, D. *The solution to the problem of processing big data using the example of assessing the solvency of borrowers*, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2020, 98(13), 2659-2670.
- 3 Anderson, Tannehill, and Pletcher, (1977) *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*. – 2nd ed., Taylor & Francis, 1977. ISBN 1-56032-046-X
- 4 De Vahl Davis. Graham. *Numerical Heat Transfer*, DOI: 10.1615/AtoZ.n.numerical_heat_transfer
- 5 Chang, M. J., Chow, L. C., Chang, W. S. *Improved alternating-direction implicit method for solving transient three-dimensional heat diffusion problems*, Numerical Heat Transfer, Part B: Fundamentals, 19 (1):P. 69–84.
- 6 G.T. Balakayeva, C. Phillips, D.K. Darkenbayev, M. Turdaliyev. *Using NoSQL for processing unstructured BigData*, News of the Republic of Kazakhstan series of Geology and Technical sciences, ISSN 2224-5278 Volume 6, Number 438 (2019), pp.12 – 21

- 7 Shan Zhao, A Matched. Alternating Direction Implicit (ADI) Method for Solving the Heat Equation with Interfaces, *Journal of Scientific Computing, Volume 63-Issue 1* -pp 118–137, April,2015.
- 8 Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б. Мұнай қалдықтарын өңдеудің моделін жасау. *Вестник КазНПУ, Физико-математические науки*, 2019, №3, стр 552-555.
- 9 N. Jadidi, B. Roozbehani, A. Saadat. The Most Recent Researches in Oily Sludge Remediation Process, *American Journal of Oil and Chemical Technologies*, 2(10), 340-348, 2019.
- 10 Г.Т. Балакаева, Е. Микебаев, М. Сафонов, Е.К. Онгарбаев, С.Ж. Тетенев. Численное моделирование тепломассопереноса в реакторе непрерывного движения окисления нефтешламов, *Химический вестник Казахского национального университета*, 3, стр. 47-55, 2000
- 11 Joldasbayev, S., Balakayeva, G. Joldasbayev, O., “Application of load balancing algorithms to improve the quality-of-service delivery using modifications of the least connections algorithm”, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 98(12), 2063-2077, 2020.
- 12 Python interface to Tcl/Tk // Python Documentation URL:<https://docs.python.org/3/library/tkinter.html> 28.08.2019
- 13 A foreign function library for Python// Python Documentation URL:<https://docs.python.org/2/library/ctypes.html> 19.10.2022
- 14 Dash User Guide // URL: <https://dash.plotly.com/> 01.09.2022

References:

- 1 Xianyong Zhang, Kai Li, and Aiguo Yao. Thermal Desorption Process Simulation and Effect Prediction of Oil-Based Cuttings, *ACS Omega*, 7 (25), 21675-21683, 2022. DOI: 10.1021/acsomega.2c01597
- 2 Balakayeva, G., Darkenbayev, D. 2020. The solution to the problem of processing big data using the example of assessing the solvency of borrowers, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 98(13), 2659-2670.
- 3 Anderson, Tannehill, and Pletcher, (1977) *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*. – 2nd ed., Taylor & Francis, 1977. ISBN 1-56032-046-X
- 4 De Vahl Davis. Graham. *Numerical Heat Transfer*, DOI: 10.1615/AtoZ.n.numerical_heat_transfer
- 5 Chang, M. J.; Chow, L. C.; Chang, W. S. “Improved alternating-direction implicit method for solving transient three-dimensional heat diffusion problems”, *Numerical Heat Transfer, Part B: Fundamentals*, 19 (1):P. 69–84.
- 6 G.T. Balakayeva, C. Phillips, D.K. Darkenbayev, M. Turdaliyev. (2019) Using NoSQL for processing unstructured BigData, *News of the Republic of Kazakhstan series of Geology and Technical sciences*, ISSN 2224-5278 Volume 6, Number 438, pp.12 – 21
- 7 Shan Zhao, A Matched, “Alternating Direction Implicit (ADI) Method for Solving the Heat Equation with Interfaces”, *Journal of Scientific Computing, Volume 63-Issue 1* -pp 118–137, April,2015.
- 8 G.B. Kalmenova, G.T. Balakayeva, (2019) Developing a model of oil slime processing”, *Bulletin of KazNTU. Series Physics and mathematics*. №3, 552-555pp, Almaty.
- 9 N. Jadidi, B. Roozbehani, A. Saadat, “The Most Recent Researches in Oily Sludge Remediation Process”, *American Journal of Oil and Chemical Technologies*, 2(10), 340-348, 2019.
- 10 G.T. Balakayeva, E. Mikebaev, M. Safonov, E.K. Ongarbaev, S.Zh. Tetenov, (2000) “Numerical modeling of heat and mass transfer in a reactor for continuous movement of oxidation of oil slime” *Chemical Bulletin of Kazakh National University*, 3, pp 47-55, (in Russian).
- 11 Joldasbayev, S., Balakayeva, G. Joldasbayev, O. (2020). “Application of load balancing algorithms to improve the quality-of-service delivery using modifications of the least connections algorithm”, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 98(12), 2063-2077,
- 12 Python interface to Tcl/Tk // Python Documentation URL:<https://docs.python.org/3/library/tkinter.html> 28.08.2019
- 13 A foreign function library for Python// Python Documentation URL:<https://docs.python.org/2/library/ctypes.html> 19.10.2022
- 14 Dash User Guide // URL: <https://dash.plotly.com/> 01.09.2022

М.М. Ерекешева^{1*}, Ш. Мұртаза¹

¹Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан
*e-mail: e_meruert@mail.ru

ОҚУ ҮДЕРІСІН ЖӘНЕ БІЛІМДІ БАҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН ПРОГРАММАЛЫҚ ЖАБДЫҚ ҚҰРУ

Аңдатпа

Бұл мақалада сипатталған зерттеудің мақсаты – оқу үдерісін және білімді бақылауға арналған программалық жабдықты құру мәселесін зерттеу. Мақалада программалық жабдықты құруда қолданылатын әдістер, қолданылатын ортаны таңдау принципі және құру сатылары қарастырылған. Таңдап алынған орта - Android жүйесіне бағытталған әзірлеу ортасы Android Studio IDE. Android Studio ресми Google бағдарламалау ортасы болғандықтан, соңғы жаңартулармен қамтылған болып келеді. JetBrains-тің IntelliJ идеясына негізделген, ол ортаның интерфейсімен жұмыс жасау барысы ыңғайлы әрі жеңіл. Зерттеудің негізгі әдістері- мобилді қосымшаны жобалау әдісі, программалау технологиясы, интегралды ортада программалау әдістері.

Зерттеу нәтижесінде білім берудегі сандық ресурстар зерделенді, білім беру саласына қажет жабдық түрлері анықталды, білімдік ресурстарды әзірлеуге арналған программаларға талдау жүргізілді, оқушылардың рейтингін анықтау мақсатына арналған «SCORANG» мобилді қосымшасы дайындалды.

Түйін сөздер: цифрлық технологиялар, программалық жабдық, сандық әдістер, фазалық шекара, интегралды орта, мобилді қосымша, объектілер, релаксация уақыты.

Аннотация

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И ЗНАНИЙ

М.М. Ерекешева¹, Ш. Мұртаза¹

¹Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, г.Актөбе, Казахстан

Целью описанного в статье исследования является изучение вопросов процесса обучения и создания программного обеспечения для контроля знаний. В статье рассматриваются методы, используемые при создании программного обеспечения, принцип выбора используемой среды и этапы разработки. Выбранная среда – это Android-ориентированная среда разработки Android Studio IDE. Поскольку Android Studio является официальной средой программирования Google, она по-прежнему включена в последние обновления, среда основана на идее IntelliJ, которая делает процесс работы с интерфейсом среды более удобным и легким.

В результате исследования были изучены цифровые ресурсы в образовании, определены виды программного обеспечения, необходимого для сферы образования, проведен анализ программ для разработки образовательных ресурсов, разработано мобильное приложение «SCORANG» для определения рейтинга учащихся.

Ключевые слова: цифровые технологии, программное обеспечение, цифровые методы, фазовая граница, интегрированная среда, мобильное приложение, объекты, время релаксации.

Abstract

CREATION OF SOFTWARE FOR THE CONTROL OF THE EDUCATIONAL PROCESS AND KNOWLEDGE

Yerekeshewa M.¹, Murtaza Sh.¹

¹K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan

The purpose of the research described in this article is to study the issues of the learning process and the creation of software for knowledge control. The article discusses the methods used in the creation of software, the principle of choosing the environment used and the stages of creation. The selected environment is an Android-oriented development environment Android Studio IDE. Since Android Studio is the official Google programming environment, it is still included in the latest updates, based on the idea of IntelliJ, which makes the process of working with the interface of the environment more convenient and easy.

As a result of the research, digital resources in education were studied, the types of software necessary for the field of education were determined, programs for the development of educational resources were analyzed, a mobile application "SCORANG" was developed to determine the rating of students.

Keywords: digital technologies, software equipment, digital methods, phase boundary, integrated environment, mobile application, objects, relaxation time.

Кіріспе

Қазіргі таңда білім беру үдерісінде күнделікті қолданыста жүрген үздік білім беру ресурстары бар. Білім беруде цифрлық технологиялар арқылы құрылған сандық білім беру ресурстарын түрлі фотосуреттер, бейнекөріністер, статикалық және динамикалық модельдер, виртуалдық шындық пен интербелсенді модельдеудің объектілері, дыбысты жазулар және басқа оқу материалдары күнделікті пайдаланатын дидактикалық материалдарды құрайды.

Электронды оқыту ресурстарын қолдану қызметіне қарай үш түрлі топқа жіктеуге болады:

- Репозиторийлер (repositories) - электрондық білім беру ресурстарының қоймалары.
- Платформалар (platforms) – түрлі электрондық ресурстарды құруға, өзгертуге және сақтауға, контентті басқару мен оқытуды жүзеге асыруға, сондай-ақ білім беру үдерісін қолдау үшін әр түрлі қызметтерді ұсынуға мүмкіндік беретін жүйелер (тестілеу, талдау, басқару және т.б.).
- Каталогтар (directories) – бір жүйеге келтірілген электрондық білім беру ресурстарының жүйеге келтірілген тізімі.

Оқу жаттығу түрлеріне байланысты электронды оқыту ресурстарын төмендегідей жіктеуге болады:

- демонстрациялық, мультимедиялық материалдар;
- сараптамалық жүйелер, модельдеу және модельдеу орталары, электрондық оқулықтар, оқу құралдары, семинарлар, модельдеу бағдарламалары, электрондық зертханалар, оқу бағдарламалары, зертханалық стендтер;
- электрондық оқытудың оқу зертханалары, электрондық бағалау жүйелері, тесттер, емтихандар, электрондық бағалау жүйелері[1].

Шетел авторларының зерттеулері бойынша білім беруде электрондық оқыту ресурстарын қолданудың тиімділігін негіздей отырып төмендегі көрсеткіштердің кем дегенде біреуі жақсаруы мүмкін:

- оқытудың мотивациялық және эмоционалды жағын арттыру;
- оқыту сапасын жақсарту;
- оқу уақытын босату немесе оқу уақытына еркіндік беру;
- оқуға қаржылық шығындарды азайту [2].

Қазіргі уақытта оқытушылар кәсіби қызметінде Google, Classtime, Online Test Pad, Eazy Test Maker, Kahoot!, Quizizz және т. б. онлайн құралдардың кем дегенде біреуін қолданып жүргенін айтуға болады.

OnLine оқыту шаралары білімдік сандық ресурстардың қоладныстағы көлемін ұлғайтты. Бұл жағдай әр азамат үшін электронды құралдардың, компьютер мен ақпараттық қауіпсіздіктің қыр сырын білуді талап етіп отыр. Сондықтан, әр білім алушының білімін жан жақты дамыту және даму үдерісін бақылауға нағыз тиімді шешімдерді қажеттігі мен қазіргі ресурстардың толық зерттелмеуі зерттеу өзектілігін құрайды. Ең алдымен, үздік білім беру мақсатында құрылған электронды оқыту ресурстармен қатар басқаруға және бақылауға арналған платформалардың сапасын арттыру қажет. Қазіргі таңдағы ресурстардың барлық мәселелерді қамтуда жеткілікті емескендігі зерттеудің өзектілігін нақты көрсетеді.

Зерттеу әдістемесі

Программалық жабдықты жобалауға және құруға әртүрлі заманауи программалау орталары қолданылады. Таңдап алынған орта - Android жүйесіне бағытталған әзірлеу ортасы Android Studio IDE. Android жүйесіне қосымша дайындаудың бірнеше жолдары бар. Олар қарапайым конструкторлардан бастап, күрделі әзірлеу орталарын қамтиды. Ең басты программалау тілдері Java және Kotlin тілдері болып табылады. Android жүйесіне қосымша дайындаудың бірнеше жолдары бар:

1. Қолданба құрастырушыны қолдану(MIT App Inventor, AppYourself, AppInstitute, Appy Pie, Mobile Roadie, Appyret және т.б.).

2. Ойын құрушыларды қолдану(Gamer Maker Studio, Unity, Unreal Engine, GameSalad, Construct және т.б.).

3. Веб-сайт құру және оны WebView арқылы қосу (Wordpress, SquareSpace және т.б.).

4. Әзірлеу орталарын қолдану (Eclipse, PhoneGap, Android Studio, Visual Studio Xamarin, XCode және т.б.).

Әзірлеу орталарына келер болсақ, ең алдымен әзірлеу ортасына қажет бағдарламалау тілін білу қажет. Одан кейін мобилді қосымша парақшасының тілі, xml жазылу ерекшелігін білуі керек. Үшіншісі әзірлеу орталарының біреуінде жұмыс жасай білу қажет. Төртіншісі қосымшаны өңдеп файл түрінде шығаратын құрушы жүйемен таныс болуы тиіс [3].

Қазіргі таңда ең атақты және ең тиімді Android жүйесіне бағытталған әзірлеу ортасы Android Studio IDE болып табылады. Android Studio-бұл Android операциялық жүйесі үшін көп деңгейлі интеграцияланған даму ортасы. Кез-келген әзірлеуші Android Studio IDE-ні тегін пайдалана алады. Google Java-да бағдарламалау ортасын құрды және Windows, Linux және Mac OS X-мен жұмыс істейді.

Қорытындылай келе, жоғарыда айтылған әдістердің барлығы бірдей мүмкіндіктерді бермейді. Android Studio IDE әзірлеу ортасы болғандықтан барлық мобилді қосымшаға қажетті құралдарды бір ортада жинайды. Java тілінен бастап Kotlin бағдарламалау тілдері мен Flutter сияқты шеңберлерде құруға мүмкіндік береді. Интернет ресурстары осы бағытта біршама бейне дәрістермен қамтылған және шағын уақытта үйрену мүмкіндігі бар. MIT App Inventor қолданбалы құрушылар арасында үздік болып табылғанымен, интерфейс Android Studio қарағанда мүмкіндігі шектеулі болып келеді. Сонымен қатар, Android Studio IDE ортасында әзірленген қосымша Java бағдарламалау тілінде жазылғандықтан өзгелерден шағын жадыда орын алады және жүйеде жылдам жұмыс жасайды [4].

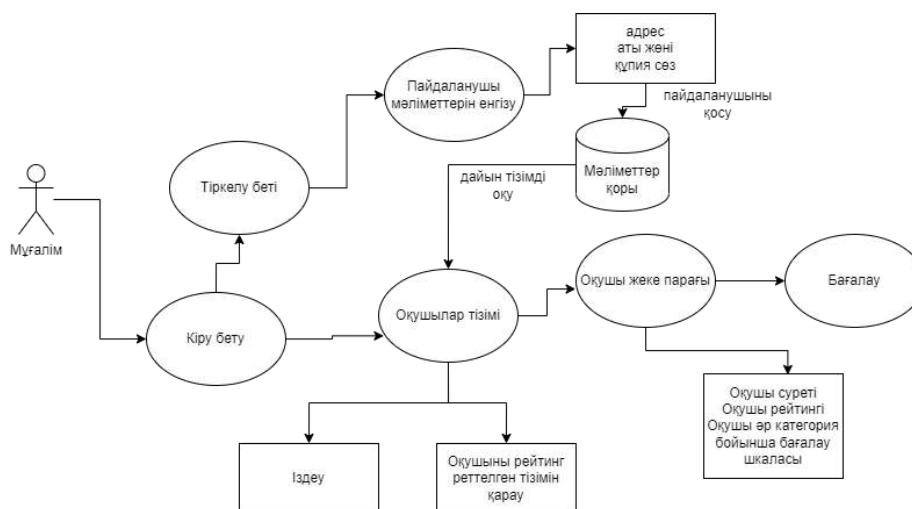
Зерттеудің нәтижелері және талқылау

Қазіргі таңда көптеген білімдік порталдар мен платформалар жалпы қазақ еліне материалдық база ретінде жұмыс жасайды. Зерттеу нәтижесіне сәйкес, біршама бағытта кемшіліктер тұстары көрсетілген. Ең алдымен, мектепті басқару мен барлық оқушыларды мониторинг арқылы бағасы мен сабаққа қатысымын реттеуге болады. Kundelik.kz плафтомасы осы қажеттіліктері қанағаттандыра алады. Оқушылардың жалпы реттелген тобын құру және сол мақсатта арналған «SCORANG» қосымшасы осындай қызметтерге сәйкес болу керек:

- Пайдаланушыларды аккаунтын тіркеу;
- Пайдаланушы аккаунты арқылы кіру;
- Оқушылар тізімін қарау;
- Оқушы аты бойынша іздеу;
- Оқушыны таңдау;
- Жазба қалдыру;
- Бағалау;
- Оқушылар рейтингін қарау.

Пайдалану жағдайларының диаграммасы жобаның басында дайындалды. Пайдалану жағдайының схемасы модельденген жүйенің функционалды дизайнын көрсетеді. 1-суретте көрсетілгендей, жүйе келесі әрекеттерді қолданудың әр жағдайын орындауы керек.

Қосымша қолдану барысында пайдаланушы почта адресі бойынша тіркеледі. Пайдаланушы аты арқылы мәліметтер қорында сақталады. Жүйеге кіргеннен кейін алғашқы бетте оқушылар тізімі шығады. Бұл басты бет ыңғайлы оқушы портфолиоcымен танысу болып табылады. Оқушылар жас бойынша және рейтинг бойынша реттелген күйде көрсетілетін болады. Бұл арнайы мәліметтер қорын басқару алгоритмі арқылы шығарылады. Реттелген тізімде кез келген оқушыны таңдап, оқушы рейтинг бағасына өзгеріс енгізуге мүмкіндік береді.



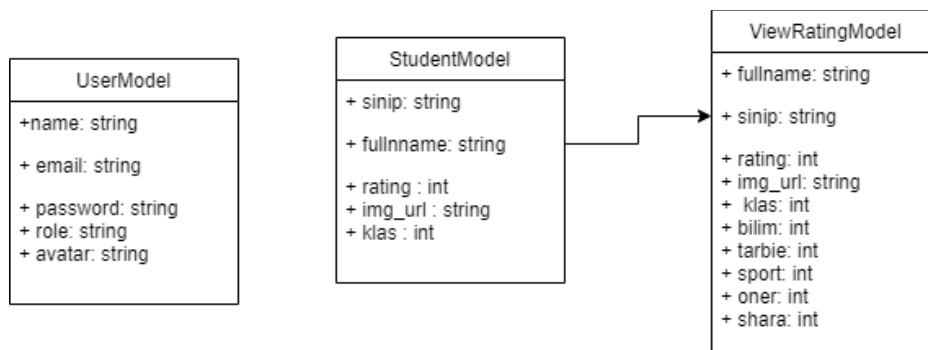
Сурет 1. Қосымшаның функционалдык диаграммасы

Келесі кадамда жүйенің жұмысы үшін ең маңызды нысандарды атап өту үшін нысан кластарының диаграммасы жасалды. Мәліметтер базасының өрістері мен әрекеттерінің жиынтығы нысан деп аталады. Нысан кластары-Cram негізіндегі жүйелердің негізгі құрылыс элементтері. Олар дерекқор кестелерімен бірдей. Нысан кластары үшін Cram генераторы автоматты түрде код құруды қамтамасыз етеді. Нысан кластарында субъектілердің стереотипі бар. Нысан класы-бұл жай объектіге салынған мәліметтер базасының кестесі. Нысанның сипаттамалары дерекқор кестесінің бағандарына түрлендіріледі. Нысандар үшін деректерге қызмет көрсету операцияларына бірнеше оқу, кірістіру, өзгерту, жою және оқу кіреді (бірнеше оқу ішінара кілт негізінде кестеден бірнеше жазбаны оқиды) [5]. Оқу және кірістіру сияқты стандартты операциялар бір дерекқор кестесінде орындалады.

Класс диаграммалары келесі тапсырмалар үшін пайдалануға мүмкіндік беретін бірқатар артықшылықтарға ие:

- сипаттамада орындалуы керек кластарды бөлу үшін егжей-тегжейлі диаграммалар құру;
- сипаттамадан тәуелсіз сипаттаманы қамтамасыз ету;
- қосымшаның бағдарламалық архитектурасын жақсы түсіну;
- жүйенің кез-келген нақты қажеттіліктерін көрнекі түрде көрсету.

Класс диаграммасы ең алдымен әзірлеушілерге дамыған жүйенің тұжырымдамалық моделі мен архитектурасын ұсынуға арналған. Класс диаграммасында көбінесе жүйе үшін анықталған негізгі класстар немесе барлық класстар болады [6]. Үш түрлі нысан әзірленді. Олар пайдаланушы, портфолио және бағалауларды құруға арналады. 2-суретте әзірленген жүйенің басты нысандарының класс диаграммалары көрсетілген.



Сурет 2. Нысан кластарының диаграммасы

Listener интерфейстер әдепкі бойынша Java адаптер кластарын қолдана отырып жүзеге асырылады. Егер біз адаптер класын мұра етсек, Listener интерфейсінің барлық функцияларын орындаудың қажеті жоқ және нәтижесінде бұл кодты үнемдейді.

Адаптер кластарын қолданудың артықшылықтары:

- бұл байланысты емес кластардың бірге жұмыс істеуіне мүмкіндік береді;
- кластарды әртүрлі тәсілдермен пайдалануға мүмкіндік береді;
- класс көрінуін жақсартады;
- класқа байланысты үлгілерді қосуға мүмкіндік береді;
- қосымшаларды әзірлеу үшін қосылатын жиынтығын ұсынады;
- класты қайта пайдалану мүмкіндігін жақсартады [7].

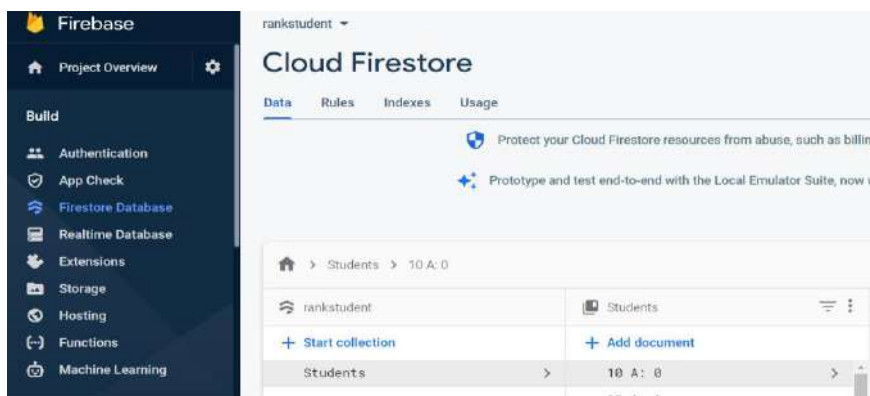
Жабдық құру барысында үш басты құрылым әзірленді. Олар: UserModel, StudentModel, ViewRatingModel. Әр нысанмен жұмыс жасау үшін оларға сәйкес тыңдаушы класс Adapter құрылды. Тыңдаушы кластары нысан кластарын пайдаланушы интерфейсін шығаруға мүмкіндік береді.

Программалық жабдықтың программалау тілі Java тілі алынды және оның артықшылықтары:

- кросс-платформалы тіл;
- жадыны автоматты түрде босату;
- объектілік программалау;
- ағынның ыңғайлылығы;
- Java виртуалды машинасы басқа программалау тілдерінен жасалған Java байт кодын іске қоса алады;
- функционалды программалау мүмкіндігі.

Firebase-бұл пайдаланушыларға ақпаратты сақтауға және алуға, сонымен қатар әртүрлі тәсілдермен өзара әрекеттесуге мүмкіндік беретін бұлтты мәліметтер базасы. Firebase мәтіндік деректерді JSON форматында сақтайды және деректерді оқуды, жаңартуды және шығаруды жеңілдетеді. Сонымен қатар, бұлтты сақтау арқылы Firebase пайдаланушыларды тіркеуге және шешуге, сеанстарды (уәкілетті пайдаланушылар) сақтауға және жай ғана қол жеткізуге болатын медианы сақтауға көмектеседі [8,9].

Мәліметтер қорын сақтау орны ретінде Firebase жүйесі қолданылды. Firebase консолі жобаға көптеген мүмкіндіктер береді. Жоба әзірлеу барысында Authentication, Firestore Database, Realtime Database, Storage мүмкіндіктері қолданылды (3-сурет).



Сурет 3. Firebase жүйесі

Android Studio ресми Google бағдарламалау ортасы болғандықтан, соңғы жаңартулармен қамтылған болып келеді. JetBrains-тің IntelliJ идеясына негізделген, ол ортаның интерфейсімен жұмыс жасау барысы ыңғайлы әрі жеңіл болып келеді [10]. Жобаның басты жаңашылдығы бағалаудың жаңа үлгісі болып табылады. Бұл үлгіде оқушыны бес категория бойынша жалпы 100 балды құрайтын бағалау шкалалары арқылы берілген. Басты бетте оқушылар тізімі шыққан кезде, әр оқушыны парағын жеке қарауға мүмкіндік бар. Жеке парақта оқушының портфолиосы ашылып оқушыны бағалау мүмкіндігі қарастырылған. Әр оқушының жалпы рейтингі және бес түрлі категория бойынша бағалау шкаласын тарту арқылы өзгерту болады. Шкала тарту барысында сандық көрсеткіш те өзгеріске ілесіп, өзгеріп отырады. Жоғары балл әр категория бойынша 20 балл болып келеді. Әр оқушыны бағалау нәтижесі деректер қорында сақталады. Басты бетте әр пайдаланушы тарапынан берілген орта баға арқылы пайдаланушының нақты рейтингі шығады [11]. Әзірленген жүйеде мұғалімдер мен қарапайым пайдаланушылар жүйеге тіркелу мүмкіндігі қарастырылған. Дайын мәліметтер қорын құру арқылы барлық пайдаланушыларға оқушылар тізімін қарауға болады. Әр оқушының жеке портфолиосы барлық пайдаланушылардың ортақ рейтингісін шығару арқылы әзірленеді.

Қорытынды

Программалық жабдықты жобалау және құру үшін мына әрекеттер жүзеге асырылды:

- Заманауи сандық электронды ресурстар мен жабдықтардың оқу үдерісі мен білімді бақылауға арналған түрлері зерделенді;
- Заманауи технологияларды, программалық жабдықтар іріктеліп, ең тиімдісі таңдалды;
- «SCOORANG» мобильді қосымшасының моделін құрылды;
- «SCOORANG» мобильді қосымшасы құрылды.

Зерттеу жүргізу барысында білім берудегі сандық ресурстар зерделенді, үздіктері анықталып, қоғамға қажет жабдық түрлері анықталды, білімдік ресурстарды әзірлеуге арналған программаларға талдау жүргізіліп, оқушылардың рейтингін анықтау мақсатында құрылған «SCOORANG» мобильді қосымшасы әзірленді. Қосымша кез келген шағын оқушылары бар ұйымда немесе оқу орнында мұғалімдердің ортақ пікірлерінің жиынтығы арқасында оқушылар арасынан үздік оқушыларды, оқушылардың дарындылығы мен икемділігін анықтауға мүмкіндік береді. Әзірленген қосымшада оқушылар тобының реттелген тізімі берілген және оларды бағалауға арналған жаңа бес категория арқылы бағалау түрі ұсынылған. Сонымен қатар қосымшаны оқушылар арасында пікір алмасу мақсатында қолдануға болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Куликова С. В., Баяндин Н.И., Тельнов Ю.П. Система дополнительного образования в условиях цифровой экономики // Плехановский научный бюллетень 1, 2018, С. 41-45.
- 2 Gupta A., Panda D. K., Pande M. (2018) Development of mobile application for laundry services using android studio. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(12), 10623-10626.
- 3 Ерекешева М., Бедер А. Программалауға арналған қосымшаны құру. // ҚазҰПУ хабаршысы, -2020.- №2.- Б.198-202. <https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.33>
- 4 Ұзақбаев Н., Ерекешева М. Android платформасында клиент- серверлі қызметкерлерді таңдау қосымшасын құру. // ҚазҰПУ хабаршысы, -2020. -№3(71). -Б.233-236. <https://doi.org/10.51889/2020-3.1728-7901.41>
- 5 Hagos, T. (2020). *Android Studio IDE*. In *Learn Android Studio 4* (pp. 31-45). Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6121-7_3.
- 6 Khawas, C., Shah, P. (2018). Application of firebase in android app development-a study. *International Journal of Computer Applications*, 179(46), 49-53. <https://doi.org/10.5120/ijca2018917200>.
- 7 Verma, N., Kansal, S., Malvi, H. (2018). Development of native mobile application using android studio for cabs and some glimpse of cross platform apps. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(16), 12527-12530.
- 8 Mocar, M. A., Fageeri, S. O., & Fattoh, S. E. (2019, September). Using firebase cloud messaging to control mobile applications. In *2019 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCEEE46830.2019.9071008>.
- 9 Sudiartha, I. K. G., Indrayana, I. N. E., Suasnawa, I. W., Asri, S. A., Sunu, P. W. (2020). Data structure comparison between MySQL relational database and firebase database NoSql on mobile based tourist tracking application. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1569, No. 3, p. 032092). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032092>.
- 10 Devi, P. G., Chandana, S., & Sathish, P. (2021, July). Design and Development of Android Application for Virtual Birthday Present. In *2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)* (pp. 752-757). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCES51350.2021.9489255>.
- 11 Zelenchuk, D. (2019). *Android Test Automation Tooling*. In *Android Espresso Revealed* (pp. 209-229). Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4315-2_10.

References:

- 1 Kulikova S. V., Bajandin N.I., Tel'nov Ju.P.(2018) Sistema dopolnitel'nogo obrazovaniya v usloviyah cifrovoj jekonomiki [The system of additional education in the digital economy] // Plehanovskij nauchnyj bjulleten' 1, 41-45. (In Russian)
2. Gupta A., Panda D. K., Pande M. (2018) Development of mobile application for laundry services using android studio. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(12), 10623-10626.
- 3 Erekeshova M., Beder A. (2020) Programmalaуға арналған қосымшаны құру [Creating a Programming Application] // QazUPU habarshysy. №2, 198-202. (In Kazakh) <https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.33>.
- 4 Uzaqbaev N., Erekeshova M.(2020) Android platformasynda klient - serverli qyzmetkerlerdi tандаu qosymshasyн quru [Creating a client-server application for employees on the Android platform] // QazUPU habarshysy, -№3(71). 233-236. (In Kazakh) <https://doi.org/10.51889/2020-3.1728-7901.41>.
- 5 Hagos, T. (2020). *Android Studio IDE*. In *Learn Android Studio 4* (pp. 31-45). Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6121-7_3.
- 6 Mocar, M. A., Fageeri, S. O., & Fattoh, S. E. (2019, September). Using firebase cloud messaging to control mobile applications. In *2019 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCEEE46830.2019.9071008>.
- 7 Verma, N., Kansal, S., Malvi, H. (2018). Development of native mobile application using android studio for cabs and some glimpse of cross platform apps. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(16), 12527-12530.
- 8 Khawas, C., Shah, P. (2018). Application of firebase in android app development-a study. *International Journal of Computer Applications*, 179(46), 49-53. <https://doi.org/10.5120/ijca2018917200>.
- 9 Sudiartha, I. K. G., Indrayana, I. N. E., Suasnawa, I. W., Asri, S. A., Sunu, P. W. (2020). Data structure comparison between MySQL relational database and firebase database NoSql on mobile based tourist tracking application. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1569, No. 3, p. 032092). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032092>.
- 10 Devi, P. G., Chandana, S., & Sathish, P. (2021, July). Design and Development of Android Application for Virtual Birthday Present. In *2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)* (pp. 752-757). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCES51350.2021.9489255>.
- 11 Zelenchuk, D. (2019). *Android Test Automation Tooling*. In *Android Espresso Revealed* (pp. 209-229). Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4315-2_10.

МРНТИ 14.25: 28.17.33
УДК 373.5:004.946

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.017>

С.М. Сарсимбаева^{1*}, М.У. Мукашева², Г.Б. Дузбаева¹

¹ Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актобе, Казахстан

² Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, г. Астана, Казахстан

*e-mail: sarsi@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы развития методологической основы совместного обучения с применением компьютерных систем. Показаны преимущества технологии виртуальной реальности для развития идей совместного обучения. Изложены вопросы организации совместного обучения с применением среды виртуальной реальности, приведены примеры последних работ, в которых показано применение платформы Open Simulator. Показаны возможности известной платформы виртуальной реальности Rumii, приведен пример применения платформы виртуальной реальности Rumii для организации совместного обучения. Авторы приходят к выводу, что применение виртуальной реальности для совместного обучения дает хорошие результаты. Для организации занятий для совместного обучения с применением технологии виртуальной реальности могут использоваться онлайн-платформы виртуальной реальности, такие платформы как Open Simulator, Rumii в качестве виртуальной образовательной среды в обучении усиливают возможности совместного обучения. Статья полезна для учебных заведений, педагогов-исследователей, стремящихся к внедрению инновационных решений в учебный процесс.

Ключевые слова: совместное обучение, виртуальная реальность, VR, платформа виртуальной реальности, Rumii, учебная среда виртуальной реальности, VRLE, групповая работа.

Аңдатпа

С.М. Сарсимбаева¹, М.У. Мукашева², Г.Б. Дузбаева¹

¹ Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан

² Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, Астана қ., Қазақстан

БІРЛЕСТІРЕ ОҚЫТУ ҮШІН ВИРТУАЛДЫ ШЫНАЙЫЛЫҚ ПЛАТФОРМАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ

Мақалада компьютерлік жүйелерді қолдана отырып, бірлестіре оқытудың әдіснамалық негізін дамыту мәселелері қарастырылған. Бірлестіре оқыту идеяларын дамыту үшін виртуалды шынайылық технологиясының артықшылықтары көрсетілген. Виртуалды шынайылық ортасын қолдана отырып, бірлестіре оқытуды ұйымдастыру мәселелері баяндалған, Open Simulator платформасын қолдануды көрсететін соңғы жұмыстардың мысалдары келтірілген. Белгілі Rumii виртуалды шынайылық платформасының мүмкіндіктері көрсетілген, Бірлестіре оқытуды ұйымдастыру үшін Rumii виртуалды шынайылық платформасын қолдануының мысалы келтірілген. Авторлар бірлестіре оқыту үшін виртуалды шынайылық қолдану жақсы нәтиже береді деген қорытындыға келеді. Виртуалды шынайылық технологиясын қолдана отырып, бірлестіре оқыту сабақтарын ұйымдастыру үшін онлайн виртуалды шынайылық платформаларын пайдалануға болады, мысалы, Open Simulator, Rumii сияқты платформалар оқытудағы виртуалды білім беру ортасы ретінде білім беру мүмкіндіктерін арттырады. Мақала оқу орындарына, оқу процесіне инновациялық шешімдерді енгізуге ұмтылатын педагог-зерттеушілерге пайдалы.

Түйін сөздер: бірлестіре оқыту, виртуалды шынайылық, VR, виртуалды шынайылық платформасы, Rumii, виртуалды шынайылық негізіндегі оқыту ортасы, VRLE, топтық жұмыс.

Abstract

USING VIRTUAL REALITY PLATFORMS FOR COLLABORATIVE LEARNING

Sarsimbayeva S.M.¹, Mukasheva M.U.², Duzbayeva G.B.¹

¹ K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan

² National Academy of Education named after Y. Altynsarin, Astana, Kazakhstan

The article discusses the issues of the development of the methodological basis of collaborative learning using computer systems. The advantages of virtual reality technology for the development of collaborative learning ideas are shown. The issues of organizing collaborative training with the use of a virtual reality environment are outlined; examples

of recent works showing the use of the Open Simulator platform are given. The possibilities of the well-known virtual reality platform Rumii are shown, an example of the application of the virtual reality platform Rumii for the organization of collaborative training is given. The authors conclude that the use of virtual reality for collaborative learning gives good results. To organize classes for collaborative learning using virtual reality technology, online virtual reality platforms can be used, such platforms as Open Simulator, Rumii as a virtual educational environment in training enhance the possibilities of collaborative learning. The article is useful for educational institutions, teachers and researchers seeking to introduce innovative solutions into the educational process.

Keywords: collaborative learning, virtual reality, VR, virtual reality platform, Rumii, virtual reality learning environment, VRLE, group work.

Введение

В последние годы получила развитие технология виртуальной реальности. Применение технологии виртуальной реальности в обучении обозначила новую эру в образовании. На сегодня все согласны с огромным потенциалом технологии виртуальной реальности для применения в области образования. Комфортной и безопасной для использования виртуальная реальность стала в последние годы, поэтому у разработчиков, у учителей, использующих эти разработки не было времени осмыслить тот потенциал, которым обладает данная технология в сфере образования. Изучение этого потенциала на сегодня является первостепенной задачей. И нужно ответить на вопрос: как это сделать правильно. Какие педагогические методики будут способствовать выделению, подчеркиванию, оптимальному использованию преимуществ виртуальной и дополненной реальности в образовательном контексте и смогут эти методики привести к её внедрению в учебный процесс и какие факторы определяют это? Этим вопросом задаются эксперты, как в области виртуальной реальности, так и в области образования.

Различные методические аспекты использования виртуальной реальности рассматриваются в контексте использования с современными новаторскими образовательными технологиями, такими как проектное обучение, обучение на основе мышления, геймификация, методика совместного обучения. Методика совместного обучения будь это групповая, совместная работа в классе, или на расстоянии (дистанционное обучение) хорошо сочетается с технологией виртуальной реальности.

Целью данного исследования является изучение и анализ методологии совместного обучения в школе с применением технологий виртуальной реальности, а также освещение результатов исследований по использованию VR технологий для совместного обучения с использованием платформ виртуальной реальности.

Методология исследования

Виртуальная реальность предоставляет большие возможности для моделирования различных сред и ситуаций в качестве воспроизводимых и контролируемых учебных сред. Обучение – это по своей сути совместная работа, когда ученики и учителя работают вместе для достижения конкретных целей. В последнее время мы стали свидетелями значительных усилий по использованию виртуальных учебных сред во многих сложных учебных контекстах, например, в обучении полиции, в обучении служб быстрого реагирования, в обучении пожарных и других. Эти социальные и многопользовательские аспекты совместной работы в виртуальной учебной среде до сих пор мало изучались. Поэтому требуются исследования, обсуждения потенциала и перспектив виртуальных учебных сред в условиях совместного обучения. Эти исследования могут проходить по направлениям, таким как предоставление указанными технологиями новых возможностей для группового совместного обучения, исследование интерфейсов виртуальной реальности для совместной работы, а также исследования многопользовательского взаимодействия в виртуальной учебной среде.

Использованию компьютерных систем и разработкой методики их использования для совместного обучения посвящены работы ученых М.Скардамалия (M.Scadamalia) и К.Берайтер (C.Bereiter) [1]. Ими разработана компьютерная обучающая среда (Computer Supported Intentional Learning Environment - CSILE) или форум знаний (Knowledge Forum). Этот форум знаний представляет собой виртуальную образовательную среду, в которой размещены учебные материалы, и где студенты и преподаватели могут обмениваться данными, идеями, обсуждать работы и анализировать результаты исследований. По мнению М.Скардамалия и К.Берайтер реализованный ими совместный подход к обучению, с применением компьютерных технологий, дает возможность добиться более высоких показателей обучения, по сравнению с традиционными методами.

С тех пор было разработано множество компьютерных обучающих сред для совместного обучения. История развития образовательных платформ для совместного обучения представлена в работе [2]. Благодаря развитию образования и интернет-технологиям двумерные образовательные среды начинают уступать свое место трехмерным виртуальным мирам с большим количеством средств коммуникации и взаимодействия, технологиям Web 3.0, которые предлагают среду обучения с преподавателем или без него, синхронно-асинхронную и индивидуально-совместную.

Совместное образование стало возможным на основе виртуальной реальности. Совместное обучение с помощью виртуальной реальности можно разделить на платформы виртуальной реальности и многопользовательские приложения виртуальной реальности.

Появились среды виртуальной реальности, предназначенные для совместной учебной деятельности. Эта ситуация порождает новые инновационные методы обучения и инструменты, которые используют возможности, предлагаемые погружением, трехмерным взаимодействием, ощущением присутствия и потоком виртуальной реальности. Преимущества использования этих сред были продемонстрированы в научных исследованиях посвященных применению виртуальной реальности для совместной учебной деятельности. В 1998 году вышла статья Э.Черчилль (E.F.Churchill) и Д.Сноуден (D.Snowdon), посвященная использованию виртуальной реальности для совместного обучения [3]. В ней впервые были определены такие понятия как виртуальная среда совместной работы (Collaborative Virtual Environment или CVE). CVE – это распределенная виртуальная реальность, предназначенная для поддержки совместной деятельности.

В работе малайзийских ученых [4] описана среда совместного обучения (Collaborative Learning Environment - CLE), представляющая собой виртуальную реальность, позволяющая осуществлять процесс обучения, в которой учащиеся выполняют общую задачу, где каждый зависит от другого и несет ответственность друг перед другом. В работах [5-6] представлены и описаны среды совместного обучения и различные способы их применения. Среда фокусируется на облегчении процесса обучения через совместную работу. Рассматриваются технологии виртуальной и дополненной реальности, которые используют систему совместной работы.

Одними из первых платформ виртуальной реальности используемых для совместной работы стали платформы Second Life, Open WonderLand, Open Simulator, созданных в начале 2000 годов.

Есть множество исследований, посвященных применению платформ Second Life, Open WonderLand для совместной работы, например [7], в работе [8] обобщены некоторые результаты по применению указанных платформ виртуальной реальности для совместной работы. Работе на платформе Open Simulator посвящены работы [9-10].

Это исследование было направлено на использование платформы виртуальной реальности Open Simulator в учебном процессе, на изучение опыта студентов, создающих 3D-проекты в многопользовательских виртуальных 3D-средах. В этом исследовании приняли участие 40 студентов-добровольцев младших курсов, студенты факультета компьютерного образования и учебных технологий, которые прошли факультативный курс «Педагогический дизайн». Участники в роли дизайнера на протяжении всего процесса создавали 3D-проекты на открытой платформе виртуальной реальности Open Simulator. Для решения совместной реальной задачи они работали в группах. В конце каждого занятия студенты индивидуально применяли шкалу для измерения полученных навыков. В результате исследования был сделан вывод, что опыт участников, и тех кто занимался вне платформы, и тех кто занимался на платформе не различался по полу и общему среднему баллу.

В работе [10] анализируется использование частичного, но тщательно реконструированного объекта культурного наследия, разработанного в рамках Open Simulator и используемого для обучения. Анализ проводился как с точки зрения дискурса, так и количественного анализа. Анализ дискурса сравнивает развитое присутствие в виртуальном мире с традиционными методами предоставления контента с точки зрения большого набора известных характеристик. А количественный анализ основан на данных, полученных от пользователей после проведения простых обучающих экспериментов. Выяснилось, что такие свойства, как реализм, удобство, расширенная навигация, детализированность и социальный характер, значительно привлекали внимание пользователей при обучении. Обучение было быстрым по сравнению с традиционными методами, однако некоторым пользователям было немного сложно начать изучать контент. Ответы пользователей до и после обучения показали, что их уровень знаний значительно повысился.

По работам [9-10] можно видеть, что платформа виртуальной реальности Open Simulator до сих пор широко используется на практике для совместного обучения и дает хорошие результаты.

Развитие высокоскоростных сетевых соединений и браузерных VR-технологий, таких как WebGL, способствуют развитию и применению VR-платформ, принимающих парадигму совместного обучения. Появились новые платформы виртуальной реальности, которые получили признание и на сегодня это такие платформы как Meta Horizon Workrooms от компании Meta Platforms Inc., vSpatial, Rumii, Engage.

Horizon Workrooms [11] – это платформа для совместных встреч в виртуальной реальности с офисными пространствами и множеством полезных инструментов для VR-сотрудничества.

Платформа vSpatial [12] предоставляет иммерсивное рабочее пространство для XR. Например, vSpatial переносит ваше рабочее пространство в Rift Surround с неограниченным количеством мониторов и переходит в режим фокусировки. На платформе можно получить доступ к браузеру, профессиональным инструментам для работы/дизайна и приложениям для потоковой передачи музыки в виртуальной реальности.

Платформа Rumii [13] является социально-виртуальной реальностью пространства, которое позволяет людям сотрудничать и общаться в одной комнате из любой точки мира - как будто они все в том же физическом месте. Rumii можно использовать с помощью гарнитур виртуальной реальности и настольных компьютеров для совместной работы, классов и встреч. Подходит она и для удаленных команд, для целей образования. Не поддерживает русский язык. Платформа Rumii поддерживает персональные компьютеры, Mac и операционные системы Android, iOS, а также новейшее оборудование виртуальной реальности: Windows Mixed Reality от компаний ASUS, Samsung, HP, Lenovo, Dell, Acer, а также Oculus, HTC Vive.

Платформа виртуальной реальности Engage [14] предоставляет большие возможности для образовательных целей. Платформа, позволяющая компаниям эффективнее взаимодействовать с клиентами, сотрудниками, поставщиками по всему миру и предоставляющая образовательным учреждениям новый способ взаимодействия со своими учениками. В ENGAGE LINK есть места, которые называются Plazas. Это такие общественные пространства, которые ориентированы на специальную группу пользователей. Среди них есть и пространство под названием Education Plaza. Education Plaza – это пространство для учреждений образования (рис.1). И сейчас туда входят Стэнфордский университет и Victory XR, Optima Ed, Университет Майами Патти, Adtalem и бизнес-школа Аллана Герберта. На платформе Engage размещены 10 «Метаверситетов», которые финансируются за счет компании и предоставляют образование тысячам студентов в США. Названные платформы доступны только в платном режиме, поэтому у нас широко еще не применяются.

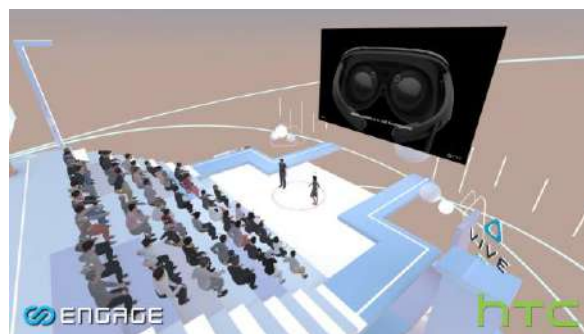


Рисунок 1. Один из видов платформы Engage с пространством Education Plaza

С помощью платформы виртуальной реальности Rumii, и аналогичными платформами, можно организовывать виртуальную образовательную среду. Занятия могут проводиться как в форме лекций, так и форме практикумов. Преимущества таких платформ заключается в том, что они позволяют организовать полноценный интерактивный режим. К примеру, во время урока можно смоделировать любую ситуацию: путешествие, полет на вертолете, зайти внутрь молекулы и другие. Rumii – это приложение, предназначенное для проведения встреч и собраний, которое можно использовать как образовательную платформу виртуальной реальности. У Rumii достаточно лаконичные, простые интерфейсы, есть главное меню и это позволяет новичкам быстро разобраться в возможностях платформы. Для совместного использования есть встроенный веб-браузер, а также базовое прототипирование на основе 3D-моделей, что делает совместное взаимодействие удобным.

В техническом плане для создания виртуальной реальности используют шлемы виртуальной реальности, такие как HTC Vive, Oculus. Хотя надо отметить замеченный недостаток – это существование разницы между возможностями пользователей Oculus Quest и Desktop: пользователи мобильной платформы не могут смотреть трансляцию экрана или веб-камеры компьютера. Характеризуя качество графики, можно отметить, что это упрощенная графика без стилизации, с уклоном во всем на минимализм: персонажи, окружение, меню. Пользователи, погруженные в эти пространства, представлены в виде цифровых персонажей, называемых аватарами. В кроссплатформенном решении лаконичная графика снимает нагрузку на платформу. Поддерживаемые платформы: настольные решения, приложения виртуальной реальности и мобильные приложения. Главные плюсы графики Rumii – это разработка собственного персонажа и кастомизация сцены, импорт 3D-моделей, небольшие игры с интерактивом, трансляция экрана и браузера (рис.2).



Рисунок 2. Виртуальная классная комната на платформе Rumii [13]

Стимулом к применению авторами платформы Rumii стал пример применения студентами Кембриджского университета. Кембриджские студенты-антропологи и студенты Восточного Китая исследовали нарисованные символы на гробнице, найденного на плато Гиза. Вроде ничего нет необычного в таком исследовании. Но если учесть, что эти две группы находились в совершенно разных концах света и ни один человек не был непосредственно в Африке. Такое стало реальным благодаря возможностям виртуальной платформы Rumii, которую разработали компания Doghead. На платформе Rumii был создан виртуальный класс, созданы трехмерные модели объектов, которые изучались и они были загружены в этот виртуальный класс. Студенты-исследователи управляли своими виртуальными аватарами, хотя находились за много километров от реального места исследования. Авторами статьи были разработаны и проведены уроки по дисциплине «Информатика» для учеников 6 класса общеобразовательной школы с применением образовательной платформы виртуальной реальности Rumii. Например во время пандемии, на уроке по теме «Как работает компьютер?» у учеников была возможность самостоятельно собрать необходимую комплектацию компьютера в виртуальной реальности, также как в реальном мире. Для подключения к магистрали компьютера нового периферийного устройства, на уроке необходимо было использовать необходимый контроллер и установить соответствующий драйвер. Совместная работа виртуальных рук помогли подключить периферийные устройства к магистрали через контроллеры или адаптеры, контроллера клавиатуры, адаптера монитора. Через магистраль контроллер постоянно взаимодействует с процессором и оперативной памятью компьютера (рис.3).

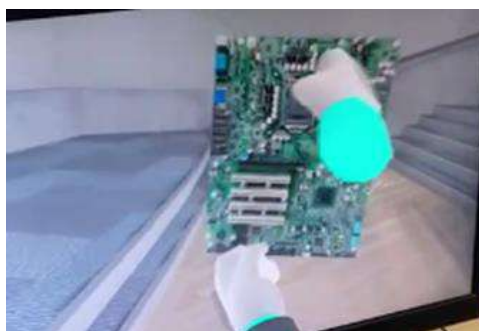


Рисунок 3. На платформе Rumii совместная работа с материнской платой

Итак, виртуальная образовательная платформа Rumii обладает большими возможностями для организации учебного процесса в школе, такими как:

- платформа виртуальной реальности Rumii является одной из уникальных и перспективных направлений в развитии образовательных сред обучения;
- платформа позволяет проводить обсуждение совместной темы здесь и сейчас с обзором 360°, создавая эффект присутствия;
- применение технологии виртуальной реальности в образовательной среде Rumii делает возможным проведение лекций для больших аудиторий;
- на Rumii можно проводить практические занятия с погружением в виртуальную реальность, что позволит «потрогать руками» изучаемый объект, осмотреть его со всех сторон, создавая полное ощущение интерактивного режима;
- технологии виртуальной реальности открывают для совместного обучения различные возможности, которые могут сыграть ключевую роль в решении важных задач и вывести на новый уровень качество образования;
- платформа позволяет сохранить урок, позволяя просмотреть его при необходимости снова.

Перед учителями и учениками открываются широкие перспективы для применения образовательных платформ виртуальной реальности в целях обучения, и в первую очередь для совместного обучения. Исследователи, изучающие образовательные возможности виртуальной реальности, часто отмечают значительное преимущество настоящей виртуальной реальности с использованием головного дисплея (HMD) по сравнению с настольной виртуальной реальностью (DVR) или 360-видео в обучении. Рассматриваемые исследователями различные аффордансы виртуальной реальности в образовании позволяют предположить, что виртуальная реальность как среда обучения имеет не только уникальные, но и широкие возможности, способствующие улучшению результатов обучения. Это повышение мотивации к обучению у учащихся различных возрастов и полов, содействие улучшению результатов обучения у учащихся, которые испытывают различные трудности в школе, привлечение учащихся школ к исследованиям в целях развития интереса к научному образованию и другие. И сейчас, когда появились доступные и современные VR-гарнитуры, обеспечивающие полное погружение, присутствие и интерактивность в виртуальной реальности как в обычном классе, все чаще возникает необходимость рассматривать обучающие возможности данной технологии как целостной учебной среды, которая имеет собственное виртуальное пространство с уникальными свойствами и динамично развивающейся концепцией обучения. Предполагается, что в перспективе учебная среда виртуальной реальности (VRLE, virtual reality learning environment) вполне может рассматриваться в качестве альтернативы традиционной учебной среды. Здесь нужно отметить, что в целях исследования перспектив и возможностей виртуальной реальности как альтернативой учебной среды в школе нами были изучены вопросы: «что ожидают ученики и учителя от виртуальной реальности как учебной среды с новыми условиями, отличающимися от традиционной классной комнаты?», «может ли виртуальная реальность заменить традиционную учебную среду в классной комнате?» [15].

Виртуальные реальность на основе платформ - это наиболее продвинутая форма виртуальных сред, которые предлагают лучшие возможности для обучения. Они особенно хорошо подходят для образования, чтобы справиться с физическими ограничениями, введенными в связи со вспышкой COVID-19, поскольку они предлагают своим пользователям возможность погружения в учебный процесс. Это интерактивные онлайн-пространства, которые являются совместными, постоянными, согласованными и социальными по своей природе. Виртуальные миры предлагают передовые методы навигации, такие как полет и телепортация, для облегчения быстрого обучения. Это показало, что такие свойства, как реалистичность, дружелюбие, расширенная навигация, детализация и социальный характер, значительно привлекают внимание пользователей при обучении. Обучение проходит быстрее по сравнению с традиционными методами. Нужно признать, что если группа людей желает обучаться совместно, то это создает новую культуру обучения, меняет атмосферу обучения. Обсуждения, новые идеи и совместные решения дают результаты в виде навыков, которые остаются навсегда. На современном уровне развития технологий, выбирая инструменты и разрабатывая стратегию обучения, нужно учитывать, что в центре внимания находится обучение на совместной основе с применением виртуальной реальности. А также авторы приходят к выводу, что использование совместной образовательной среды виртуальной реальности в учебном процессе будет давать стимул учащимся к рефлексии и самообразованию, а это в свою очередь повысит эффективность обучения.

Результаты

В статье рассмотрены вопросы организации совместного обучения на основе виртуальной реальности. Исследован опыт применения виртуальной реальности для совместного обучения в других странах, в частности:

- приведены примеры исследований, в которых применяются приложения виртуальной реальности для выполнения совместной работы;
- показаны виды виртуальной реальности, такие как многопользовательские системы, платформы виртуальной реальности: vSpatial, Engage, Rumii и другие для организации совместной работы;
- показаны возможности современных платформ виртуальной реальности для организации совместной работы;
- приведен пример использования возможностей платформы виртуальной Rumii на уроке информатики для организации совместной работы.

Дискуссия

И до этой работы были предложены работы по применению виртуальной реальности для организации учебного процесса. Авторы привели новые возможности по применению платформ виртуальной реальности в учебном процессе, в частности при организации совместного обучения. Современные платформы виртуальной реальности, такие как Rumii, Engage дают широкие возможности для организации совместного обучения.

Виртуальная реальность, как одна из форм совместного обучения с компьютерной поддержкой (CSCL) получила и получает поддержку у педагогов-исследователей и может использоваться в учебном процессе. Но на стадии применения указанных технологий и методов на практике, возникает множество вопросов, связанных с формой проведения занятий, с методикой применения виртуальной реальности, с программным обеспечением совместного обучения на основе виртуальной реальности.

Несмотря на преимущества виртуальной реальности, в немногих исследованиях изучалось их использование в образовательных целях для совместного обучения. Необходимо отметить, что применение совместного обучения играет важную роль для школ и в целом для образовательных учреждений. Это связано с тем, что технология совместного обучения совместима с системой уроков в школах и образовательных учреждениях. При этом содержание образования остается прежним, не изменяется. Совместное обучение позволяет прогнозировать результаты обучения, и затем получить их заранее. Также технологии совместного обучения, создают условия для активизации обучения каждого ученика и позволяют углубить знания учеников, развить уровень компетенций и практических навыков. И для всех этих исследованных возможностей совместного обучения, применение технологии виртуальной реальности дает новый импульс, как показано в данной работе.

Настоящее исследование демонстрирует потенциал преимуществ виртуальных учебных сред, что важно для повышения вероятности получения более высоких результатов в обучении, по сравнению с традиционными парадигмами. Совместное использование иммерсивного, с высокой степенью сотрудничества обучения особенно недостаточно изучено, и, таким образом, настоящее исследование может служить конкретным примером его реализации.

Выводы

Настоящее исследование вносит свой вклад в изучение совместного обучения в виртуальных средах. Как показывают результаты исследования, для совместного обучения существуют различные вариации применения технологии виртуальной реальности. Как показано в работе применение виртуальной реальности для совместного обучения дают хорошие результаты. Для организации занятий для совместного обучения с применением технологии виртуальной реальности могут использоваться специальные приложения виртуальной реальности, а также онлайн-платформы виртуальной реальности, такие как Rumii, Engage.

Полученные результаты представляют интерес для учебных заведений, педагогов-исследователей ищущих новые способы обучения школьников и студентов и открывают новые возможности для исследований по использованию иммерсивных технологий в совместном обучении. Возникающие при этом вопросы эффективности использования таких систем, вопросы разработки многопользовательских систем виртуальной реальности для совместного обучения, применения платформ виртуальной реальности для совместного обучения ждут своего решения.

Статья подготовлена по результатам исследовательского проекта №AP14870741 в рамках грантового финансирования научных исследований Министерством образования и науки Республики Казахстан на 2022-2024 гг.

References:

- 1 Scardamalia, Marlene & Bereiter, Carl. *Computer support for knowledge-building communities*. T. Koschmann (Ed.). CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.
- 2 Mikropoulos, Tassos A. and Natsis, Antonis. "Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009)." *Computers & Education* 56, no 3(April 2011):769-780, 2011.
- 3 Churchill, Elizabeth & Snowdon David. "Collaborative virtual environments: An introductory review of issues and systems" *Virtual Reality*, no 3(1) (1998): 3-15. <https://doi.org/10.1007/BF01409793>
- 4 Nur Affendy, Nor'a Muhammad & Wanis, Ismail Ajune. "A Review on Collaborative Learning Environment across Virtual and Augmented Reality Technology" // *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 551 012050. 2019. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/551/1/012050/pdf>
- 5 Greenwald, Scott; Kulik, Alexander; Kunert, Andre; Beck, Stephan; Frohlich, Bernd; Cobb, Sue; Parsons, Sarah; Newbutt, Nigel et all. 'Technology and applications for collaborative learning in virtual reality.' // *Making a Difference: Prioritizing Equity and Access in CSCL, 12th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)*. Pennsylvania, USA. (June 2017). <https://doi.org/10.22318/CSCL2017.115>.
- 6 Leubou, Richard Ngu; Crespin, Benoit; Trestini, Marc; Zintchem, Marthe Aurelie. "A web-based collaborative virtual reality environment for distance learning" *Computer Science International journal of scientific and research publications* 11, no 3 (March 2021): 182-188. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.11.03.2021.P11125>.
- 7 Zahira Merchant, Ernest T Goetz, Wendy Keeney-Kennicutt, Oi-man Kwok, Lauren Cifuentes, and Trina J Davis. *The learner characteristics, features of desktop 3d virtual re- ality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis*. *Computers & Education*, 59(2):551-568, 2012.
- 8 Ip, Horace H.S. & Li, Chen. "Virtual Reality-Based Learning Environments: Recent Developments and Ongoing Challenges." *International Conference on Hybrid Learning and Continuing Education* (July 2015). https://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-20621-9_1
- 9 Dogan, Dilek; Demir, Omer; Tuzun, Hakan. "Exploring the role of situational flow experience in learning through design in 3D multi-user virtual environments." *International Journal of Technology and Design Education* 32, no 4: 2217-2237 (September 2022). <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09680-8>
- 10 Farooq, Umar; Rabbi, Ihsan; Akbar, Sajida; Zia, Kashif; Rehman Waheed Ur. "The impact of design on improved learning in virtual worlds: an experimental study". *Multimedia Tools and Applications* 81, no 13: 18033-18051 (March 2022). <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12593-w>
- 11 *Workrooms is a virtual space Meta Horizon*. <https://www.meta.com/work/workrooms>.
- 12 *The official website of the vSpatial platform*. <https://www.vspatial.com/downloads>.
- 13 *The official website of the Rumii platform*. <https://www.dogheadsimulations.com/rumii>.
- 14 *The official website of the Engage platform*. <https://engagevr.io>.
- 15 Mukasheva, Manargul; Kornilov, Iurii; Beisembayev, Gani; Soroko, Nataliia, Sarsimbayeva, Saule & Omirzakova, Aisara. "Contextual structure as an approach to the study of virtual reality learning environment". *Cogent Education* 10, no 1. (January 2023). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2165788>

Д.Ж. Сатыбалдина¹, К.А. Калымова^{2*}, Д.М. Сыдыков¹,

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

²Казахский национальный женский педагогический университет, г.Алматы, Казахстан

*e-mail: gulzia_kalymova@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСФЕРА ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Аннотация

В последние годы машинное обучение применяется в различных областях и приложениях, и его использование продолжает увеличиваться. Сложные задачи требуют большого количества данных и времени для обучения, и данные нужно пометить для обучения с учителем. Трансферное обучение позволяет сократить объем исходных данных и время обучения или повысить точность решения интеллектуальной задачи. В работе представлены результаты экспериментальных исследований по распознаванию статических жестов рук на основе предлагаемой нами модели глубокой нейронной сети, с традиционным полным обучением на всех параметрах, и сверточной нейронной сети архитектуры VGG-16, предобученной с использованием концепции трансфера обучения. Программная реализация системы распознавания жестов выполнена с использованием Python-библиотек обработки изображений, полученных с глубинного сенсора захвата изображений. Производительность предлагаемой в работе модели глубокой нейронной сети сравнивается с моделью трансферного обучения для модифицированной архитектуры VGG-16.

Ключевые слова: глубокое обучение, сверточная нейронная сеть, трансфер обучения.

Аңдатпа

Д.Ж. Сатыбалдина¹, К.А. Калымова², Д.М. Сыдыков¹,

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

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

БЕЙНЕЛЕРДІ КЛАССИФИКАЦИЯЛАУ ҮШІН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРГЕ ТРАНСФЕРТТІК ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ

Соңғы жылдары машиналық оқыту әртүрлі салаларда және қолданбаларда қолданылады және оны пайдалану артып келеді. Күрделі тапсырмаларды шешу үшін көп деректер мен уақыт қажет, ал деректер бақыланатын оқыту үшін белгіленуі керек. Трансферттік оқыту бастапқы деректер көлемін және оқу уақытын қысқартуға немесе интеллектуалды мәселені шешудің дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл мақалада біз ұсынған терең нейрондық желі үлгісіне негізделген статикалық қол қимылдарын тану бойынша эксперименталды зерттеулердің нәтижелері келтірілінген, барлық параметрлер бойынша дәстүрлі толық оқыту және трансферттік оқыту тұжырымдаманы пайдалана отырып алдын ала дайындалған VGG-16 архитектурасының конволюциялық нейрондық желісі алынып отыр. Қимылдарды тану жүйесін бағдарламалық қамтамасыз етулуі Python кескінді өңдеу кітапханалары арқылы терең суретке түсіру сенсорынан алынып жасалынды. Ұсынылған терең нейрондық желі моделінің өнімділігі модификацияланған VGG-16 архитектурасы үшін трансферттік оқыту моделімен салыстырылады.

Түйін сөздер: терең оқыту, конволюциялық нейрондық желі, трансферттік оқыту.

Abstract

APPLYING OF TRANSFER LEARNING TO NEURAL NETWORKS FOR IMAGE CLASSIFICATION

Satybalдина D.ZH. ¹, Kalymova K.A. ², Sydykov D.M. ¹

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

²Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

In recent years, machine learning has been applied in various fields and applications, and its use continues to increase. Complex tasks require a lot of data and time to train, and the data needs to be labeled for supervised training. Transfer learning allows reducing the amount of raw data and learning time, and improving the accuracy of solving an intellectual problem. This paper presents the results of experimental studies on the static hand gesture recognition based on our proposed deep neural network model, with traditional full learning on all parameters, and a convolutional neural network of the VGG-16 architecture, pre-trained using the concept of transfer learning. Software implementation of the gesture

recognition system was made using Python image processing libraries obtained from the image capture sensor. The performance of the proposed deep neural network model is compared with the model for the modified VGG-16 architecture and the transfer learning.

Keywords: deep learning, convolutional neural network, transfer learning.

1 Введение

Создание и внедрение эффективных и точных систем распознавания жестов рук способствует развитию инновационных технологий человеко-машинного взаимодействия (a human-machine interaction, HMI) [1]. Системы HMI на основе жестов рук применяются в компьютерных играх [2] и приложениях с виртуальной реальностью [3], при управлении интеллектуальными устройствами «умного» дома [4], во взаимодействиях человека и робота (a human-robot interaction, HRI) [5] или человека с беспилотным летательным аппаратом. Для этих целей распознавание жестов рук представляет собой процесс отслеживания человеческих жестов, идентификации и преобразования их в семантически значимые команды для управления устройствами. Технологии отслеживания жестов для этих задач используют устройства захвата изображения, методы компьютерного зрения и алгоритмы машинного обучения, в том числе алгоритмы глубокого обучения для многослойных нейронных сетей.

Ранее нами в работах [6-9] были предложены подходы по проектированию и программной реализации системы распознавания статических и динамических жестов рук. Получены результаты экспериментальных исследований по распознаванию жестов рук на основе цифровой обработки видео потока в режиме реального времени, предобработки кадров, выделения признаков, идентифицирующих классы жестов, и классификации посредством модели сверточной нейронной сети. В качестве устройства захвата жестов использовались веб-камера Logitech HD Pro Webcam C920 и камера глубины Intel RealSense D435. Экспериментальные результаты показали, что точность распознавания жестов зависит как от условий демонстрации поз рук (освещенность, расстояние до камеры), так и типа используемого изображения (RGB или RGB-D, от веб-камеры и камеры глубинного зрения, соответственно). Средняя точность классификатора при обучении на 2000 изображениях, полученных из видео потока от камеры глубины при нормальном освещении и среднем расстоянии до камеры, на уровне 97,35 % и 91,31%, для статических и динамических жестов рук, соответственно. Точность распознавания изображений, полученных от RGB-камеры, ниже: 91,4 % и 84,8% при отслеживании статических и динамических жестов рук. На этапе тестирования максимально полученная точность распознавания статических жестов при увеличении расстояния до нескольких метров от сенсора захвата изображения в условиях плохой освещенности составляет около 78%. Таким образом, производительность реализованной системы распознавания жестов рук остается недостаточно высокой для практического применения в разных условиях.

Обучение глубоких нейронных сетей представляет собой процесс настройки весовых коэффициентов множества нейронов скрытых слоев с использованием алгоритма оптимизации, занимает много времени и требует наличия больших баз входных данных [10]. В работе [10] сформулировано следующее эвристическое правило: «алгоритм глубокого обучения с учителем достигает приемлемого качества при наличии примерно 5000 помеченных примеров на категорию и оказывается сопоставим или даже превосходит человека, если обучается на датасете, содержащем не менее 10 миллионов помеченных примеров».

Актуальным направлением исследований является поиск путей повышения эффективности модели глубокого обучения при работе с наборами данных меньшего размера.

В нескольких исследованиях было предложено концепция трансфера обучения для преодоления уменьшения времени на обучение и размера используемых обучающих выборок [11-12]. Методы трансферного обучения успешно применяются во многих реальных приложениях, включая определение спелости фруктов, тонкую настройку больших предварительно обученных моделей для классификации текстов, определения на медицинских изображениях участков кожи с злокачественными новообразованиями [11] или проявлений рака молочной железы [12].

В связи с этим, целью настоящей работы является развитие подходов для реализации систем распознавания жестов, позволяющих сократить время и объем данных на обучение нейросетевого классификатора, повысить точность детектирования жестов на основе комбинации современных сенсоров глубинного зрения и модели трансфера обучения сверточной нейронной сети. Основное внимание в этом исследовании уделяется влиянию методов сокращения переобучения на трансферное обучение с использованием сверточных нейронных сетей с архитектурой VGG16 с заменой и

переобучением полносвязных слоев, тонкой настройкой нейронов скрытых слоев для классификации статических жестов. Были использованы две модели сетей с различным числом обучаемых параметров с одним набором входных данных для обучения. Это исследование показывает, что производительность системы распознавания жестов рук с использованием трансферного обучения лучше, чем машинное обучение с традиционным извлечением признаков, и достигается при использовании простого метода оптимизации.

Остальная часть этой статьи структурирована следующим образом. В разделе 1.1 представлены краткие сведения по принципам работы алгоритмов машинного обучения, моделей глубокого обучения и трансферного обучения глубоких нейронных сетей. Методология исследования, подготовка датасетов и описание программной системы распознавания жестов рук приведены в разделе 2. В разделе 3 и 4 соответственно представлены результаты экспериментов и обсуждение производительности обученных сверточных нейронных сетей при варьировании расстояния до сенсора захвата изображений. Заключение и будущие исследования представлены в разделе 5.

1.1 Концепция трансфера обучения

Машинное обучение (а machine learning) представляет собой способ решения сложно формализуемых интеллектуальных задач на основе поиска сложных закономерностей и паттернов во входных данных и ответных реакций на входные сигналы [13]. Система машинного обучения не программируется в явном виде, а обучается. В классическом программировании используется парадигма символического искусственного интеллекта, когда пользователи вводят данные и правила (программа), данные обрабатываются в соответствии с правилами, получая ответы как результат решения интеллектуальной задачи (см. рисунок 1а). При машинном обучении пользователи вводят данные, а также ответы, ожидаемые от этих данных, и получают на выходе правила, которые можно применить к новым данным для получения новых ответов (см. рисунок 1б).

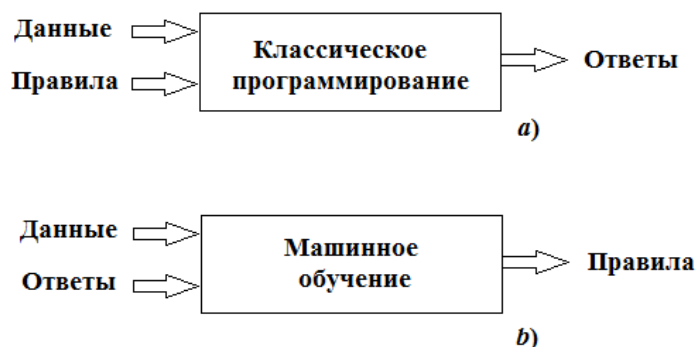


Рисунок 1. Парадигмы программирования интеллектуальных систем [13]:
а) классическое программирование; б) машинное обучение.

Машинное обучение показывает хорошую применимость в задачах, связанных с многомерными данными, такими как классификация, регрессия и кластеризация. Изучая предыдущие вычисления и извлекая закономерности из массивных баз данных, алгоритмы машинного обучения помогают получить надежные и воспроизводимые решения. По этой причине успешно применяются во многих областях, таких как распознавание речи и изображений или обработка естественного языка, обнаружение аномалий в сетевом трафике и оценка кредитоспособности.

Для реализации алгоритма машинного обучения требуются следующие компоненты модели [10]:

- машинные представления входных данных (например, для задачи классификации изображений необходимы файлы изображений с заданным разрешением);
- примеры ожидаемых результатов (в задаче распознавания изображений ожидаемыми результатами могут быть такие теги, как «треугольник», «квадрат» и т.д.)
- способ измерения точности алгоритма (может быть измерено расстояние между текущим выходом алгоритма и его ожидаемым результатом), измерение используется в качестве сигнала обратной связи, например, для корректировки весовых коэффициентов нейронов в нейросетевом классификаторе, данная итерация адаптации модели и является обучением.

Глубокое обучение (а deep learning) – это особая область машинного обучения, в которой используется многоуровневое представление данных, иерархическая структура данных из последовательных слоев все более значимых представлений [10]. В глубоком обучении эти многоуровневые представления (почти всегда) изучаются с помощью многослойных нейронных сетей, в которых содержатся нейроны со своими весовыми коэффициентами. В этом случае обучение означает модификацию набора числовых значений для весов нейронов всех слоев в сети таким образом, чтобы модель глубокого обучения правильно сопоставляла примеры входных данных со связанными с ними ожидаемыми результатами. В моделях глубокого обучения в качестве способа измерения точности используется функция потерь (the loss function), которая вычисляет оценку расстояния между выходом сети и ожидаемым результатом, алгоритм оптимизации использует значение потерь для обновления весов сети [10].

Традиционные модели машинного обучения разрабатываются для решения конкретных целевых задач. Каждая модель проектируется и полностью обучается на большом массиве входных данных и ответов на них. В зависимости от типа решаемой проблемы или типа модели могут потребоваться миллионы шаблонов для обучения. Все модели для наборов данных работают изолированно друг от друга (см. рисунок 2а). При этом каждая модель должна быть построена и обучена с нуля, что требует большого количества данных и времени на обучение.

Трансферное обучение (а transfer learning) – это подход, используемый для передачи знаний, полученных при решении одной задачи, для решения другой проблемы или для использования нового набора данных. Исходная модель, обученная для решения близкой целевой задачи, может стать основой для точной настройки целевой модели, уменьшая парадигму изоляции разных проблем (см. рисунок 2б). Эта процедура может помочь, например, повысить точность модели или сократить объем данных и время на ее обучения [13].

Как видно из рисунка 2, в обычном машинном обучении каждая отдельная задача решается изолированно с помощью своей модели обучения, в то время как трансферное обучение пытается извлечь знания из исходных задач в целевую задачи, где может быть значительно меньше помеченных данных для обучения с учителем.

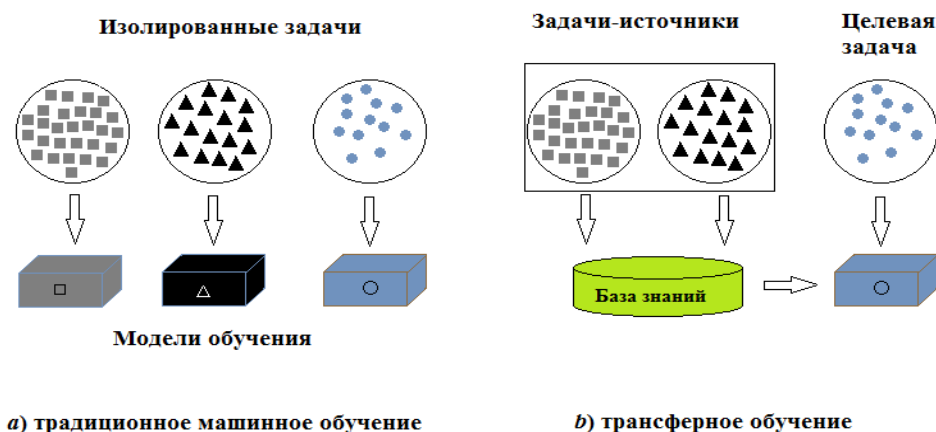


Рисунок 2. Сравнение процессов обычного машинного обучения и трансферного обучения

2 Методология исследования

2.1 Описание программной системы для распознавания жестов рук на основе предварительной обработки видео потока

Для программной реализации системы распознавания жестов на языке программирования Python использованы библиотеки сенсора захвата изображений RealSense от компании Intel, OpenCV и DL - фреймворки с открытым исходным кодом Keras и TensorFlow. Диаграмма классов приложения для распознавания жестов рук представлена на рисунке 3.

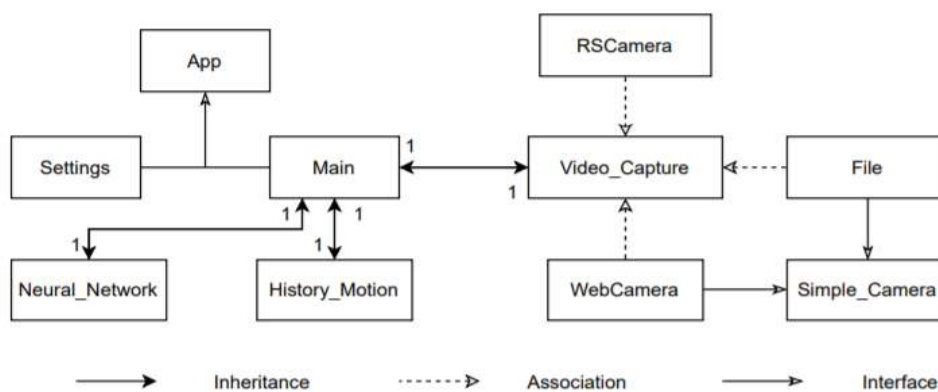


Рисунок 3. Диаграмма классов приложений для распознавания жестов рук

Методы и функции класса App используются для построения графического интерфейса, реализованного с помощью библиотеки Tkinter. Библиотека Pillow используется для рисования фреймов в графическом интерфейсе. Этот класс также содержит обработчик клавиатуры.

Класс Settings – это графическое приложение, предназначенное для выбора пользователем источника видео. Доступны следующие варианты: веб-камера, камера Intel и загрузка файла с видео. Графический интерфейс наследуется от класса App. Класс Main – основная программа, связующее звено между всеми классами. Получив выбор источника видео из класса Settings, инициализирует классы Video_Capture, History_Motion и Neural_Network для дальнейшей работы.

Классы Video_Capture, SimpleCamera, Web_Camera, File и RSCamera – это классы, отвечающие за захват видеоклипов с камеры глубины RealSense или RGB-камеры. Подключение к камере глубины осуществляется с помощью библиотеки RealSense, имеющей стандартные функции инициализации камеры, настройки параметров ее работы, функции и методы чтения кадров из видеопотока, расчета расстояния от руки до камеры глубины, методы хранения RGB-изображений и карт глубины. Подключение к RGB камере осуществляется через библиотеку OpenCV.

Класс SimpleCamera отвечает за подключение к RGB-камере с помощью библиотеки OpenCV. В данной работе не использована RGB-камера для захвата изображений с жестами.

Класс RSCamera предназначен для подключения к камере глубины с помощью библиотеки RealSense. Кадр RGBD получается из видео потока и вычисляется средняя яркость кадра. Если яркость ниже порогового значения, то вместо RGB кадра в основной класс будет подаваться глубокий. Метод расчета средней яркости был разработан нами самостоятельно, идея метода заключается в переводе кадра из системы RGB в цветовую модель HSV (Hue, Saturation, Value), где V – значение яркости. HSV — это нелинейное преобразование RGB. Вычитание фона основано на сравнении пикселей глубины с порогом: если значение больше порога, то в результирующем кадре пиксель окрашивается в черный цвет, иначе - в цвет текущего RGB-кадра. Функции обнаружения рук основаны на вычислении необходимого количества пикселей в кадре без учета фона в фиксированной области.

Класс Neural_Network отвечает за подключение к нейронной сети с помощью библиотек Keras и TensorFlow. Методы класса предназначены для преобразования полученного кадра с изображением руки в формат, необходимый для подачи его на вход нейронной сети. В результате работы подключенной нейронной сети выдается вероятностная оценка схожести с эталонными наборами жестов. Оценки отнесения образца к определенному классу паттернов передаются на модуль Main для визуализации результата классификации.

Класс History_Motion предназначен для распознавания динамических жестов, в данной работе не используется.

2.2 База данных статических жестов рук

Мы подготовили базу данных, которая содержит изображения с сегментированными жестами, представленными на рисунке 4. Мы выбрали эти жесты, которые также включены в альтернативный набор данных [14], который можно использовать для сравнения или перекрестной проверки предложенной системы распознавания статических жестов рук. Камеру глубины Intel RealSense D400 разместили на штативе. 10 участников эксперимента представляли жесты в положении стоя, располагаясь перед сенсором на расстояние от 35 до 150 см.



Рисунок 4. Образцы жестов из обучающего набора данных

Изображения RGB и пиксели глубины с сенсора RealSense D400 получены их видео потока данных в режиме реального времени с последующей предобработкой и сохранением в виде файлов. Наш набор данных имеет в общей сложности 2160 изображений, в том числе 1080 изображений RGB и 1080 карт глубины, собранных при разных фонах в нескольких комнатах с изменениями расстояния до камеры глубины. Чтобы увеличить разнообразие базы данных, мы также попытались увеличить количество изображений с помощью вариации расстояния до сенсора, углов наклона, поворота ладони и т.д. Половина собранной базы статических жестов рук использовалась для полного обучения модели сверточной нейронной сети с начальной случайной инициализацией весов, а также для реализации трансфера обучения для модифицированной модели глубокой нейронной сети. На этапах валидации и тестирования системы распознавания жестов используются, соответственно, по 25% датасета жестов.

3 Результаты исследования

Эксперименты по обучению нейронных сетей проводились на процессоре Intel® Core(TM) i3- 8100 CPU, NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti, 16 GB RAM. Обучение глубокой нейронной сети: весовые коэффициенты новых слоев инициализируются случайными значениями, после этого начинается процесс их обучения на обучающем наборе данных жестов рук. Применена стратегия обучения из конца в конец (end-to-end), при которой предобученные весовые коэффициенты не фиксируются, а корректируются под обучающий набор данных, т.е. поддаются «тонкой настройке». На вход нейронных сетей подаются картинки, преобразованные в тензоры размером $224 \times 224 \times 3$, на выходном слое получается предсказание класса из 5 вариантов. Количество эпох при обучении было 8. Количество картинок при обучении 2160, распределенных для train/validation/test следующим образом: 1440/360/360. Алгоритмом оптимизации был выбран оптимизатор Adam со скоростью 0,0001. Функция потерь – категоричная кросс энтропия (categorical crossentropy).

3.1 Архитектура глубоких сверточных нейронных сетей

Для реализации классификации или распознавания образов используется модель глубокого машинного обучения, которая принимает иерархическое представление входного образца и предсказывает вероятность его отношения к некоторому классу объектов. В предлагаемом подходе по распознаванию статических жестов рук использована глубокая сверточная нейронная сеть (Deep Convolutional Neural Network, DCNN) с архитектурой VGG-16, которая является одной из 6-и конфигураций DCNN, предложенной авторами работы.

Базовая модель VGG-16 показана на рисунке 5, где на вход подаются изображения размером 224×224 в цветовой модели RGB. Входные изображения проходят через стеки сверточных (convolutional) слоев, слоев подвыборки (pooling) и полносвязанных (fully-connected) слоев. На выходном слое с количеством нейронов, соответствующих числу каналов, используется функция активации softmax, которая вычисляет распределение вероятности для классов объектов. Общее число параметров для обучения в стандартной модели с архитектурой VGG-16 превышает 14 миллионов. Модель VGG-16 была обучена на 1,3 миллионе изображений в базе данных ImageNet и протестирована на 100 000 изображений, достигнутая точность классификации на 1000 классов составила 92,7%.

Для оценки производительности модели трансферного обучения в эксперименте по распознаванию 5-и классов статических жестов будут использованы две модели DCNN.

Первая модель создана на основе стандартной модели VGG-16, которую можно импортировать с помощью библиотек Keras и TensorFlow. Это предварительно обученная модель в базе данных ImageNet, в которой полносвязанные слои с 1000 выходными каналами заменены на 4 плотных (dense layers) слоя с 5-ю нейронами в выходном слое для 5-и классов жестов. В таблице 1 представлено распределение обучаемых параметров по слоям и общее количество параметров для реализации трансфера обучения модифицированной модели VGG-16. Как видно, по общему числу параметров модифицированная сеть близка к стандартной модели VGG-16. Число обучаемых параметров для реализации трансфера обучения снизилось почти в 4 раза.

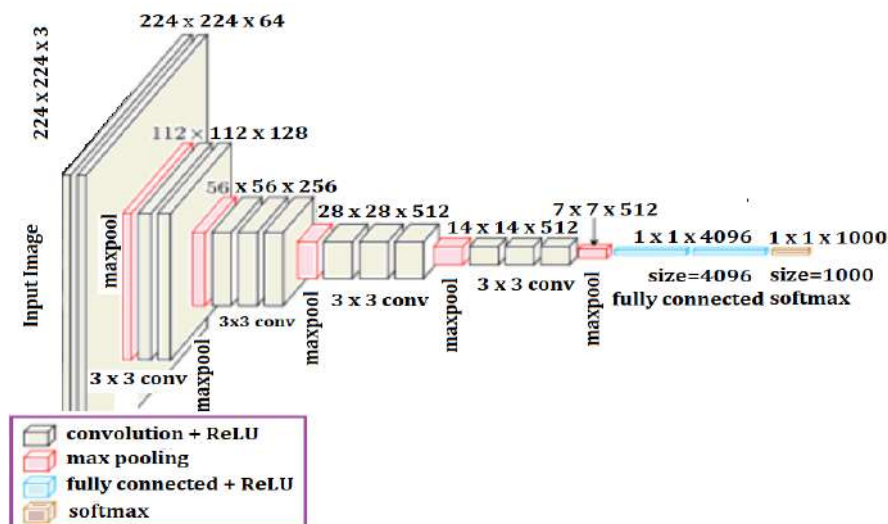


Рисунок 5. Архитектура глубокой сверточной сети VGG-16

Таблица 1. Распределение обучаемых параметров по слоям для реализации обучения сверточной нейронной сети с трансфером обучения

Тип слоя	Выходная форма	Число параметров
input_2 (InputLayer)	(None, 224, 224, 3)	0
block1_conv1 (Conv2D)	(None, 224, 224, 64)	1792
activation (Activation)	(None, 224, 224, 64)	0
block1_conv2 (Conv2D)	(None, 224, 224, 64)	36928
block1_pool (MaxPooling2D)	(None, 112, 112, 64)	0
block2_conv1 (Conv2D)	(None, 112, 112, 128)	73856
activation (Activation)	(None, 112, 112, 128)	0
block2_conv2 (Conv2D)	(None, 112, 112, 128)	147584
block2_pool (MaxPooling2D)	(None, 56, 56, 128)	0
block3_conv1 (Conv2D)	(None, 56, 56, 256)	295168
block3_conv2 (Conv2D)	(None, 56, 56, 256)	590080
block3_conv3 (Conv2D)	(None, 56, 56, 256)	65792
block3_pool (MaxPooling2D)	(None, 28, 28, 256)	0
block4_conv1 (Conv2D)	(None, 28, 28, 512)	1180160
block4_conv2 (Conv2D)	(None, 28, 28, 512)	2359808
block4_conv3 (Conv2D)	(None, 28, 28, 512)	262656
block4_pool (MaxPooling2D)	(None, 14, 14, 512)	0
block5_conv1 (Conv2D)	(None, 14, 14, 512)	2359808
block5_conv2 (Conv2D)	(None, 14, 14, 512)	2359808
block5_conv3 (Conv2D)	(None, 14, 14, 512)	262656
block5_pool (MaxPooling2D)	(None, 7, 7, 512)	0
flatten_2 (Flatten)	(None, 25088)	0
fc1 (Dense)	(None, 128)	3211392
fc2 (Dense)	(None, 128)	16512
fc3 (Dense)	(None, 128)	16512
dropout_2 (Dropout)	(None, 128)	0
fc4 (Dense)	(None, 64)	8256
dense_2 (Dense)	(None, 5)	325
	Общее число параметров:	13 249 093
	Число обучаемых параметров:	3 252 997
	Число необучаемых параметров:	9 996 096

Вторая модель – это собственная модель нейронной сверточной сети, весовые коэффициенты новых слоев инициализируются случайными значениями, модель обучается с нуля. Порядок слоев и количество обучаемых параметров представлено в таблице 2. Как видно из сравнения данных в таблицах 1 и 2, упрощение архитектуры глубокой нейронной сети в модели 2 приводит к значительному уменьшению числа обучаемых параметров (более чем в 4 раза по сравнению со стандартной моделью VGG-16).

Для получения количественных показателей эффективности предложенной системы распознавания статических жестов рук используется матрица ошибок (a confusion matrix, CM), в которой каждый столбец представляет процент вероятности отнесения образца жестов к одному из 5-и классов. Вдоль главной диагонали указаны максимальные значения вероятности правильной предсказания, т.е. отнесения наблюдаемого объекта к некоторому классу жестов.

Недиагональные, элементы матрицы могут содержать значение вероятности классификации, сравнимое с некоторым пороговым значением. Если вычисленная вероятность классификации больше этого порога или равно ему, то предсказание считается правильным, в противном случае - неверным. Данный вариант матрицы ошибок соответствует формату выходных данных со сверточной нейронной сети, в финальном слое которой используется функция softmax, вычисляющая результат прогнозирования жеста в виде вероятностной величины от 0 до 1 (или от 0 до 100%).

Таблица 2. Распределение обучаемых параметров по слоям для реализации обучения сверточной нейронной сети без трансфера обучения

Тип слоя	Выходная форма	Число параметров
input_2 (InputLayer)	(None, 224, 224, 3)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 222, 222, 32)	896
activation_1 (Activation)	(None, 222, 222, 32)	0
max_pooling2d_1	(MaxPooling2 (None, 111, 111, 32)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 109, 109, 32)	9248
activation_2 (Activation)	(None, 109, 109, 32)	0
max_pooling2d_2	(MaxPooling2 (None, 54, 54, 32)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 52, 52, 64)	18496
activation_3 (Activation)	(None, 52, 52, 64)	0
max_pooling2d_3	(MaxPooling2 (None, 26, 26, 64)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 43264)	0
dense_1 (Dense)	(None, 64)	2768960
activation_4 (Activation)	(None, 64)	0
dropout_1 (Dropout)	(None, 64)	0
dense_2 (Dense)	(None, 5)	325
activation_5 (Activation)	(None, 5)	0
Общее число параметров:		2 797 925
Число обучаемых параметров:		2 797 925
Число необучаемых параметров:		0

4 Дискуссия

В таблице 3 представлены матрицы средних вероятностей предсказаний жестов рук, полученные с использованием классификаторов на основе двух моделей глубокого обучения, в том числе с трансфером обучения.

Как видно из таблицы 3, для модели 1 с трансфером обучения точность классификации жестов составляет более 98%, и лишь небольшой процент выборок определяется как принадлежащий другим жестам, составляет примерно 1%. Это указывает на то, что предложенный подход имеет высокую производительность в двух измерениях: точность классификации и полнота. Исключением является распознавание жеста «Palm», где ошибка классификации превышает 2,5%, что в любом случае ниже порогового значения (50,75). Это можно объяснить определенным сходством этого жеста с жестом «Pease». Средняя точность распознавания жестов для модели 1 (по главной диагонали CM) достигает 98,75%. Для модели 2 с обучением всех параметров глубокой нейронной сети оценки точности классификации жестов ниже, чем для предобученной модели с архитектурой VGG-16.

Таблица 3. Матрицы ошибок для задачи распознавания статических жестов рук на расстоянии 50 см до камеры

Номер и тип модели	Входной образец жеста	Предсказанный жест				
		Fist	L	Okay	Palm	Peace
Модель 1 с использованием трансфера обучения	Fist	99,9567	0,0078	0,0353	0,0002	0
	L	0	99,9999	0,0001	0	0
	Okay	0	0,0052	99,9948	0	0
	Palm	0,1486	1,1342	0,875	95,2298	2,6124
	Peace	0	0,0804	0,3306	1,0001	98,5889
Модель 2 без использования трансфера обучения	Fist	88,2108	10,1923	1,3521	0,1149	0,1299
	L	0	99,9998	0,0002	0	0
	Okay	0,0008	6,7932	93,1919	0	0,0141
	Palm	0,9463	0,8103	0,7195	94,1164	3,4075
	Peace	0,0007	0,7128	4,8683	0,0013	94,4169

Это указывает на то, что модель с трансфером обучения дает лучшие оценки производительности системы распознавания жестов рук, чем использование в модели 2 архитектуры с меньшей глубиной слоев и почти сравнимым числом обучаемых параметров. Средняя точность распознавания жестов для модели 2 (по главной диагонали СМ) достигает 93,98%.

Проведены экспериментальные исследования по распознаванию жестов рук при их демонстрации перед камерой глубины на расстоянии 75 см, 100 см и 125 см. На рисунках 6,7 представлены результаты распознавания статических жестов рук с использованием 2-х моделей глубокого обучения при варьировании расстояния до сенсора захвата изображений.

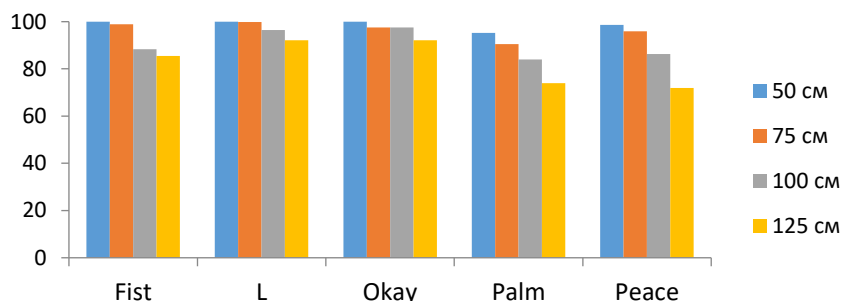


Рисунок 6. Средняя точность распознавания статических жестов рук с использованием предобученной модели глубокого обучения

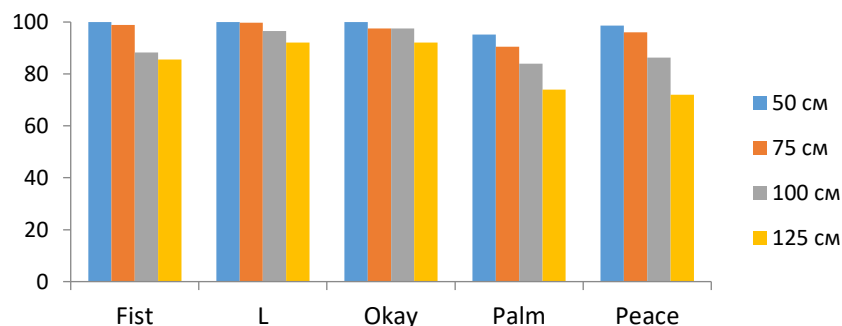


Рисунок 7. Средняя точность распознавания статических жестов рук с использованием модели сверточной сети без трансфера обучения

Анализ результатов классификации статических жестов рук при увеличении расстояния до сенсора захвата изображений показывает, что ошибки распознавания увеличиваются для обеих моделей глубокого обучения. Однако снижение точности классификации жестов в случае использования глубокой сверточной сети без трансфера более значительное. Причиной данного результата может быть уменьшение количества слоев в сетевых архитектурах с 16 до 10 от модели 1 к модели 2.

Нейросетевой классификатор, построенный на основе модифицированной архитектуры VGG-16, предобученной на 1,3 миллионе изображений в базе данных ImageNet, сохраняет высокую производительность при расстояниях больше 1 метра.

5 Заключение

В работе рассмотрена концепция трансферного обучения глубоких сверточных сетей, которая позволяет заимствовать помеченные данные или знания, извлеченные из некоторых связанных областей, чтобы помочь алгоритму машинного обучения достичь большей производительности в интересующей области.

Представлены результаты экспериментальных исследований производительности системы распознавания статических жестов рук, которая использует комбинацию глубинных представлений входных изображений и глубоких сверточных нейронных сетей. Предложенный подход реализован как законченный программный продукт на языке Python с использованием фреймворков глубокого обучения Keras и TensorFlow. Набор жестов рук собран вручную с использованием RGB-изображений и карт глубины от камеры глубины. База данных из 2160 образцов, выполненных 10 участниками эксперимента, использована для обучения, валидации и тестирования системы в пропорциях 50%/25%/25%, соответственно. В работе использована модифицированная модель глубокой сверточной сети с архитектурой VGG-16, предобученная на открытой базе изображений ImageNet. Использование техники трансфера обучения для данной модели с выходным слоем на 5 каналов позволяет снизить в несколько раз число обучаемых параметров, время на обучение и, в конечном счете, обеспечивает высокую точность на тренировочном наборе изображений, а также при тестировании на разных расстояниях демонстрации входных образцов до сенсора захвата изображений. Уменьшение числа слоев в архитектуре глубокой сверточной сети с целью снижения объема обучаемых параметров и времени обучения по сравнению со стандартной архитектурой VGG-16 не приводит к большому выигрышу в производительности системы распознавания жестов.

Полученные оценки классификации жестов подтверждают эффективность глубокого трансферного обучения и указывают на потенциальные возможности использования предложенной модели для будущих приложений на основе человеко-компьютерного взаимодействия.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант AP14872171).

Список использованной литературы:

- 1 Xu J. et al. Robust hand gesture recognition based on RGB-D Data for natural human-computer interaction //IEEE Access. – 2022. – V. 10. – P. 54549-54562. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3176717>
- 2 Goli A., Teymournia F., Naemabadi M. and Garmaroodi A.A. Architectural design game: A serious game approach to promote teaching and learning using multimodal interfaces //Education and Information Technologies. – 2022. – V. 27. – №. 8. – P. 11467-11498. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11062-z>
- 3 Rehman I. U. et al. Gesture-based guidance for navigation in virtual environments //Journal on Multimodal User Interfaces. – 2022. – V. 16. – №. 4. – P. 371-383. <https://doi.org/10.1007/s12193-022-00395-1>
- 4 Chen X. et al. An IoT and Wearables-Based Smart Home for ALS Patients //IEEE Internet of Things Journal. – 2022. – V. 9. – №. 21. – P. 20945-20956. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3176202>
- 5 Moysiadis V. et al. An Integrated Real-Time Hand Gesture Recognition Framework for Human-Robot Interaction in Agriculture //Applied Sciences. – 2022. – V. 12. – №. 16. – Article N.8160. <https://doi.org/10.3390/app12168160>
- 6 Сатыбалдина Д.Ж., Овечкин Г.В., Калымова К.А Система распознавания статических жестов рук с использованием камер глубины // Вестник РГПТУ - 2020. – № 72. – стр. 93-105. <https://doi.org/10.21667/1995-4565-2020-72-93-105>
- 7 Sathybalidina D., Kalymova G.; Glazyrina, N. Application development for hand gestures recognition with using a depth camera // Communications in Computer and Information Science. – 2020, 1243 CCIS. – P. 55–67. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57672-1_5

8 Satybalдина, D., Kalymova, G. Deep learning based static hand gesture recognition // *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2021. 21(1). P. 398-405. <http://doi.org/10.11591/ijeecs.v21.i1.pp398-405>

9 Сатыбалдина Д.Ж., Глазырина Н.С., Степанов В.С., Калымова К.А. Разработка Python приложения для распознавания жестов рук из видеопотока RGB и RGBD камер// *Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Математика. Компьютерные науки. Механика*. 2021. Том 136, №3. С.6-17. <https://bulmathmc.enu.kz/index.php/main/article/view/93>

10 Гудфеллоу Я., Бенджо И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.

11 Ali M. S. et al. An enhanced technique of skin cancer classification using deep convolutional neural network with transfer learning models // *Machine learning with Applications*. – 2021. – V. 5. – С. 100036. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2021.100036>

12 Aljuaid H. et al. Computer-aided diagnosis for breast cancer classification using deep neural networks and transfer learning // *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. – 2022. – V. 223. – Article N. 106951. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106951>

13 Ribani R., Marengoni M. A survey of transfer learning for convolutional neural networks // *2019 32nd SIBGRAPI conference on graphics, patterns and images tutorials (SIBGRAPI-T)*. – IEEE, 2019. – P. 47-57. <https://doi.org/10.1109/SIBGRAPI-T.2019.00010>

14 Mantecón T., del Blanco C.R., Jaureguizar F., García N. Hand Gesture Recognition using Infrared Imagery Provided by Leap Motion Controller // *International Conference on Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems*. – Springer, Cham, 2016. – LNCS 10016. – Pp. 47–57. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48680-2_5

References:

1 Xu J. et al. Robust hand gesture recognition based on RGB-D Data for natural human–computer interaction // *IEEE Access*. – 2022. – V. 10. – P. 54549-54562. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3176717>

2 Goli A., Teymournia F., Naemabadi M. and Garmaroodi A.A. Architectural design game: A serious game approach to promote teaching and learning using multimodal interfaces // *Education and Information Technologies*. – 2022. – V. 27. – №. 8. – P. 11467-11498. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11062-z>

3 Rehman I. U. et al. Gesture-based guidance for navigation in virtual environments // *Journal on Multimodal User Interfaces*. – 2022. – V. 16. – №. 4. – P. 371-383. <https://doi.org/10.1007/s12193-022-00395-1>

4 Chen X. et al. An IoT and Wearables-Based Smart Home for ALS Patients // *IEEE Internet of Things Journal*. – 2022. – V. 9. – №. 21. – P. 20945-20956. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3176202>

5 Moysiadis V. et al. An Integrated Real-Time Hand Gesture Recognition Framework for Human–Robot Interaction in Agriculture // *Applied Sciences*. – 2022. – V. 12. – №. 16. – Article N.8160. <https://doi.org/10.3390/app12168160>

6 Satybalдина D.Zh., Ovechkin G.V., Kalymova K.A (2020) Sistema raspoznavaniya staticheskikh zhestov ruk s ispol'zovaniem kamer glubiny` [Static hand gesture recognition system using depth cameras]. *Vestnik RGRTU* 2020. № 72. 93-105 (In Russian) <https://doi.org/10.21667/1995-4565-2020-72-93-105>

7 Satybalдина D., Kalymova G.; Glazyrina, N. Application development for hand gestures recognition with using a depth camera // *Communications in Computer and Information Science*. – 2020, 1243 CCIS. – P. 55–67. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57672-1_5

8 Satybalдина, D., Kalymova, G. Deep learning based static hand gesture recognition // *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2021. 21(1). P. 398–405. <http://doi.org/10.11591/ijeecs.v21.i1.pp398-405>

9 Satybalдина D.Zh., Glazyrina N.S., Stepanov V.S., Kalymova K.A. Razrabotka Python prilozheniya dlya raspoznavaniya zhestov ruk iz videopotoka RGB i RGBD kamer [Development of a Python application for recognizing gestures from a video stream of RGB and RGBD cameras]// *Vestnik ENU im. L.N. Gumileva. Matematika. Komp'yuterny`e nauki. Mekhanika*. – 2021. – Tom 136, №3. –S.6-17. <https://bulmathmc.enu.kz/index.php/main/article/view/93> (In Russian)

10 Gudfellou Ya., Bendzhio I., Kurvill` A. (2018) *Glubokoe obuchenie [Deep Learning]*. per. s ang. A. A. Slinkina. 2-е изд., испр. М.: ДМК Press, 652. (In Russian)

11 Ali M. S. et al. An enhanced technique of skin cancer classification using deep convolutional neural network with transfer learning models // *Machine learning with Applications*. – 2021. – V. 5. – С. 100036. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2021.100036>

12 Aljuaid H. et al. Computer-aided diagnosis for breast cancer classification using deep neural networks and transfer learning // *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. – 2022. – V. 223. – Article N. 106951. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106951>

13 Ribani R., Marengoni M. A survey of transfer learning for convolutional neural networks // *2019 32nd SIBGRAPI conference on graphics, patterns and images tutorials (SIBGRAPI-T)*. – IEEE, 2019. – P. 47-57. <https://doi.org/10.1109/SIBGRAPI-T.2019.00010>

14 Mantecón T., del Blanco C.R., Jaureguizar F., García N. Hand Gesture Recognition using Infrared Imagery Provided by Leap Motion Controller // *International Conference on Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems*. – Springer, Cham, 2016. – LNCS 10016. – Pp. 47–57. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48680-2_5

Ж.Е. Темирбекова¹, А.Ю. Пыrkова¹, Г.К. Ордабаева¹, Е. Зуева¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: temurbekovazhanerke2@gmail.com

АТМЕЛАВР ЯДРОСЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ӘРТҮРЛІ ӨНІМДІЛІКТЕГІ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛЕР ҮШІН ГОМОМОРФТЫ ШИФРЛАУ КІТАПХАНАСЫН ЖОБАЛАУ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта студенттердің микроконтроллер мен микросхемаларды зерттеуі "Компьютерлік инженерия" білім беру бағдарламасы бойынша өте маңызды және сұранысқа ие болып отыр. Бұл білім мен дағдылар түлектерді өнеркәсіпте, ғылымда және білім беруде жұмысқа орналастыру үшін қажет болады. Осы жүйелердің архитектурасын және осы жүйелерді қауіпсіз және сенімді пайдалану дағдыларын түсінуді қажет ететін үлкен техникалық жүйелер пайда болуда. Бұл мақалада шифрланған мәліметтер бойынша есептеулерді алдымен шифрын ашпастан жүргізуге мүмкіндік беретін толық гомоморфты шифрлау технологиялары қарастырылады. Мұндай технологияларға деген қызығушылықтың артуы толық гомоморфты шифрлауды қолдайтын бағдарламалық құралдар мен кітапханалардың пайда болуына әкелді. Алайда, криптографияның осы саласына қатысты салыстырмалы түрде жас болғандықтан, толық гомоморфты шифрлау схемаларын қолдану бойынша стандарттар мен ұсыныстар әлі де дамуда. Мақалада гомоморфты шифрлауды қолданудың негізгі салалары көрсетілген. Гомоморфты шифрлау саласындағы қолданыстағы кітапханаларға талдау жасалды. Талдаудың нәтижесінде гомоморфты шифрлауда бөлу мен азайту операциясын жүзеге асыру қажеттілігі, сондай-ақ бүтін сандарға гомоморфты шифрлау кітапханасын іске асыруды әзірлеудің өзектілігі анықталды. Гомоморфты шифрланған мәліметтерге бөлу әрекетін орындауға мүмкіндік беретін гомоморфты бөлу әдісі ұсынылды.

Түйін сөздер: Компьютерлік инженерия саласындағы білім, Atmel AVR микроконтроллер, толық гомоморфты шифрлау, микроконтроллерлерді зерттеуді ынталандыру.

Аннотация

Ж.Е. Темирбекова¹, А.Ю. Пыrkова¹, Г.К. Ордабаева¹, Е. Зуева¹

¹Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ГОМОМОРФНОГО ШИФРОВАНИЯ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ЯДРА АТМЕЛАВР

В настоящее время изучение микроконтроллеров и микросхем студентами становится очень важным и востребованным по образовательной программе "компьютерная инженерия". Эти знания и навыки будут необходимы для трудоустройства выпускников в промышленности, науке и образовании. Появляются большие технические системы, требующие понимания архитектуры и навыков безопасного и надежного использования этих систем. В статье рассматриваются технологии полного гомоморфного шифрования, позволяющие производить расчеты по зашифрованным данным без предварительного дешифрования. Повышенный интерес к таким технологиям привел к появлению программных средств и библиотек, поддерживающих полное гомоморфное шифрование. Однако, будучи относительно молодым в этой области криптографии, стандарты и рекомендации по использованию полностью гомоморфных схем шифрования все еще развиваются. В статье перечислены основные области применения гомоморфного шифрования. Проведен анализ существующих библиотек в области гомоморфного шифрования. В результате анализа выявлена необходимость осуществления операции гомоморфного шифрования и вычитания, а также актуальность разработки реализации библиотеки гомоморфного шифрования целых чисел. Предложен метод гомоморфного разделения, позволяющий выполнять операцию разделения гомоморфных зашифрованных данных.

Ключевые слова: знания в области компьютерной инженерии, микроконтроллер Atmel AVR, полное гомоморфное шифрование, стимулирование исследований микроконтроллеров.

Abstract

DESIGNING A HOMOMORPHIC ENCRYPTION LIBRARY FOR MICROCONTROLLERS OF VARIOUS PERFORMANCE BASED ON THE ATMELAVR CORE

Temirbekova Zh.E.¹, Pyrkova A.Yu.¹, Ordabaeva G.K.¹, Zueva E.¹

¹ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Currently, the study of microcontrollers and microcircuits by students is becoming very important and in demand in the educational program "computer engineering". This knowledge and skills will be necessary for the employment of graduates in industry, science and education. Large technical systems are emerging that require an understanding of the architecture of these systems and the skills to use these systems safely and reliably. This article discusses the technologies of complete homomorphic encryption, which allow calculations to be performed on encrypted data without prior decryption. Increased interest in such technologies has led to the emergence of software tools and libraries that support full homomorphic encryption. However, being relatively young in this field of cryptography, standards and guidelines for the use of fully homomorphic encryption schemes are still evolving. The article lists the main areas of application of homomorphic encryption. The analysis of existing libraries in the field of homomorphic encryption is carried out. As a result of the analysis, the necessity of carrying out the operation of homomorphic encryption and subtraction, as well as the relevance of developing the implementation of the library of homomorphic encryption of integers, is revealed. A method of homomorphic separation is proposed, which allows performing the operation of separating homomorphic encrypted data.

Keywords: computer engineering knowledge, Atmel AVR microcontroller, fully homomorphic encryption, stimulation of microcontroller research.

Кіріспе

Кәзіргі таңда "Заттар интернеті" қарқынды дамуы өте өзекті етті, ал ол өз кезегінде микроконтроллердің күрделенуіне және қорғаныс жүйесінің қажеттілігіне әкелді. Микроконтроллер MMU, MPU және RTOS сияқты кеңейтілген периферияларды қолдану кеңінен таралды [1]. MMU (memory protect unit) рұқсатсыз кіруден қорғау осы бағдарламалардың қате немесе зиянды код салдарынан бұрмаланудан сақталуына кепілдік беруге мүмкіндік береді. Ол үшін әртүрлі әдістерді қолдануға болады. Солардың бірі біздің қарастырып отырған статикалық кітапханалар құру, байланыстыру және қолдану болып табылады.

Шифрланған мәліметтерді қауіпсіз есептеу негізгі арифметикалық операцияларды қажет ететін аудандардағы мәліметтер жиынтығын талдау үшін маңызды (геномды өңдеу, жеке деректерді біріктіру, бұлтты есептеу, электронды дауыс беру). Алайда, гомоморфты шифрлау тек шифрланған сандарды қосуға және көбейтуге мүмкіндік береді. Кейбір жағдайларда орташа мәндерді, орташа квадраттық қателерді есептеу үшін бөлу операциясы қажет [2].

Көптеген криптографиялардың ішінде гомоморфты шифрлау ерекше өнімділігі арқасында ғалымдардың назарын аударды. Кәдімгі криптография шифрланған деректермен есептеулерді тікелей орындай алмайды, алайда гомоморфты шифрлау гомоморфты шифрланған деректермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Гомоморфты шифрлауды қауіпсіз көп партиялы есептеу, электронды дауыс беру, шифрланған мәтінді іздеу, шифрланған поштаны сүзу және мобильді шифрлау сияқты салаларда қолдануға болады.

Кәзіргі таңда гомоморфты шифрлау үшін бірнеше кітапханалар құрылған. Жалпыға қол жетімді және маңызды екі түрін айтсақ болады [3-4]. Олар:

- Ш. Хавели және Виктор Шоуп жасаған HElib кітапханасы,
- Лео Дуглас пен Даниэль Миккианакио жасаған FHEW кітапханасы.

Кәзіргі таңда С.Ф. Кренделевтің гомоморфты шифрлау алгоритмі үшін кітапхана құрылмаған, сонымен қатар шифрланған мәліметтерге бөлу мен азайту операциясы іске асырылмаған. Талдауға сүйене отырып, шифрланған ақпараттармен жұмыс істеуге мүмкіндік беретін толық гомоморфты шифрлау кітапханасын дамыту қажеттілігі туралы қорытынды жасалды. Сонымен қатар барлық математикалық амалдарды (қосу, айырмашылық, көбейту және бөлу) орындауға мүмкіндік беретін кітапхананы Дербес компьютерде және микроконтроллерде құру. С.Ф. Кренделевтің айнаымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрланған мәліметтерге бөлу және азайту операциялары жүзеге асырылды.

Бұл мақалада микроконтроллерлер, олардың мүмкіндіктері мен ерекшеліктері ақпараттық қауіпсіздік тұрғысынан зерттелді. Микроконтроллерлерде енгізілген деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету әдістері ұсынылды. Өзірленген кітапхана қауіпсіз қосымшаларды құруға және студенттерге микроконтроллерлерде бағдарламалау принциптері мен дағдыларын үйрету құралы

ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Қазіргі білім адамды ақпараттық ресурстарды пайдалануға үйретуге, тиісті құзіреттіліктер мен жаңа ақпараттық кеңістікте өмір сүру қабілетін дамытуға бағытталған.

Зерттеу әдісі

Бұл бөлімде осы эксперименттік шифрлаудың әдісі мен процесі егжей-тегжейлі қарастырылады, сонымен қатар толық гомоморфты шифрлау алгоритмін құрылды. Атап айтсақ: С.Ф. Кренделевтің айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрланған мәліметтерге бөлу және азайту операциялары жүзеге асырылды.

Айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрлау

С.Ф. Кренделевтің айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрлау Гентридің алгоритміне қарағанда тиімді [5-7]. Сонымен қатар, оның бірқатар кемшіліктері бар:

1. Көпмүшелердің шексіз өсуі тиімсіз есептеулерге әкелуі мүмкін;
2. Барлық әрекеттер іс жүзінде еркін түрде орындалғанымен, жадта сақталуы керек және үлкен дәрежелі көпмүшелерде есептеулер жүргізілуі керек;
3. С.Ф. Кренделевтің алгоритмінде шифрланған ақпараттарға бөлу және көбейту орындалмайды.

Шифрлау:

1) Айталық, полином құруға арналған қандай да бір $z \in Z$ – бүтін саны берілсін. $n > 0$ – саны берілсін, бұл көпмүшенің дәрежесі,

$$\text{кілт } x_0 = \frac{p}{q}, x_0 \in Q$$

2) Көпмүше құрылады $f(x) = a_0 + a_1x + \dots + a_nx^n$, мұндағы коэффициенттер $a_0, a_1, \dots, a_n \in Z$ кездейсоқ таңдалынады.

3) $f(x_0) = f\left(\frac{p}{q}\right) = a_0 + a_1\left(\frac{p}{q}\right) + \dots + a_n\left(\frac{p}{q}\right)^n$ есептелінеді, $q^n f\left(\frac{p}{q}\right) = q^n a_0 + q^{n-1} p a_1 + \dots + p^n a_n$ алынады, мұндағы $q^n f\left(\frac{p}{q}\right) \in Z$.

4) z санына сәйкес көпмүше $g_z(x) = q^n f(x) - q^n f\left(\frac{p}{q}\right) + z$

Кері шифрлау: көпмүшеге бүтін санды қою

1) Шифрлаудан алынған $g_z(x)$, көпмүше берілсін

2) Онда $g_z(x_0) = q^n f(x_0) - q^n f\left(\frac{p}{q}\right) + z = z$ - бастапқы сан алынады.

Мақалада С.Ф. Кренделевтің айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрланған мәліметтерге бөлу және азайту операциялары жүзеге асырылды. Алгоритмнің диаграммасы 1-суретте көрсетілген. Айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрланған мәліметтерге бөлу және азайту операциялары келесідей іске асырылады:

$$a(x) - b(x) = a_0 - b_0 + (a_1 - b_1)x + \dots + (a_n - b_n)x^n$$

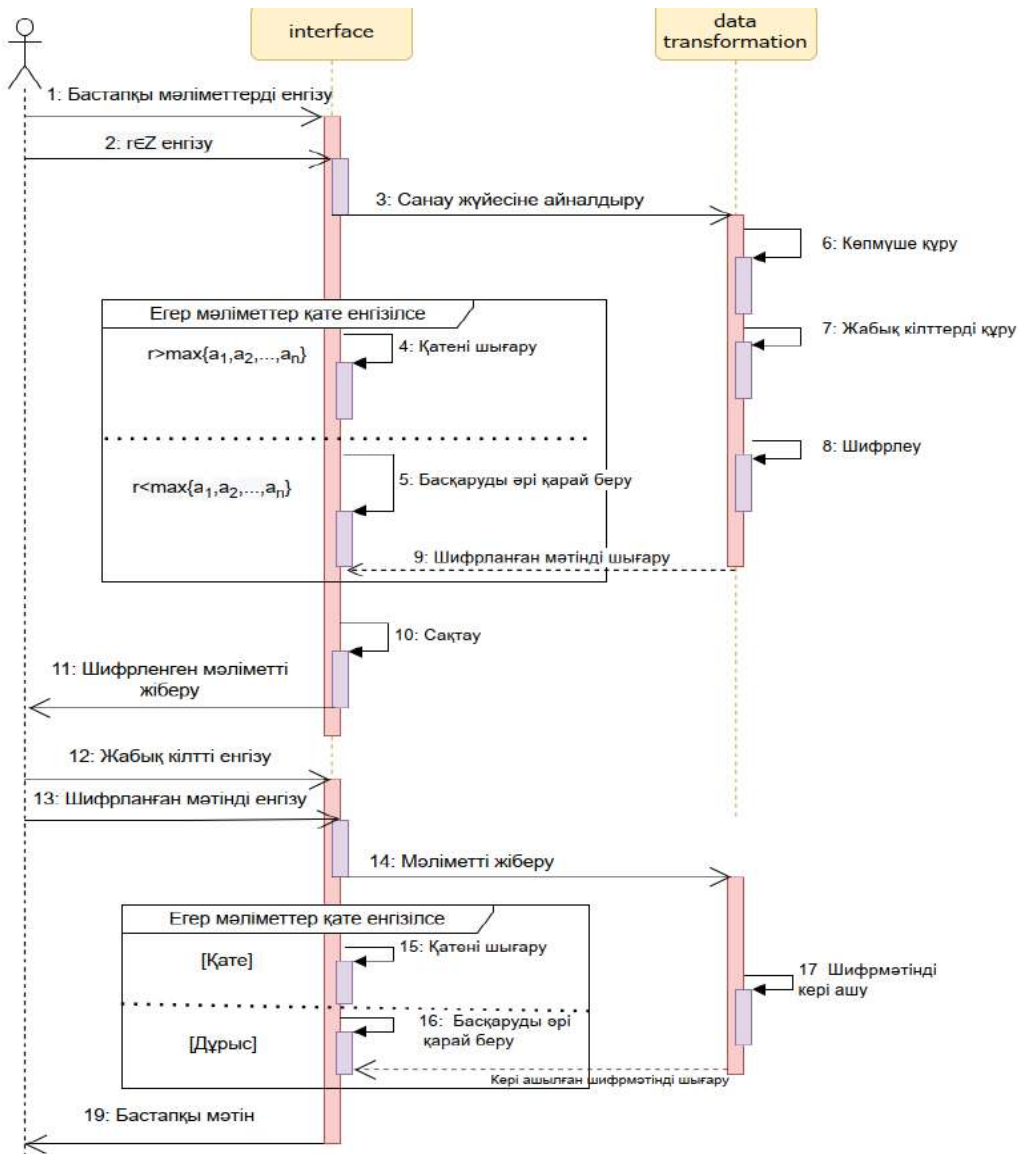
$$a(x)/b(x) = a_0/b_0 + (a_0/b_1 + b_0/a_1)x + \dots + a_n/b_n x^{2n}$$

$$z_1 / z_2 = Dec(Enc(z_1) / Enc(z_2))$$

$$z_1 - z_2 = Dec(Enc(z_1) - Enc(z_2))$$

Құрылған жүйеге мысал:

$$\begin{aligned}
 z_1 - z_2 &= q^n f_1(x) - q^n f_1\left(\frac{p}{q}\right) + z_1 - q^n f_2(x) - q^n f_2\left(\frac{p}{q}\right) + z_2 = \\
 &= q^n a_0 + q^n a_1 x + q^n a_2 x^2 - (q^n a_0 + q^{n-1} p a_1 + q^{n-2} p^2 a_2) + z_1 - \\
 &- q^n b_0 + q^n b_1 x + q^n b_2 x^2 - (q^n b_0 + q^{n-1} p b_1 + q^{n-2} p^2 b_2) + z_2 = \\
 &2^2 * 2 + 2^2 * (-3) + 1 + 2^2 * 4 * 1^2 - (2^2 * 2 + 2^1 * 2 * (-3) + 2^0 * 2^2 * 4) + 4 - \\
 &- 2^2 * 3 + 2^2 * 4 * 1 + 2^2 * (-2) * 1^2 - (2^2 * 3 + 2 * 2 * 4 + 2^0 * 2^2 * (-2)) + 5 = -1 \\
 z_1 / z_2 &= q^n f_1(x) - q^n f_1\left(\frac{p}{q}\right) + z_1 / q^n f_2(x) - q^n f_2\left(\frac{p}{q}\right) + z_2 = \\
 &= q^n a_0 + q^n a_1 x + q^n a_2 x^2 - (q^n a_0 + q^{n-1} p a_1 + q^{n-2} p^2 a_2) + z_1 / \\
 &/ q^n b_0 + q^n b_1 x + q^n b_2 x^2 - (q^n b_0 + q^{n-1} p b_1 + q^{n-2} p^2 b_2) + z_2 = \\
 &2^2 * 2 + 2^2 * (-3) + 1 + 2^2 * 4 * 1^2 - (2^2 * 2 + 2^1 * 2 * (-3) + 2^0 * 2^2 * 4) + 4 / \\
 &/ 2^2 * 3 + 2^2 * 4 * 1 + 2^2 * (-2) * 1^2 - (2^2 * 3 + 2 * 2 * 4 + 2^0 * 2^2 * (-2)) + 5 = 0.8
 \end{aligned}$$

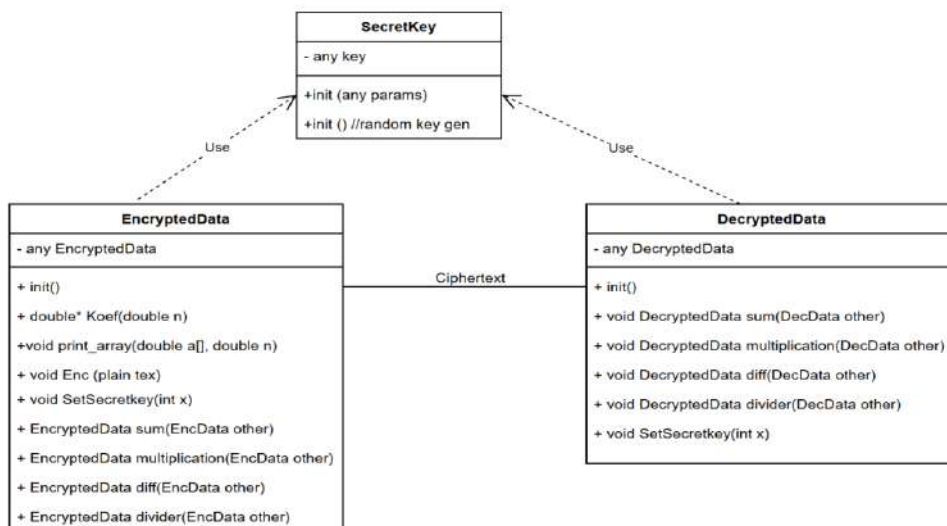


Сурет 1. Айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрлау

Кітапхананың сәулеті

Кітапхана C++тілінде өнімділігі әр-түрлі микроконтроллерде жүзеге асырылды. Құрылған кітапхананың сәулеті 2-ші суретте көрсетілген. Әзірленген кітапхананы іске асыру кезінде оның алдында келесі міндеттер тұрады:

- Бүтін сандарды өңдеу мүмкіндігі.
- Толығымен гомоморфты шифрлау.
- Барлық математикалық операцияларды, соның ішінде бөлу және азайту операцияларын қолдау.



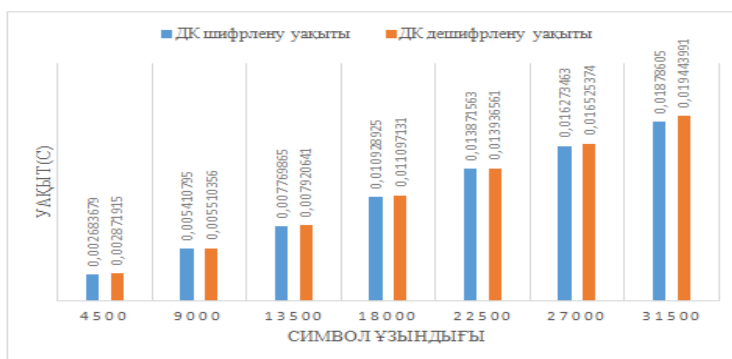
Сурет 2. Айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы ТГШ құрылған кітапхана сәулеті

Secretkey класы криптографиялық алгоритмде қолданылатын құпия кілт туралы ақпаратпен жұмыс істейді. Жаңа кілтті құру, кездейсоқ құру және оны пайдалану мүмкіндіктерін ұсынады. Кітапхананың қазіргі енгізуінде кілттер мен көпмүшелерді құру үшін стандартты кітапханадан кездейсоқ сандар генераторы қолданылады, нақты уақыттаавтоматты рандомизациясы бар.

Encrypted Data. Криптографиялық деңгей деректерінің негізгі түрін анықтайтын класс болып табылады. Шифрлау және кері шифрлауды шешу алдын-ала жасалған кілтті қолдану арқылы немесе құпия параметрлерді беру арқылы мүмкін болады. Сондай – ақ, бұл класс криптографиялық деңгейдің барлық қажетті математикалық операцияларын жүзеге асырады-қосу, азайту, көбейту және бөлу.

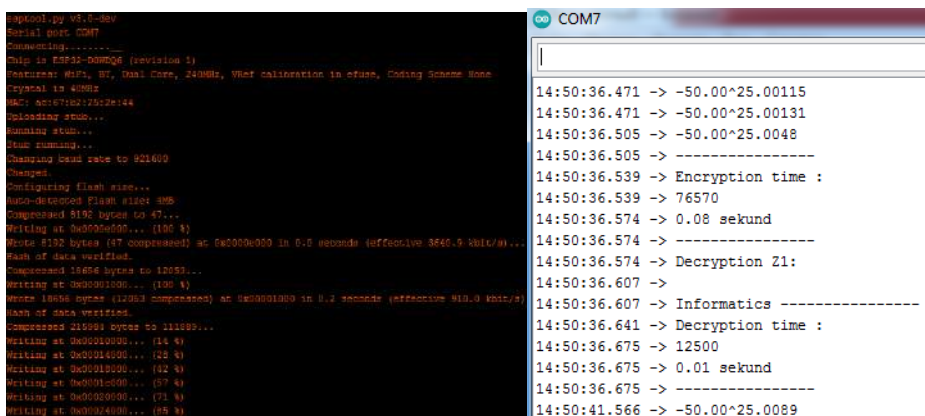
Decrypted Data. Шифрланған мәліметтермен барлық операциялармен жұмыс жасауға мүмкіндік береді. Қабылданған шифр мәтіндерін құпия кілттің көмегімен кері шифрлайды.

Осы жұмыс шеңберінде іске асырылған жүйенің өнімділігіне өлшеулер жүргізілді. Өнімділік Windows 10, Intel(R) Core(TM) процессоры i3-3220 CPU 3.30 GHz және 4 Гб жедел жады бар компьютерде бағаланды. Сонымен қатар, Мәтінді шифрлау және кері шифрлау операциясының жұмысын салыстыру тесті 10 итерация үшін орташа жұмыс уақыты есептелді. Тесттердің бірінші жиынтығында 4500, 9000, 13500, 18000, 22500, 27000, 31500 өлшем мәтіні қарастырылды. 3-суретте көрсетілген. Диаграммдан шифрлау және кері шифрлау сызықты өсетінін көруге болады.



Сурет 3. Дербес компьютерде мәтінді шифрлау және кері шифрлау уақыты

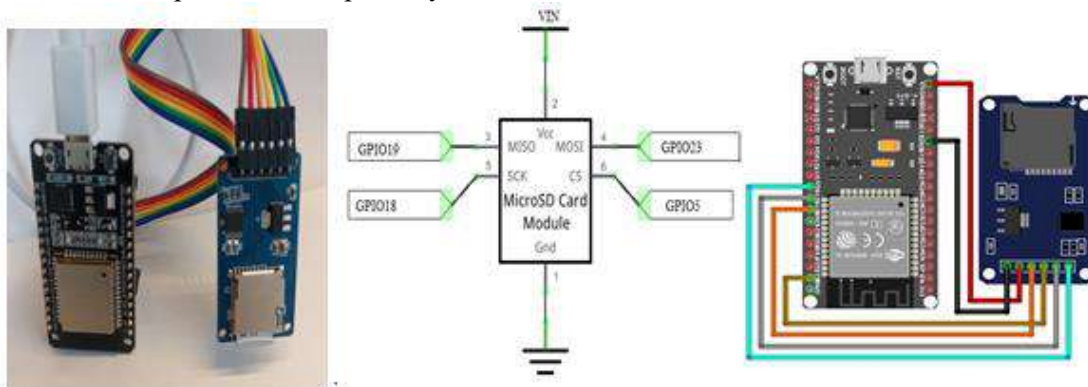
Кітапханы қолдану мысалы 4-суретте бейнелеген.



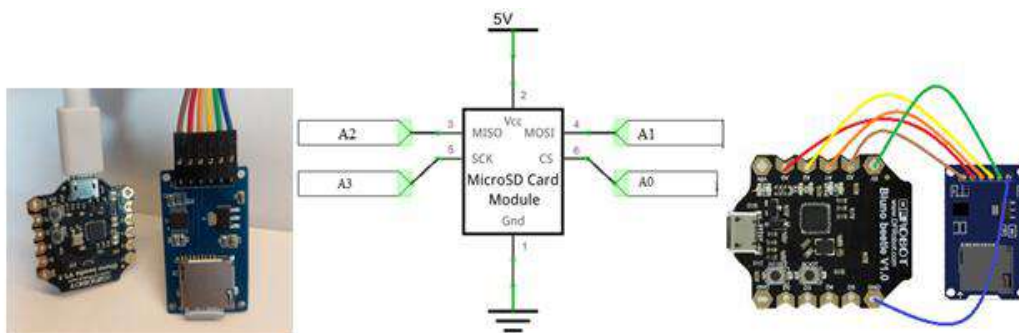
Сурет 4. Кітапханы қолдану мысалы

AtmelAVR ядросына негізделген әртүрлі өнімділіктегі микроконтроллерлер үшін Arduino ортасында гомоморфты шифрлау кітапханасы әр-түрлі өлшемдегі мәтіндердің өнімділігі тестіленді.

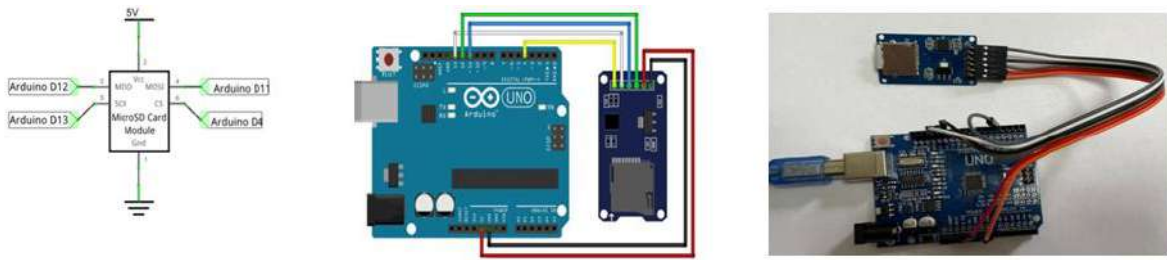
Микроконтроллердегі мәтіндік деректерді шифрлау үшін біз ESP 32 бар microSD картасын қолданамыз. Содан кейін біз шифрланған файлдарды microSD картасына оқып, жазамыз. MicroSD картасын ESP 32 картасымен жұптастыру үшін microSD картасының модулін (SPI байланыс протоколы) қолданамыз. ESP 32 (спецификациясы) бар microSD картасын пайдалану әсіресе деректерді тіркеу немесе файлдық жүйеге (SPIFFS) сәйкес келмейтін файлдарды сақтау үшін пайдалы [8]. Fritzing бағдарламалық жасақтамасында барлық микроконтроллерлер үшін SD карталарынан деректерді тіркеудің негізгі сызбасы жасалды. 5-7 суреттерде көрсетілген. Схемада көрсетілгендей, қосылыстар өте қарапайым, өйткені барлық компоненттер модуль ретінде қолданылады; біз оларды тікелей орналасуда жасай аламыз.



Сурет 5. ESP 32 мен microSD картасын байланыстыру сызбасы

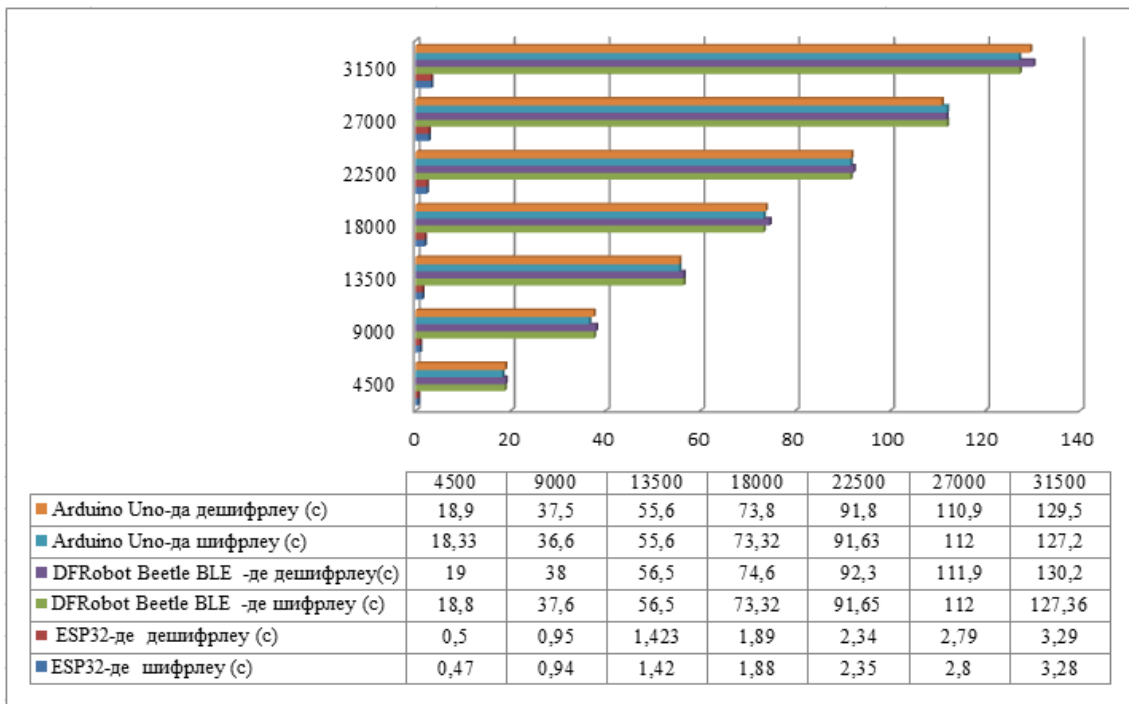


Сурет 6. DFRobot Beetle BLE мен microSD картасын байланыстыру сызбасы



Сурет 7. ATmega2560 пен microSD картасын байланыстыру сызбасы

4500, 9000, 13500, 18000, 22500, 27000, 31500 өлшемді мәтінді AtmelAVR ядросына негізделген әртүрлі өнімділіктегі микроконтроллерлерде алгоритмнің өнімділігіне тестілеу жұмыстары жүргілді. Тестілеудің нәтижесі 8-суретте көрсетілген.



Сурет 8. Айнымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрлауды әр-түрлі микроконтроллерде тестілеу

Тестілеу нәтижесінде алгоритмінің уақыты сызықты өсетінін көруге болады.

	ATmega2560	ATmega32u4	Atmega328	DFRobot Beetle BLE	ESP32
МК-дің істен шығу қауыпшылығы $\lambda_i = \frac{1}{T_i}$	$1,1 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{сағ}}$	$9,09 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{сағ}}$	$1,05 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{сағ}}$	$9,6 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{сағ}}$	$8,3 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{сағ}}$
Токтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $P(t) = e^{-\lambda t}$ $t = 2000 \text{ сағ}$	0,978	0,982	0,979	0,98	0,983
t уақытындағы істен шығуының орташа саны $a = \lambda_i t$	0,02222	0,01818	0,021052	0,0190476	0,016666
Бір істен шығу ықтималдығы: $P_1(2000)$	$\frac{0,02222^1}{1} e^{-0,02222} = 0,217$	$\frac{0,01818^1}{1} e^{-0,01818} = 0,0178$	$\frac{0,021052^1}{1} e^{-0,021052} = 0,2$	$\frac{0,0190476^1}{1} e^{-0,01904} = 0,0187$	$\frac{0,016666^1}{1} e^{-0,01666} = 0,0164$
Екі істен шығу ықтималдығы: $P_2(2000)$	$\frac{0,02222^2}{2} e^{-0,02222} = 0,0002$	$\frac{0,01818^2}{2} e^{-0,01818} = 0,00016$	$\frac{0,021052^2}{2} e^{-0,021052} = 0,0002$	$\frac{0,0190476^2}{2} e^{-0,01904} = 0,00018$	$\frac{0,016666^2}{2} e^{-0,01666} = 0,00014$

Сурет 9. Микроконтроллердің сенімділігін бағалауды есептеу

AtmelAVR ядросына негізделген әртүрлі өнімділіктегі микроконтроллерлердің сенімділігін бағалау нәтижесінде 2000 сағат ішінде жұмыс істемеу ықтималдығы орта есеппен 98% құрады, бұл дұрыс жұмыс істеген кезде осы құрылғының жоғары сенімділігін көрсетеді.

Қорытынды

Толық гомоморфты шифрлау алгоритмі құрылды: С.Ф. Кренделевтің айнаымалысы бар көпмүшелер сақинасындағы гомоморфты шифрланған мәліметтерге бөлу және азайту операциялары жүзеге асырылды. ДК және микроконтроллерлерде толық гомоморфты шифрлау алгоритмдерінің нәтижелері талданып, бағаланды. ДК-не және микроконтроллер үшін ұсынылған әдістер мен құрылған алгоритм негізінде кітапхана құрылды. Микроконтроллердің сенімділігін бағалау есептелінді.

References:

- 1 Joseph Yiu "The Arduino is a microcontroller board composed of an integrated circuit that carries out the functions of a computer processing unit", 2022 *Materials Science and Engineering: R: Reports*
- 2 B. Burtyka *The Techniques for Arbitrary Secure Querying to Encrypted Cloud Database Using Fully Homomorphic Encryption*. *IT Security*. № 2(2017) <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2017.2.03>
- 3 N.P. Smart and F. Vercauteren, "Fully homomorphic encryption with relatively small key and ciphertext sizes, *public Key Cryptography*," PKC Springer Berlin Heidelberg, vol. 6056, pp. 420-443, 2010
- 4 Gentry Craig. *A fully homomorphic encryption scheme*, A dissertation submitted to the department of computer science and the committee on graduate students of Stanford University, 2009.
- 5 Pyrkova A.Yu., Temirbekova Zh.E. "Compare encryption performance across devices to ensure the security of the IOT", *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, -2020. -Vol. 20. -No. 2. – P. 894-902.
- 6 Temirbekova Zh.E., Pyrkova A.Yu. "Improving teachers' skills to integrate the microcontroller technology in computer engineering education", *Education and information technology*, -2022 doi:10.1007/s10639-021-10875-8
- 7 Pyrkova A.Yu., Temirbekova Zh.E. "Using FHE in a binary ring Encryption and Decryption with BLE Nano kit microcontroller" //E3S Web of Conferences 202 (ICENIS 2020), -2020. 15002
- 8 Gourab Sen Gupta *New Frontiers of Microcontroller Education: Introducing SiLabs ToolStick University Daughter Card*. *IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing (sutc 2008)* <https://doi.org/10.1109/SUTC.2008.35>

IDENTIFYING AND ANALYZING FEATURES FOR THE CLASSIFICATION OF NEWS

Ualiyeva I.M.^{1}, Mussabayev R.R.²*

¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

²*The Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan*

**e-mail: i.ualiyeva@mail.ru*

Abstract

The number of documents, including online news that requires a deeper understanding and analysis grows every year. Machine Learning algorithms help us to classify texts accurately. However, finding suitable structures and techniques for text, including feature extraction, is difficult for researchers. This paper addresses the task of identifying and analyzing features to distinguish different genres of texts. We studied the main characteristics of each genre of news text like news, articles, interviews, and blogs to obtain more informative features. We have built our data set by collecting texts from open-access official information portals. Analysis of our data set and features that look at structural complexity, detail, and imaginative details in a text are helpful to distinguish our dataset. In particular, we use complexity (lexical diversity, lexical density, punctuation, average sentence length, number of personal pronouns, readability index), detail features (number of proper nouns in the text, numbers, month-related words), imaginative features (PoS tags, words-quantifiers, plural nouns) features. Our results suggest that our features provide effective representation to distinguish news texts from articles, blogs/opinions, and interviews with high accuracy.

Keywords: Text Categorization, Text Mining, Feature Selection, Text Classification, Online News Classification.

Аңдатпа

И.М. Уалиева¹, Р.Р. Мусабаяев²

¹*Ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

²*Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы қ., Қазақстан*

ОНЛАЙН ЖАҢАЛЫҚТАРЫН ЖІКТЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Жаңартылған ақпарат көлемінің экспоненциалды өсуі ақпаратты іздеу міндетін қиындатады. Машиналық оқыту алгоритмдері мәтіндерді жіктеу арқылы іздеу кеңістігін автоматты түрде азайтуға көмектеседі. Бұл жұмыста жаңалық мәтіндерін (жаңалықтар, мақалалар, сұхбаттар және блогтар) жіктеу белгілерін анықтау, талдау және таңдау мәселесі қарастырылады. Ақпараттық белгілерін алу үшін біз жаңалықтар мәтіндерінің әрбір жанрының негізгі сипаттамаларын анықтадық. Біз ашық қолжетімділікпен ресми ақпараттық порталдардан алынған жаңалықтар корпусын жасадық және мәтіннің құрылымдық күрделілігін, егжей-тегжейлілігін және бейнелілігін қарастыратын белгілерді анықтадық. Атап айтқанда, біз күрделілік сипаттамаларын (лексикалық әртүрлілік, лексикалық тығыздық, тыныс белгілері, сөйлемнің орташа ұзақтығы, тұлғалық есімдіктердің саны, оқылу көрсеткіші), егжей-тегжейлі сипаттамалар (жалпы есімдер, сандар, айларға байланысты сөздер және т.б. саны), бейнелеу сипаттамаларын (PoS тегтері, квантор сөздері, көпше түрдегі зат есімдер) қолданамыз. Нәтижелер осы белгілердің үйлесімі жаңалықтар мәтіндерін жіктеудің жоғары дәлдігін қамтамасыз ететіндігін көрсетеді.

Түйін сөздер: онлайн жаңалықтарды жіктеу, мәтінді өңдеу, мәтінді жіктеу, мүмкіндіктерді таңдау.

Аннотация

И.М. Уалиева¹, Р.Р. Мусабаяев²

¹*Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан*

²*Институт информационных и вычислительных технологий, г.Алматы, Казахстан*

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОНЛАЙН НОВОСТЕЙ

Экспоненциальный рост количества актуальной информации затрудняет задачу информационного поиска. Алгоритмы машинного обучения помогают нам автоматически снижать пространство поиска путем классификации текстов. В данной работе рассматривается задача выявления, анализа и отбора признаков для классификации новостных текстов (новости, статьи, интервью и блоги). Для получения наиболее информативных признаков мы выявили основные характеристики каждого жанра новостных текстов. Мы создали корпус новостей, взятых из официальных информационных порталов с открытым доступом, и выявили признаки, которые рассматривают структурную сложность, детализацию и образность текста. В частности, мы используем

характеристики сложности (лексическое разнообразие, лексическая плотность, пунктуация, средняя длина предложения, количество личных местоимений, индекс читабельности), характеристики детализации (количество имен собственных, цифр, слов, связанных с датами и пр.), характеристики образности (PoS-теги, слова-квантификаторы, существительные во множественном числе). Результаты показывают, что совокупность этих признаков обеспечивает высокую точность классификации новостных текстов.

Ключевые слова: онлайн-новости, исследование текстов, классификация текстов, отбор признаков.

Introduction

The need for identifying and interpreting possible differences in genres of texts has increased nowadays because the number of text documents grows every day. Many researchers are now interested in developing methods to improve classification and applications that leverage text classification methods. Most text classification systems may be deconstructed as four stages: feature selection, dimensions reduction, classifier selection, and evaluations.

In this work, we have created a feature set based on past work in fake news detection, genre recognition, journalistic profile prediction, framing bias detection, and summarization. Using this feature set, we have built a model to distinguish different genres: news, articles, opinions, and interviews.

The news is information-dense text, because report important factual information in a direct, succinct manner. While the essence and perception of texts like articles, interviews, and opinion texts are more individual and personified. Articles and opinions are more subjective and represent the author's opinion while an interview represents an invited guest's opinion. The style of articles, interview, and blogs are more informal. These genres are more complex than news. But the news contains more details like dates or numbers.

So, we use the classification algorithm Random Forest and clusterization algorithms k-means++ in order to choose the best algorithm to recognize multiple genres. To make documents of different lengths comparable, each feature vector is normalized by the Max-Min Scaling method. To analyze the importance of each feature we use both algorithms.

The rest of the paper is organized as follows: firstly, we review some existing methods, for text classification by genre. The next section addresses the main differences between the four styles. In the next section, we present our approach for extracting the features to build the model. Next, we describe the classification and clusterization algorithm that we used to train our model. The last section addresses the result and the evaluation methods for our model. Finally, we conclude the paper and discuss the future work.

Related Work

Feature selection for text genre identification is studied by Kessler et al. [1], who investigate generic cues, the 'observable' properties of a text that are associated with facets. They called facets three types of text: Brow (texts that required the intellectual background of the target audience), Narrative (text is written in a narrative mode), and Genre that includes reportage, editorial, SciTech, legal, nonfiction, and fiction.

Fred Morstatter et al. [2] studied how a set of features can handle framing bias in online news. They defined multi-lingual feature groups such as unigrams, bigrams, Part-Of-Speech unigrams, and bigrams, and quotes that can be automatically extracted in any language. They also considered sentence complexity and named entities as features of framing bias. They found that simple linguistic features perform best in this classification task and that n-grams can give reasonable predictions in finding frames in text.

Annie Louis and Ani Nenkova [3] used several classes of features that capture lexical and syntactic information, as well as word specificity and polarity to classify the distribution of general and specific sentences of news articles for a task of (abstractive) summarization.

Momchil Hardalov et al. [4] studied the problem of finding fake online news. They use linguistic (n-gram), credibility-related (capitalization, punctuation, pronoun use, sentiment polarity), and semantic (embeddings and DBPedia data) features for automatically distinguishing credible news from fake news. Edward Dearden and Alistair Baron [5] created a feature set for tasks of deception detection, humor recognition, and satire detection tasks. Yatsko [6] described an experimental method for automatic text genre recognition based on forty-five statistical, lexical, syntactic, positional, and discursive parameters. They analyzed parameters that are the most significant for scientific, newspaper, and artistic texts. Adaptive summarization algorithms have been developed based on these parameters. Predicting journalistic profiles is another task when features-based approach is used. Some researchers use the frequency of POS tags [7] to classify user profiles. Others use an average number of words per sentence, the average number of letters in a word, and punctuation [8]. Daniela Gîfu and Dan Cristea [9] established a number of syntactic, lexical-semantic, and pragmalinguistic features such as personal pronouns, to predict journalistic profile.

Data Set

The data for our experiments comes from the government informational portal *tengrinews.kz*. We have selected a corpus of texts published in the recent year. Data did not require manual marks, because they were marked automatically by journalists of the portal such as *news*, *interview*, *articles*, and *blogs/opinions*.

The news are information-dense texts, because report important factual information in direct, succinct manner. While the essence and perception of texts like articles, interviews, and opinion texts are more individual and personified. Articles and opinions are more subjective and represent the author's opinion while an interview represents an invited guest's opinion.

In the articles, the author analyzes social situations, processes, and phenomena, and reasonably expresses his point of view, based on a deep analysis of facts. Articles are characterized by a clear social orientation. For example, the authors of the portal discuss socially significant issues from the organization of the workspace, the rules of conduct during an earthquake, poaching, and ending with the brain drain.

In an interview, a journalist invites a socially significant person to discuss current issues of society in a conversation with him. For example, in an interview with a political scientist, acute problems of society and how to solve them can be discussed. What are the expectations of the population and how far can the next project be successfully implemented?

In blogs, small author's stories, it is told about events, traditions, and memoirs of the author. In blogs, authors express a personal point of view, and the style of expression of the blogger is more imaginative.

Finally, our balanced corpus of news, interview, articles, and opinion texts contains 817 articles, where 219 of them are articles, blogs/opinions – 158, interviews – 220, and news – 220.

Feature Set

We used several properties of the different types of texts to encode texts as vectors of features. We hypothesized that these features may differentiate these types of texts.

To measure various dimensions of lexical richness we calculated lexical density [10], lexical diversity [10], and readability [11]. Lexical diversity is a measure of how many different words are used in a text, while lexical density provides a measure of the proportion of lexical items (i.e. nouns, verbs, adjectives, and some adverbs) in the text.

The traditional measure of lexical diversity is the type-token ratio (TTR) calculated as the total number of unique words divided by the total number of words (tokens).

However, it is not a good fit in our case when different types of texts with different sizes are compared because the values are inversely proportional to the text size. Following [12] [13], and [14], we also use Shannon entropy as a measure of lexical diversity in the texts:

$$H(\text{text}) = - \sum_{x \in \text{text}} \frac{\text{freq}(x)}{\text{len}(\text{text})} \log_2 \left(\frac{\text{freq}(x)}{\text{len}(\text{text})} \right)$$

Here, x stands for all unique tokens/n-grams, freq stands for the number of occurrences in the text, and len for the total number of tokens in the text.

We added to the above features other features like punctuation, average sentence length, number of personal pronouns, and readability index to measure the complexity of a text. In punctuation, we included question marks, exclamation marks, double quotes, ellipses, and commas. To calculate a reading difficulty, we used *textstat* python package.

PoS tagging is another approach to finding informative features. We used the following PoS groups: nouns, verbs, infinitive verbs, adjectives, and different types of pronouns.

In our opinion, the number of proper nouns in the news should be higher because news articles describe more events and contain more details. For this reason, we look at the number of proper nouns in a text. We, therefore, look at numbers and Month-related words. We also introduced such features as a number of words-quantifiers like *everything*, *everyone*, *anyone*, *always*, *forever*, *never*, *constantly*, *nobody*, *nothing* – *vse*, *kazhdyj*, *ljuboj*, *vsegda*, *vechno*, *nikogda*, *postojanno*, *nikto*, *nichego*, and number of plural nouns.

Another set of measures is based on the *idf* – inverse document frequency for a word. Also, we experimented with the percentage of unique words used in different types of texts.

For many of our features, we used tokenization and lemmatization, and we used the morphological analyzer *pymorphy2* for PoS tagging. We used basic stop words from NLTK library and add the most common words from our corpus. All features were normalized between 0 and 1 by the Min-Max scaling algorithm.

Finally, we defined the next groups of features: complexity features that include lexical diversity, lexical density, punctuation, average sentence length, number of personal pronouns, readability index, detail features that include the number of proper nouns in the text, numbers, and month-related words, imaginative features that include different PoS tags, words-quantifiers, and plural nouns.

Algorithms

We have chosen two machine learning algorithms: k++ means algorithm to categorize texts and the Random Forest algorithm to classify texts.

K-means++ algorithm

We use k++ means algorithm using the features described above to categorize texts. By using the feature weights, we will be able to obtain a ranking of the feature importance with regard to each class.

Let $X = \{x_i\}$, $i = \overline{1, n}$ be the set of n d -dimensional points to be clustered into a set of K clusters, $C = \{C_k\}$, $k = \overline{1, K}$. K-means algorithm finds a partition of the set of dimensional points into a set of clusters such that the squared error between the empirical mean of a cluster and the points in the cluster is minimized. Let μ_k be the mean of cluster C_k . The squared error between μ_k and the points in cluster C_k is defined as

$$J(C_k) = \sum_{x_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

The goal of K-means is to minimize the sum of the squared error over all K clusters,

$$J(C) = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

In such a case, the general procedure is to search for a K -partition with the locally optimal within-cluster sum of squares by moving points from one cluster to another.

In our case, $X = \{x_i\}$, $i = \overline{1, n}$ are parameters with raw values received using our approach. To normalize them, we use the formula:

$$z_i = \frac{x_i - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

where z_i is normalized data.

After normalizing the parameters, texts can be regarded as points in multidimensional space with the parameters as their coordinates. To divide the points, we (1) arbitrarily select an initial partition with K clusters; (2) generate a new partition by assigning each point to its closest cluster center; (3) compute new cluster centers and repeat steps 2 and 3 until cluster membership stabilizes.

Random Forest algorithm

Random forests or random decision forests technique is an ensemble learning method for text classification. To test this classifier, we use a standard 10-fold cross-validation experimental setup. This means that we randomly split the data into 10 equally sized chunks, and use 9 of those chunks to train the classifier.

By using the Random Forest classification, we will be able to obtain a measure of the importance of the predictor features. This is a difficult concept to define in general, because the importance of a variable may be due to its (possibly complex) interaction with other variables. The random forest algorithm estimates the importance of a feature by looking at how much prediction error increases when data for that feature is permuted while all others are left unchanged. The necessary calculations are carried out tree by tree as the random forest is constructed. Table 1 shows the result for the two algorithms.

Experiments and Evaluation

We use two algorithms for distinguishing texts: k-means++ for cluster analysis and Fandom Forest classifier as described above. We train with a Random Forest classifier with each set of features described above and evaluate the predictions using 10-fold cross-validation. We experiment with all features, with complex features, imaginative, and detailed features. The accuracy of predictions is shown in Table 1.

Table 1. Accuracies of differentiating texts

Features	Accuracies	
	Random Forest	k-means++
Complexity	0.854	0.677
Imaginative	0.596	0.551
Detailed	0.426	0.553
All features	0.870	0.685

Also, we have experimented with individual features to distinguish texts using k-means++ algorithm for all features. The best accuracy is obtained with text length (0.663), lexical diversity (0.619), question marks (0.605), and nouns (0.547). Ellipses are the worst feature with only 0.509 accuracy.

We take a closer look at the importance of the features. We have used the Random Forest algorithm to obtain a ranking of the features. Our experiments are shown the same results as the experiments with individual features. The most important feature is obtained with text length (0.199), lexical diversity (0.166), question marks (0.165), and nouns (0.043). Ellipses are a less important feature (0.013).

The clusterization results using k-means++ algorithm and the measure of feature importance by Random Forest can be seen in Table 2.

Table 2. Accuracies of k-means++ clusterization and Measure of Feature Importance of Random Forest

Features	Accuracies	Measure of Feature Importance
Nouns	0.547	0.043
Verbs	0.519	0.037
Adjectives	0.531	0.040
Plural nouns	0.510	0.022
Question marks	0.605	0.165
Exclamation marks	0.513	0.018
Quotes	0.528	0.038
Ellipses	0.509	0.013
Commas	0.512	0.024
Numbers	0.518	0.035
Quantifiers	0.522	0.033
Demonstrative pronounces	0.516	0.028
Pos pronounces	0.519	0.021
Proper nouns	0.518	0.040
Average sentence length	0.510	0.041
Lexical diversity	0.619	0.166
Lexical density	0.521	0.041
Text length	0.663	0.199

For some important features like diversity, text length, question marks, and nouns is interesting how they are distributed. To this, boxplots for these features are provided in Figure 1.

Then we experiment with various feature combinations to obtain combinations that worked best. We use k-means++ algorithm for this experiment. The combination of text length and number of question marks achieved an accuracy of 0.673; the combination of average sentence length, number of question marks, and the text length achieved an accuracy of 0.679; the combination of diversity, average sentence length, number of question marks, and the text length achieved an accuracy of 0.705; the combination of demonstrative pronounces, diversity, average sentence length, number of question marks, and the text length achieved an accuracy of 0.708; the combination of nouns, adjectives, questions, proper nouns, diversity, length text achieved an accuracy of 0.710; the combination of demonstrative pronounces, diversity, average sentence

length, number of question marks, and the text length achieved an accuracy of 0.708; the combination of nouns, adjectives, questions, average sentence length, demonstrative pronouns, diversity, length text achieved an accuracy of 0.710; the combination of nouns, questions, exclamation marks, possessive pronouns, average sentence length, diversity, lexical density, and length text achieved an accuracy of 0.715; the combination of nouns, questions, quantifiers, demonstrative pronouns, average sentence length, diversity, lexical density, and length text achieved an accuracy of 0.716.

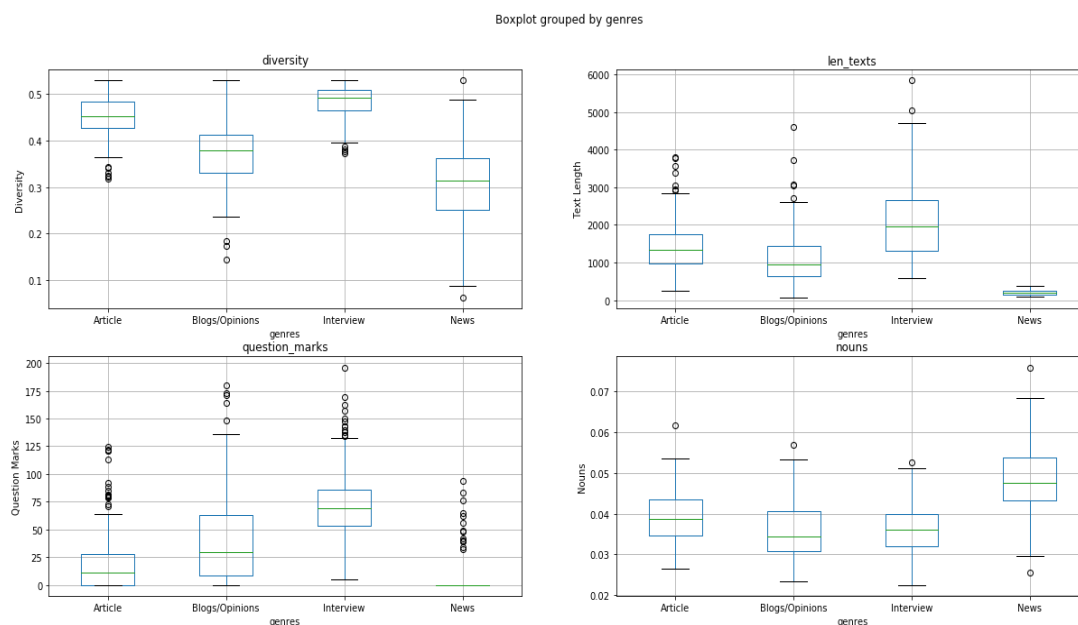


Fig. 1. Boxplots of more important features.

The best accuracy has been obtained with a combination of 10 features (nouns, adjectives, plural nouns, question marks, numbers, quantifiers, proper nouns, average sentence length, diversity, lexical density, and length text), 0.719. The accuracy is grown from a combination of two to ten features, while it is beginning to fall from a combination of 11 features to all features.

Figure 2 shows the genre distribution of some notable features. The analysis of the data we have received enabled the following conclusions to be drawn: the hypothesis about the importance of text length for genres has been verified; the hypothesis about the importance of complexity of interview genre has been verified; the hypothesis about the importance of proper nouns for genres has been not verified; the hypothesis about the importance of numbers for interview and blogs genres has been verified.

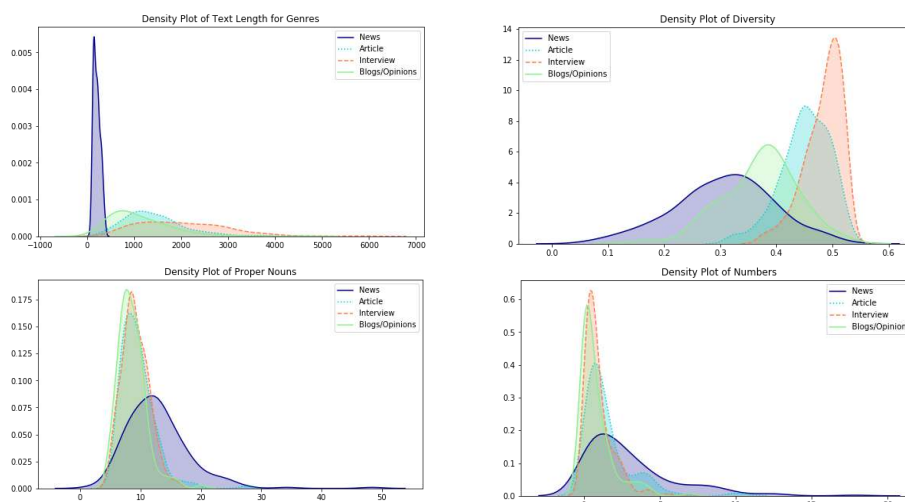


Fig. 2. Density plots of notable features.

Also, we have taken a closer look at the words that are associated with different types of texts. We have analyzed the words that are most commonly used in all types of texts and selected the ones that are unique for each type of text. We have identified words with the highest weight in the Random Forest model. The table shows the words that are unique to each type of text.

Table 2. Top unique selected words in different types of texts

Type	Top selected unique words
News	<p><i>media, agency, user, victim, attack, police, press, management, car, service, driver, version, blow, operation, data, object, accident, akim, leader, military, communication, freedom, provision, expert, court, death, attempt, violation, production, statement, portal, article, committee, composition, shop, publication, department, match, incident, mode, square, message, sale, chairman, deputy, ministry of internal affairs, incident</i></p> <p><i>smi, agentstvo, pol'zovatel', postradavshij, napadenie, policija, pressa, rukovodstvo, avtomobil', sluzhba, voditel', versija, udar, operacija, dannye, ob#ekt, dtp, akim, lider, voennyj, kommunikacija, svoboda, obespechenie, jekspert, sud, smert', popytka, narushenie, proizvodstvo, zajavlenie, portal, stat'ja, komitet, sostav, magazin, izdanie, vedomstvo, match, proisshestvie, rezhim, ploshhad', soobshhenie, prodazha, predsdatel', zamestitel', mvd, incident https://translit.ru/</i></p>
Blogs	<p><i>aul, status, position, patient, main, essence, character, spirit, disease, gift, door, coma, nature, ancestor, set, circle, list, custom, heart, thought, genus, kazakh, tradition, steppe, member, loved ones, god, head, generation, medicine, century, frame, happiness, picture, answer, light, earth</i></p> <p><i>aul, status, polozhenie, pacient, glavnoe, sut', harakter, duh, bolezni', podarok, dver', koma, priroda, predok, mnozhestvo, krug, spisok, obyčaj, serdce, mysl', rod, kazah, tradicija, step', blizkie, bog, golova, pokolenie, medicina, vek, kadr, schast'e, kartina, otvet, svet, zemlja https://translit.ru/</i></p>
Opinions	<p><i>watch, salary, housing, class, China, Russia, Bank, capital, birth, phone, analysis, option</i></p> <p><i>chasy, zarplata, zhil'jo, klass, Kitaj, Russia, bank, stolica, rozhdenie, telefon, analiz, variant https://translit.ru/</i></p>
Interview	<p><i>need, understanding, creature, proposal, base, fund, practice, indicator, basis, astana, technology, stage, requirement, training, culture, environment, university, science, preparation, position, knowledge, approach, sport, factor, implementation, team, product</i></p> <p><i>neobhodimost', ponimanie, sozdanie, predlozhenie, baza, fond, praktika, pokazatel', osnova, astana, tehnologija, jetap, trebovanie, obuchenie, kul'tura, sreda, universitet, nauka, podgotovka, pozicija, znanie, podhod, sport, faktor, realizacija, komanda, product https://translit.ru/</i></p>

Words such as *policija*, *pressa*, and *akim* acted as identifiers of news articles. It is expected that such words as *aul*, *status*, *polozhenie*, *step'*, *pokolenie*, etc. became unique for blogs, whereas in articles such words as *Kitaj*, *Russia*, *bank*, *housing* and others most often meet. In the interview there are the words *neobhodimost'*, *ponimanie*, *sozdanie*, *kul'tura*, *sreda*, *universitet*, *nauka*.

Conclusion

The number of complex documents, including online news, is growing every year. Along with information-dense publications like news, the individual and personified texts like articles, blogs, and interviews are published. These types of texts might be opinionated. In order to distinguish different types of news or analyze them, various kinds of algorithms and methods are needed, including methods for extracting the most informative features.

We have presented a feature-based language-independent approach to distinguish the genres like news, articles, interview, blogs/opinions. We analyzed the publications collected from the official online news portal. Our corpus contained four genres: news, articles, interviews, blogs/opinions. We hypothesized that there are a set of features that distinguish the genres with a high degree of accuracy. We proposed three groups of features for detecting the genres. Our experiments have shown that our model can distinguish genres with high accuracy.

References:

- 1 B. Kessler, G. Numberg, and H. Schütze, "Automatic detection of text genre," 1997.
- 2 F. Morstatter, L. Wu, U. Yavanoglu, S. R. Corman, and H. Liu, "Identifying Framing Bias in Online News," *ACM Trans. Soc. Comput.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–18, 2018.
- 3 A. Louis and A. Nenkova, "A corpus of general and specific sentences from news," *Proc. 8th Int. Conf. Lang. Resour. Eval. Lr.* 2012, pp. 1818–1821, 2012.
- 4 M. Hardalov, I. Koychev, and P. Nakov, "In search of credible news," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2016.
- 5 J. J. Li and A. Nenkova, "Fast and accurate prediction of sentence specificity," *Proc. Natl. Conf. Artif. Intell.*, vol. 3, pp. 2281–2287, 2015.
- 6 V. A. Yatsko, M. S. Starikov, and A. V. Butakov, "Automatic genre recognition and adaptive text summarization," *Autom. Doc. Math. Linguist.*, vol. 44, no. 3, pp. 111–120, 2010.
- 7 T. Portele, "Data-driven classification of linguistic styles in spoken dialogues," 2002.
- 8 E. N. Forsyth and C. H. Martell, "Lexical and discourse analysis of online chat dialog," in *ICSC 2007 International Conference on Semantic Computing*, 2007.
- 9 D. Gifu and D. Cristea, "Monitoring and predicting journalistic profiles," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2013.
- 10 V. Johansson, "Lexical diversity and lexical density in speech and writing: a developmental perspective," *Work. Pap. Linguist.*, 2009.
- 11 W. DuBay, "The Principles of Readability.," *Online Submiss.*, 2004.
- 12 S. Oraby, L. Reed, S. Tandon, S. T.S., S. Lukin, and M. Walker, "Controlling Personality-Based Stylistic Variation with Neural Natural Language Generators," 2019.
- 13 O. Dušek, J. Novikova, and V. Rieser, "Evaluating the state-of-the-art of End-to-End Natural Language Generation: The E2E NLG challenge," *Comput. Speech Lang.*, 2020.
- 14 J. Novikova, A. Balagopalan, K. Shkaruta, and F. Rudzicz, "Lexical Features Are More Vulnerable, Syntactic Features Have More Predictive Power," 2019.

МРНТИ 50.47
УДК 004.056

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.021>

М.Б. Ыдырышбаева^{1*}, Б.С. Ахметов²

¹әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

*e-mail: moldir_ydyryshbaeva@gmail.com

КИБЕРҚАУІПСІЗДІКТЕ ШЕШІМДЕРДІ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ МЕТАБІЛІМДІ СИПАТТАУ МОДЕЛІ

Аңдатпа

Мақалада ақпараттандыру объектілерінде (АО) кибер қауіпсіздікті (КК) қамтамасыз ету міндеттерінде қолданылатын шешімдерді қабылдауды қолдау жүйелерінің (ШҚҚЖ) тұжырымдамасы ұсынылған. АО киберқорғау процестерін түсінуді арттыруға мүмкіндік беретін аномалиялар мен шабуылдардың жеке түсіндіруге қиын белгілерін анықтауға байланысты жағдайлар үшін ШҚҚЖ білім базасын (ББ) қалыптастыру және қолдану процесінің тұжырымдамалық және функционалдық аспектісінде ұсыну моделі сипатталған. Өзірленген үлгі модельдер әртүрлі кезеңдерде әлсіз құрылымдық белгілермен сипатталуы мүмкін басып кіруді анықтау кезінде ШҚҚЖ есептеу ядросын құрайды. Маңызды ғылыми-техникалық міндет АО қауіпсіздігіне кибернетикалық қауіптер деңгейінің артуымен, КК-ға қойылатын талаптардың бір мезгілде артуымен сыртқы зиянды әсер ету қарқындылығының артуы арасындағы айқын қарама-қайшылыққа сүйене отырып, ақпараттық жүйелердегі (АЖ) белгілер мен анықталған ауытқулар туралы әлсіз құрылымдалған деректер жағдайында интеллектуалды ШҚҚЖ арналған әдістер мен модельдерді одан әрі дамыту және жаңа әдістер мен модельдерді әзірлеу болып табылады.

Түйін сөздер: шешім қабылдауды қолдау жүйелері, басып кіруді анықтау, модельдер, ақпараттық ресурстар.

Аннотация

М.Б. Ыдырышбаева¹, Б.С. Ахметов²

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

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ МЕТАЗНАНИЙ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

В статье представлена концепция систем поддержки принятия решений (СППР), применяемых в задачах обеспечения кибербезопасности (КБ) на объектах информатизации (ОБИ). Описана модель представления в концептуальном и функциональном аспекте процесса формирования и применения базы знаний (БЗ) СППР для ситуаций, связанных с выявлением трудноизъяснимых признаков аномалий и атак, позволяющая повысить понимание процессов киберзащиты на ОИБ. Разработанный шаблон и модели составляют вычислительное ядро СППР в ходе выявления вторжений, которые могут на разных этапах характеризоваться слабоструктурированными признаками. Исходя из существующего явного противоречия между увеличением уровня кибернетических угроз безопасности ОБИ и повышением интенсивности внешних вредоносных воздействий с одновременным повышением требований к КБ, важной научно-технической задачей является дальнейшее развитие существующих и разработка новых методов и моделей для интеллектуальных СППР в условиях слабо структурированных данных о признаках и выявленных аномалиях в информационных системах.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, обнаружение вторжений, модели, информационные ресурсы.

Abstract

A MODEL FOR DESCRIBING META-KNOWLEDGE IN A CYBERSECURITY SOLUTION SUPPORT SYSTEM

Ydyryshbayeva M.B.¹, Akhmetov B.S.²

¹Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The article presents the concept of decision support systems (DSS) used in cybersecurity (CS) tasks at at objects of informatization (OI). The paper describes a model of representation in the conceptual and functional aspect of the process of forming and applying the knowledge base (KB) of the DSS for situations involving the identification of difficult-to-

explain signs of anomalies and attacks, which allows to increase the understanding of cyber defense processes at the OI. The developed template and models make up the computational core of the DSS during the detection of intrusions, which may be characterized by weakly structured features at different stages. Based on the existing apparent contradiction between an increase in the level of cybernetic threats to the security of the OI and an increase in the intensity of external malicious influences with a simultaneous increase in requirements for CS, an important scientific and technical task is to further develop existing and develop new methods and models for intelligent DSS in conditions of poorly structured data on signs and identified anomalies in information systems.

Keywords: decision support systems, intrusion detection, models, information resources.

1. Кіріспе

Кибернетикалық қауіптер мен инциденттердің көбеюінің тұрақты тенденциясы, шабуылдардың күрделілігінің артуы және хакерлердің компаниялар мен ұйымдардың ақпараттық ресурстарына (АР) рұқсатсыз қол жеткізудің алуан түрлі әдістерін пайдалануы жағдайында, басып кіруді анықтау жүйелерінің (БКАЖ) рөлі артып келеді. Аталған мәселелерді шешуде ақпаратты қорғаудың интеллектуалды жүйелері ақпараттық қауіпсіздік құралдарын (АҚК) қолданылады. Қорғаныс тарабы күрделі жағдайларды түсіндірумен байланысты нақты міндеттерді интеллектуалды ақпараттық қауіпсіздік жүйелеріне (АҚЖ) жүктейді. Мұндай жағдайлар үшін шабуыл белгілері айқын емес және шабуылдардың әлсіз құрылымдалған белгілерін терең талдауды және оларды жүзеге асырудың ықтимал салдарын талап етеді. АҚЖ БКАЖ интеграциясы көптеген заманауи шабуылдардың алдын алуға мүмкіндік береді [1].

Сонымен қатар, ақпараттық жүйелер (АЖ) және ақпараттық технологиялар (АТ) компанияларының бизнес процестеріне терең интеграциялау ақпараттандыру объектілері үшін кибернетикалық қауіптердің санын ұлғайтты. Сондықтан компаниялардың қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ету, олардың АЖ және басып кіруді болдырмау үшін қатерлерді жою бойынша адекватты ұйымдастырушылық және техникалық шаралар қажет. Ең алдымен, кибернетикалық шабуылдар сценарийлерінің күрделілігінің өсуі жағдайында арнайы кибернетикалық қауіпсіздік құралдарына (КК) назар аудару керек.

Соңғы онжылдықта ақпараттық және кибернетикалық қауіпсіздік саласында белсенді дамып келе жатқан өзекті бағыттардың бірі кибершабуылдарды анықтау және авторланбаған торап тарапынан ақпараттандыру объектілерінің (АО) ақпараттық жүйелеріне (АЖ) басып кіруді болдырмау болып табылады.

Жаппай (массированные) кибернетикалық шабуылдар ақпараттық қауіпсіздік және киберқауіпсіздіктің әртүрлі ақпараттандыру объектілерін қамтамасыз ету саласындағы инновациялық зерттеулердің тұтас толқынын тудырды. Сондай – ақ, шабуылдарға қарсы арнайы техникалық шешімдер, құралдар мен жүйелерді әзірлеуге және жасауға бастамашылық етті. Бүгінгі таңда желілік шабуылдарды анықтау үшін КҚ мамандары заманауи әдістердің, модельдердің, құралдардың, бағдарламалық жасақтаманың (БҚ) барлық арсеналын қолданады. Кешенді техникалық шешімдер кеңінен қолданыла бастады. Бұл кешенді шешімдер басып кіруді анықтау (БКАЖ) және алдын алу жүйелерін қамтиды. АҚЖ БКАЖ интеграциясы көптеген заманауи шабуылдардың алдын алуға мүмкіндік береді. Инновациялық БКАЖ киберқауіптер мен шабуылдардың жаңа немесе модификацияланған түрлері пайда болған кезде тиімді жұмыс істей алады.

Ақпаратты қорғау теориясының қазіргі заманғы даму тенденциялары, сондай-ақ, басып кіруді (кибернетикалық шабуылдарды) анықтау процесін интеллектуалдандырумен байланысты қолданбалы міндеттер үлкен көлемдегі деректерді талдаудың көптеген мәселелерін шешуді, олардағы заңдылықтар мен қатынастарды табуды қажет етеді. Көбінесе, АҚ және КҚ АО қамтамасыз етумен байланысты мұндай міндеттер, белгісіздіктің әртүрлі жағдайдағы шарттарымен сипатталады. Сондай-ақ, мұндай міндеттер толық емес, анық емес ақпараттың болуымен сипатталады және адам факторының әсерінен оларды шешу қиындайды. Сондықтан мұндай әлсіз құрылымдалған мәселелерді шешу өте маңызды.

Қаскүнемнің қауіптерін жүзеге асыру ықтималдығын бағалау сапасын арттыру үшін шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуалды жүйелерін (ШҚҚЖ) АҚЖ-ға интеграциялау арқылы ақпараттандыру объектілерінің АР қорғалу дәрежесін арттыру жұмыстың өзектілігі болып табылады [2].

2. Әдебиеттерге шолу және талдау

Қазіргі қоғам сандық экономиканың көптеген салаларында шешуші рөл атқаратын ақпараттық технологияның (АТ) барлық артықшылықтарын пайдаланады. Бұл жағдайда киберқауіпсіздіктің (КК)

қоғам үшін маңызы өте зор болып отырғаны анық. Бүгінгі таңда киберқауіпсіздік және киберқауіпсіздік мәселелері осы саланың мамандарын ғана алаңдатпайды. КҚ саласындағы оқиғалар ақпараттық және басқа да көптеген қызметтерді тұтынушылардың өміріне әсер етеді. Кибершабуылдардың ауыр техникалық-экономикалық салдары да, олардың саны мен әртүрлілігінің өсу тенденциясы да үлкен алаңдаушылық тудырады, бұл статистикалық есептілікте және жетекші әлемдік компаниялардың киберқауіпсіздік КҚ бойынша тиісті шолуларында көрінеді. Жаппай кибернетикалық шабуылдар АҚ және КҚ әртүрлі ақпараттандыру объектілерін (АО) қамтамасыз ету саласындағы инновациялық зерттеулердің тұтас толқынын тудырды. Сонымен қатар, олар арнайы техникалық шешімдер - шабуылдарға қарсы тұру құралдары мен жүйелерін жасау мен құруға бастамашы болды. Желілік басып кіруді анықтау үшін КҚ мамандары қазіргі заманғы әдістердің, модельдердің, құралдардың, бағдарламалық жасақтамалардың (БЖ) толық арсеналын қолданады. Кешенді техникалық шешімдер де кеңінен қолданыла бастады. Сонымен қатар, бұл шешімдердің ажырамас бөлігі ретінде басып кіруді анықтау жүйесі (БКАЖ) және БКАЖ болдырмау жүйесін қамтиды. БКАЖ қолдану қазіргі заманғы шабуылдардың көпшілігін болдырмауға мүмкіндік береді және киберқауіптер мен шабуылдардың жаңа немесе түрлендірілген түрлері пайда болған кезде айтарлықтай тиімді жұмыс істей алады. Шабуылдар туралы деректер немесе аномалиялар әлсіз құрылымдалған жағдайда БКАЖ өзгертілген бастапқы деректерге сәйкес бейімдеу үшін ұзақ уақыт қажет. Сондықтан, БКАЖ үнемі жетілдірілуі керек, олардың тиімді жұмыс істеуінің үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін қажет. Қазіргі заманғы БКАЖ арасында олардың дамуының бірнеше бағыттарын бөлуге болады. Ең алдымен, КҚ құралдарының осы класына мамандандырылған бағдарламалық құралдарды (МБҚ) жатқызуға болады. Мұндай МБҚ әрекеті АЖ немесе АО желісіндегі күдікті әрекеттерді анықтауға бағытталған. Сондай-ақ, мұндай МБҚ АЖ және АО компьютерлік желілерінің жұмысына араласу әрекеттерін анықтауға және құжаттауға көмектеседі [3].

Киберкеңістікті құрайтын элементтердің саны, олардың арасындағы өзара байланыстар, осы элементтерді басқарудың арнайы әдістерін қолдану мүмкіндігі алдағы онжылдықта жаһандық киберкеңістікте үстемдік ете алатын қауіптердің жаңа көрінісін дамыту мүмкіндіктерін анықтайды. Киберкеңістікте уақыт өткен сайын мамандар болжағандай күрделі қауіптер дамуы мүмкін. Бұл қауіптер мен шабуылдарды жан-жақты талдау және осы талдаудың нәтижелерін пайдалану, оның ішінде қолданыстағы және болашақта киберқауіптер мен шабуылдарға тиімді қарсы тұру үшін шешім қабылдауды қолдаудың интеллектуалды технологияларын қолдану міндетін өзекті етеді. АО қауіпсіздігіне кибернетикалық қауіптер деңгейінің артуы мен КҚ-ке қойылатын талаптардың бір мезгілде артуымен сыртқы зиянды әсерлердің қарқындылығының артуы арасындағы қазіргі қарама-қайшылыққа сүйене отырып, маңызды ғылыми-техникалық міндет АЖ-да белгілер мен анықталған ауытқулар туралы әлсіз құрылымдалған деректер жағдайында шешімдер қабылдауды қолдаудың интеллектуалды жүйелері үшін бар әдістер мен модельдерді одан әрі дамыту және жаңа әдістер мен модельдерді әзірлеу қажет [4].

Киберқауіптер мен кибернетикалық инциденттердің өсуінің тұрақты тенденциясы жағдайында, шабуылдардың күрделілігінің артуы, хакерлердің компаниялар мен ұйымдардың ақпараттық ресурстарына рұқсат етілмеген қолжетімділіктің алуан түрлі техникаларын қолдануы, интеллектуалды анықтау технологияларының, сондай-ақ интеллектуалды ақпаратты қорғау жүйесінің рөлі артуда. Сонымен қатар, шабуыл белгілері айқын болмаған және шабуылдардың жиі әлсіз құрылымдалған белгілерін және оларды жүзеге асырудың ықтимал салдарын тереңірек талдауды қажет ететін күрделі жағдайларды түсіндіруге байланысты нақты міндеттер жүктелген. Кибершабуылдардың даму тенденциялары жылдан жылға өзгеріп отырады. Кибершабуылдарды дайындау мен өткізудің заңдылықтарын зерттеу және олардың арасындағы байланысты анықтау және шабуылдардың нысандарына әртүрлі факторлардың әсерін анықтау үшін деректерді талдаудың интеллектуалды технологиялары мен шешімдерді қолдау жүйелерінің мүмкіндіктерін кеңірек пайдалану қажет. Соңғы жылдары АО-де кибершабуылдардың көбеюі тиімді АҚЖ-ны дамытуға қызығушылық тудырды. Осы саладағы зерттеулердің перспективалы және жеткілікті жаңа бағыты АҚ саласындағы ШҚҚЖ және сараптамалық жүйелердің (СЖ) әдістерін, модельдерін және бағдарламалық кешендерін дамыту бойынша жұмыстар болды [5].

БКАЖ және ШҚҚЖ негізінде адаптивті киберқорғаныс (АКҚ) тетіктерін іске асыратын аппараттық-бағдарламалық кешендер әлі де қалыптасу сатысында. [6] еңбек киберқауіпсіздікте белгілер мен анықталған аномалиялар туралы әлсіз құрылымдалған деректер жағдайында кибершабуылдардың салдарын бағалау үшін шешімдерді қабылдауды қолдау жүйесінде метабілімді

сипаттау моделін дамытуға арналған. Ақпараттық-коммуникациялық жүйелерде аномалияларды, шабуылдарды және қауіптерді анықтау процесінде қолданылатын әдістер мен алгоритмдерге жүргізілген зерттеулер ақпаратты қорғау саласында ШҚҚЖ модельдерін дамытуды көздейді [7].

3. Зерттеудің мақсаты – әлсіз құрылымдалған деректер жағдайында анықталған ауытқулар белгілері мен кибершабуылдар салдарын бағалауға арналған шешім қабылдауды қолдау жүйесіндегі метабілімді сипаттау моделін әзірлеу.

4. Модельдер мен әдістер

БКАЖ және ШҚҚЖ негізінде адаптивті киберқорғаныс (АКК) тетіктерін іске асыратын аппараттық-бағдарламалық кешендер әлі де қалыптасу сатысында болғандықтан, оларды әзірлеуге арналған формализацияланған есептер келесі түрде тұжырымдалған.

Мұндай БКАЖ үшін бастапқы деректер ББ (білім базасы) құрамындағы – *REP* деректер болады:

$$REP = \langle SYS, Events, TAI, NIS, gov \rangle, \quad (1)$$

Мұндағы, *SYS* – АҚО инфрақұрылымы туралы деректер (мысалы, топология, пайдаланушылар, қорғау құралдары мен әдістері және т. б.);

Events – БКАЖ-мен тіркелген оқиғалар;

TAI – үлгілер (сценарии);

NIS – шабуылдарға қарсы үлгілер;

gov – шабуылдарды анықтауда шешуші ережелер [14].

БКАЖ компоненті ретінде ШҚҚЖ шешетін есептер келесідей анықталған.

АҚО қауіпсіздігін талдау:

$$IOFP_j = FS(SYS, TAI, AT, gov), \quad (2)$$

Мұндағы, АҚО қауіпсіздігінің *IOFP_j* – *j*-ші көрсеткіші;

AT – КҚ-ны бұзумен байланысты оқиғалар;

FS – қауіпсіздік саясатымен анықталған функция.

Шабуылды жүзеге асыру процесінде жағдайдың өзгеруін модельдеу:

$$ESC_{cr} = Model(SYS, TAI, AT, gov, T), \quad (3)$$

Мұндағы, $ESC_{cr} \subset SYS$ – АҚО сыни (критичный) элементі;

Model – *T* уақыт бойынша кибершабуыл моделі.

Шабуылдарға қарсы тұруға арналған шешімдерді қолдау, атап айтқанда, ақпаратты қорғаудың әлсіз формализацияланған еептері үшін:

$$CM = \arg \min |IOFP - IOFP_{it}|, \quad (4)$$

Мұндағы, $CM \subset gov$ – қарсы шаралар (контрмеры);

IOFP, *IOFP_{it}* – тиісінше, АҚО қорғалу көрсеткішінің ағымдағы және эталондық мәні,

5. Есептеу эксперименттері

ШҚҚЖ-де АҚ (немесе КҚ) қамтамасыз ету жөніндегі шешімді қолдау есебімен байланысты жағдайды құрылымдау рәсімі функционалдық және құрылымдық мәнмәтіндерде (контекст) қаралды.

Құрылымдық тәсілдің нұсқасы жағдайды декомпозициялауға мүмкіндік береді. Бұл оның (se_i) құрамдас бөліктерінің құрылымдық-функционалдық қатынастарын талдауға мүмкіндік береді. БКАЖ және ШҚҚЖ негізделген [8, б. 7-11] және иерархиялық компонентпен «Бөлік-бүтін (Часть-Целое)» ұсынылған (se_i) компонентін іріктеу,

$$\langle PA, WH \rangle, \quad (5)$$

мұндағы, $PA = \{pa_i\}$ – бүтін (жиынтық немесе алфавит (se_i));

$WH - PA, i = 1, \dots, n$ алфавиттегі «Бөлік-бүтін» қатынасы.

Функционалды тәсілдің нұсқасы үшін жағдайды анықтау (дефиниция) АҚО жұмысына заңсыз араласудың базистік бағаларын анықтайды.

$SI_i = \{si_{ij}\}$, жағдайдың барлық компоненттері үшін қабылданады, $j = 1, \dots, m$ – төбелердің жиынтығы, (pa_i) жағдайдың әр компоненті (se_i) үшін оның функционалды құрылымын анықтайтын AM_i – бағытталған графтың (БГ) сыбайластық матрицасы (СМ).

Сарапшылардың білімі мен біліктілігін қолдана отырып, АҚКе қорғаныс жүйесі элементінің жұмыс істеу заңдылықтарын субъективті түсіндіруді көрсететін когнитивтік карталарды (КОГК) (SI_i, AM_i) құрамыз.

Содан кейін алынған КОГК (SI, AM) топтастырылады, мұндағы, $SI = \cup SI_i$ жағдайдың өзгеруін сипаттайтын («Б») белгілер жиынтығы.

Әзірленген ШҚҚЖ-де білімді бейнелеу моделі белгілі БГ түрінде, сондай-ақ білім өрісі (БӨ) қолданылады [8, б.12].

БӨ ШҚҚЖ есептері үшін кіріс деректерімен (X – факторлар); қорытындылармен (Y – шығыс деректер); бастапқы деректерді шығысқа түрлендіру үшін пайдаланылатын модельдермен (МО) белгіленеді.

Модель жалпы түрде SC_{pa}, FS_{si} жүйелермен сипатталған. SC_{pa} және FS_{si} жүйелер, сәйкесінше, жағдайдың құрылымын және АҚКе қауіпсіздік саясатын (ҚС) жүзеге асырудың заңдылықтарын көрсетеді.

КОГК (SI, AM) БӨ функционалды жүйесінде (ФЖ) сипатталған. КОГК сипаттау барысында белгілердің ақпараттылық шкаласы қолданылды [9, б.347; 10, б. 139]. Сонымен қатар, КОГК-ны сипаттау үшін жағдайды өзгерту сценарийлерін (pa_i) талдайтын сарапшының (шешім қабылдаушы тұлға -ШҚТ) қалауын анықтау әдістері қолданылды.

[10, б. 140] жағдайды трансформациялау сценарийін алу қажет жағдай үшін бастапқы деректер мыналар болып табылады: $SI = \{si_i\}$ факторларының жиынтығы; X_{ij} факторлардың шкаласы (шкалалар); талданатын жағдай туындағанға дейінгі АО бастапқы күйі:

$$X(t_0) = (x_{11}, \dots, x_{nm}); \quad (6)$$

$$СМ AM = |am_{ij,si}|, \quad (7)$$

мұндағы, i, S – ұғым нөмірі;

Тиісінше, $i \vee S$ нөмірлерімен j, l – пайымдау белгісінің нөмірі.

Жалпы жағдайда $t, \dots, t + n$ мезеті үшін $X(t), X(t+1), \dots, X(t+n)$ кіріс параметрлерінің АО күйінің өзгеруін бақылау және белгілерді қосу векторын (БҚВ) анықтау қажет $V(t), V(t+1), \dots, V(t+n)$.

Мәселені шешу үшін реттелген итерация әдісі (метод последовательных итераций) қолданылды, оның барысында өрнектен БҚВ анықталды:

$$V(t+1) = V(t) \circ AM. \quad (8)$$

$t+1$ мезетіндегі АО жағдайы, $X(t+1) = X(t) + V(t+1)$ қатынасымен сипатталады.

БМ жолдарында – t уақыт мезетіне белгілерді қосу, бағанға сәйкес келетін бағанға уақыт мезетіне белгілерді қосу:

$$V^t = |V'(t+1)^T, \dots, P'(t+n)^T|. \quad (9)$$

V^t блоктық матрица КҚ АҚ жағдайдың өзгеруін (трансформация) болжаудың ішкі жүйесінде ШҚҚЖ-да қолданылды.

[11, б. 62] жұмыстарда көрсетілгендей БӨ элементтерінің сәйкес келмеу дәрежесі – $dis_{ij}(t)$, төмендегі өрнекпен анықталады:

$$dis_{ij}(t) = \frac{|v_{ij}^+(t) - v_{ij}^-(t)|}{v_{ij}^+(t) + v_{ij}^-(t)}, 0 \leq v_{ij}(t) \leq 1, \quad (10)$$

D_{\max} және D_{\min} үшін кері есепті шешудің қорытындылар нұсқалары [12, б. 172] жұмыстарда көрсетілген. D_i бақылау әсерлері, si_{ij} белгілерге v_{ij} және dis_{ij} параметрлері, сонымен қатар $D = (v_{11}, dis_{11}, \dots, v_{nm}, dis_{nm})$ арқылы орнатылады. Сәйкесінше, ШҚҚЖ-дағы dis_{ij} және v_{ij} параметрлері (12) және (13) қатынастарының көмегімен анықталады.

БӨ функционалдык жүйесінің (ФЖ) ағымдағы күйі $\langle SI, X, X(0), AM \rangle$ кортежбен айқындалған.

ШҚҚЖ құрамындағы БӨ (ҰЖ) ұғымдық жүйесі жағдайдың $\langle PA, WH \rangle$ құрылымдық-функционалдык декомпозициясын орындауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ол жағдайды өзгерту сценарийлеріне қатысты қорытындыларды түсіндіру процестерінде, мысалы, мақсатты кибершабуылдарды жүзеге асыру кезінде қолданылады.

ШҚҚЖ-де жағдайдың компоненттері келесі параметрлермен анықталады

$$\langle pa_i, SI(pa_i), CV(pa_i) \rangle, \quad (11)$$

Мұндағы, pa_i – ұғым идентификаторы; $SI(pa_i)$ – ұғым интенциясы $SI_i = \{si_{ij}\}$, $SI(pa_i) = (x_{11}, \dots, x_{nm})$; $CV(pa_i)$ – ұғымды қамту (модельде сипатталған жағдайдың компоненттері).

ШҚҚЖ-де pa_i ұғымы кеңістікте ұғымдар белгілерінің мәндерінің координаталары (x_{11}, \dots, x_{nm}) нүктелер арқылы көрсетіледі.

Ұғымдар белгілерінің кеңістігі барлық белгілердің шкалаларының декарттық көбейтіндісімен қалыптасады – $U(pa_i)$.

ҰЖ моделінде $pa_i \in PA$ ұғым идентификаторы $U(pa_i)$ мағыналық кеңістігінде (семантикалық [13, б. 97]) көрсетілген. ҰЖ семантикалық кеңістік жиынын $U(PA) = \{U(pa_1), \dots, U(pa_n)\}$ және иерархиялық компонентті WH («Бөлік-бүтін») анықтауға мүмкіндік береді

Осылайша, $U(pa_i)$ және $U(pa_q)$ ұғым жұбы WH қатынасымен байланысты, сонымен қатар $U(pa_i) WH U(pa_q)$.

КҚ саласында әзірленген ШҚҚЖ үшін CL^i [14, б. 310-312] өкілдік (представительный) кластерлер форматында pa_i негізгі ұғымдар үшін мағыналық кеңістікті құрылымдау жүргізілді. Кластерлер мен ұғымдар "Кластар-Ішкі кластар" қатынастарымен байланысты.

ШҚҚЖ-да, егер $(SI(pa_i^1) \subset SI(pa_i^2))$ және $(CV(pa_i^1) \supset CV(pa_i^2))$ шарттары орындалса pa_i^1 класы pa_i^2 класын көрсететіндігі қабылданады.

АҚ мағыналық кеңістігіндегі ұғымдық кластерлер pa_i^B базистік ұғымдарды (БҰ) түсіндіруде (трактовка) анықталған.

БҰ БКАЖ және ШҚҚЖ көмегімен талданатын объектілер класын (мысалы, шабуыл класы) және pa элемент жатқызылған жағдайдың санатын (категория) анықтайды.

Сараптамалық жолмен КШИТЖ (кибершабуылдарды интеллектуалды тану жүйесі) және ШҚҚЖ қарастыратын объектілер кластарының шекараларын анықтайтын $X_{ij}^B = [x_{ijb}, x_{ijc}]$, $x_{ij} \in X_{ij}^B$, $\forall j$ мәндер аралығы белгіленеді.

ҚС терминдерінің кеңістігіне жататын АҚ-тің мағыналық (семантикалық) ұғымдары шеңберінде, сонымен қатар $U(pa^o) \subseteq U(cv^o)$, si_{ij} белгі үшін $U(pa^o)$ рұқсат етілген мағыналық мән салалары болады, мысалы осалдықтар табылды, ішінара табылды, табылмады және т. б.

БҰ параметрлермен анықталады:

$$(pa_i^B, SI(pa_i^B), CV(pa_i^B)), \quad (12)$$

Мұндағы, pa_i^B – БҰ идентификаторы;

$SI(pa_i^B)$ – БҰ интенциясы;

$CV(pa_i^B)$ – БҰ қамту (охват).

БҰ қамту белгілердің мәндері қолайлы болып табылатын ҚС объектілерінің жиыны ретінде ұсынылуы мүмкін. Ақпараттық қауіпсіздікті талдау (АҚТ) тұрғысынан қолайлы мәндер рұқсат етілген БҰ $AC(pa_i^B)$ параметрлері аймағына жатады.

БҰ жалпылау (генерализация) процедурасы қайталанатын белгілерді немесе олардың комбинацияларын жою арқылы жүзеге асырылады.

АҚ-ға арналған БҰ-да m саны бар абстракциялар $A = 2^m - 1$ қабылданды.

АҚ алфавитінің жалпыланған ұғымдарының рұқсат етілген мәндеріне БҰ мәндері енгізілген.

Осылайша, $AC(pa_i^B) \subset AC(pa_i^{Ba})$ и $CV(pa_i^B) \subset CV(pa_i^{Ba})$.

БҰ интенциясы және оның абстракциялары $\{SI(pa_i^B), SI(pa_i^{B1}), \dots, SI(pa_i^{Ba})\}$ ішінара реттелген жиынтықты құрайды. Құрылған жиын ұғымдық кластер (ҰКЛ) БҰ - PA^i көрсетеді. Құрылған ҰКЛ КҚ мағыналық кеңістігін құрылымдауға мүмкіндік береді. Кластерлерде БҰ pa_i^B -дан жалпыланған pa_i^{Ba} дейін ауысулар анықталады. ҰЖ шеңберінде ШҚҚЖ-да ауысулар векторлар кортежімен беріледі:

$$\langle CN(t), CC(t), SV(t) \rangle, \quad (13)$$

6. Есептеу экспериментінің нәтижелерін талқылау

ШҚҚЖ жұмыс істеу процесінде БӨ ҰЖ трансформациялау ережелері айқындалды. Абстракттілі ережелер келесідей тұжырымдалған:

1) егер кибершабуылдың даму нәтижелерін болжау кезінде тұжырымдама белгісінің мәні БҰ рұқсат еткен шегінен асып кетсе, жаңа тұжырымдама қалыптасады;

2) жаңа ұғымдар бастапқы БҰ мәндері рұқсат етілгеннен ауытқитын белгілері бойынша жинақтайды.

Ресми түрде, ережелер ФЖ $X(T)$ күйін ҰЖ күйіне көрсету ретінде ұсынылады, яғни:

$$\begin{aligned} & \langle CN(t), CC(t), SV(t) \rangle, UM : X(t) \rightarrow \\ & \rightarrow \langle CN(t), CC(t), SV(t) \rangle \end{aligned}, \quad (14)$$

Мұндағы, $UM = (UM_i)$ – БҰ-ны жалпыланған pa_i^{Ba} , $\forall i$ түрлендіру ережелерінің векторы pa_i^B .

(14) өрнек ШҚТ-ға белгілер жиынтығымен сипатталатын КҚ АҚ ұғымдарын түсіндіруге және жалпылауға мүмкіндік береді.

Осылайша, (15) өрнекті қолдана отырып, БӨ көрсету (репрезентация) моделі келесі кортежбен анықталады:

$$\langle SC_{pa}, FS_{si}, UM \rangle, \quad (15)$$

мұндағы, SC_{pa} – БӨ ҰЖ, FS_{si} – БӨ ФЖ

сонымен қатар, $\langle U(PA), WH, PA^i, (CN(t), CC(t), SV(t)) \rangle$.

Қорытынды табу және шешім қабылдау міндеті жағдайды АҚ-ның ағымдағы жағдайынан мақсатты жағдайға өзгерту стратегиясын әзірлеуге дейін азаяды. Осылайша, кері есеп шешіледі.

Шешім қабылдау барысында БӨ үшін анықталады:

$$X(0) = (x_{11}^0, \dots, x_{mm}^0) \quad (16)$$

және

$$X^P = (x_{11}^P, \dots, x_{mm}^P). \quad (17)$$

Кейбір жағдайларда шешім болмаған кезде прецеденттер болуы мүмкін. Алайда, жағдайдың когнитивтік моделінің құрылымын өзгертуде эвристикалық тәсілді қолдану арқылы, соның ішінде АҚ сарапшыларын тарту арқылы шешім табуға болады. Шешімдерді іздеу келесі кезеңдерді қамтиды:

- қорытындыларды генерациялау;
- функционалды көрсету үшін қорытындыларды құрылымдау;
- ұғымдық форматтағы қорытындыларды құрылымдау.

Ғылыми жұмыста АО КҚ қамтамасыз ету міндеттерінде қолданылатын ШҚҚЖ тұжырымдамасы қарастырылды. Аталған ШҚҚЖ әлсіз құрылымдалған деректер жағдайында анықталған ауытқулар белгілері мен кибершабуылдар салдарын бағалау міндеттерінде қолданылады. Сондай-ақ, аномалиялар мен шабуылдардың жекелеген түсіндіруге қиын белгілерін анықтауға арналған ШҚҚЖ ББ қалыптастыру және қолдану процесінің тұжырымдамалық және функционалды аспектісінде сипаттама моделі көрсетілген. Ғылыми зерттеудің болашағы – киберқауіпсіздікте шешімдерді қабылдауды қолдау жүйесіндегі метабілімді сипаттау моделін дамыту.

Қорытынды

Ғылыми жұмыста төмендегідей нәтижелер алынды:

АО КҚ қамтамасыз ету міндеттерінде қолданылатын ШҚҚЖ тұжырымдамасы ұсынылды. Атап айтқанда, ШҚҚЖ жекелеген модульдері әлсіз құрылымдалған белгілер мен анықталған ауытқулар деректері жағдайында кибершабуылдардың салдарын бағалау үшін деректерді талдау міндеттерінде пайдаланылады. Жоғарыда ұсынылған модельдерге сүйене отырып, киберқауіпсіздік шешімдерін қолдау жүйесіндегі метабілімдерді сипаттауға арналған модульдер құрылымы жасалды.

АО киберқорғау процесерін түсінуді арттыруға мүмкіндік беретін аномалиялар мен шабуылдардың жеке түсіндіруге қиын белгілерін анықтауға байланысты жағдайлар үшін ШҚҚЖ ББ қалыптастыру және қолдану процесінің тұжырымдамалық және функционалды аспектісінде сипаттама моделі жасалды. Әзірленген үлгі мен модельдер әртүрлі кезеңдерде әлсіз құрылымдық белгілермен сипатталуы мүмкін басып кіруді анықтау кезінде ШҚҚЖ есептеу ядросын құрайды. ШҚҚЖ ББ қалыптастыру және қолдану процесінің тұжырымдамалық және функционалды жағына арналған сипаттама моделі аномалиялар мен шабуылдарды жеке түсіндіру, аномалиялар мен шабуылдар белгілерін анықтау қиын жағдайларда пайдалануға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Палаева, Л. В., Хафизов, А. М., Гилязетдинова, А. М., Вахитова, А. Р., Давыдова, К. Н., & Сиротина, Е. Р. (2017). Основные виды кибератак на автоматизированные системы управления технологическим процессом и средства защиты от них. *Фундаментальные исследования*, (10-3), 507-511.
- 2 Пижевский, Д. Е., Антонов, В. О., Заволокина, У. В., Унтевский, Н. Ю., & Тебуева, Ф. Б. (2019). Анализ мировой тенденции роста киберугроз на основе линейной аппроксимации статистических данных об атаках. *In Студенческая наука для развития информационного общества* (pp. 118-127).
- 3 Купрюшин, С. А. (2019). Кибер-угрозы и их влияние на мировую экономику и экономику России. проблемы российских компаний по борьбе с кибер-угрозами. *In Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление* (pp. 159-163).
- 4 Отчет за 2020 г. с результатами глобального опроса директоров по информационной безопасности - https://www.cisco.com/c/ru_ru/products/security/security-reports.html
- 5 Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак / А. А. Браницкий, А. В. Коменко // *Тр. СПИИРАН*. 2016. № 2 (45). С. 207-244.
- 6 Petit, J. Potential Cyberattacks on Automated Vehicles [Text] / J. Petit, S. E. Shladover // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. – 2015. – Vol. 16, Iss. 2. – P. 546 – 556. DOI: 10.1109/TITS.2014.2342271
- 7 Кулинич А.А. Концептуальные «каркасы» плохо определенных предметных областей. Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: материалы III Международной научно-технической конференции (Минск, 21–23 февраля 2013 г.) / под ред. Голенкова В.В. – Минск: БГУИР, 2013, с. 135–142.

- 8 Akhmetov, B., Lakhno, V., Boiko, Y., & Mishchenko, A. (2017). Designing a decision support system for the weakly formalized problems in the provision of cybersecurity. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (1 (2)), 4-15.
- 9 Li-Yun Chang, Zne-Jung Lee (2013). Applying fuzzy expert system to information security risk Assessment – A case study on an attendance system, *International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFUZZY)*, P. 346 – 351.
- 10 Кулинич А.А. Концептуальные «каркасы» плохо определенных предметных областей. *Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: материалы III Международной научно-технической конференции (Минск, 21–23 февраля 2013 г.) / под ред. Голенкова В.В. – Минск: БГУИР, 2013, с. 135–142.*
- 11 Мусихина, Д. А., Яньков, П. А., & Елизарова, А. А. (2017). Выявление комплексных кибератак на критически важных объектах. *Успехи современной науки*, 4(2), 60-64.
- 12 Корченко, А. А., & Жумангалиева, Н. К. (2018). Структурная модель системы выявления вторжений. In *Новые информационные технологии и системы* (pp. 171-173).
- 13 Shenfield, A., Day, D., & Ayesh, A. (2018). Intelligent intrusion detection systems using artificial neural networks. *ICT Express*, 4(2), 95-99.
- 14 Kabir, E., Hu, J., Wang, H., & Zhuo, G. (2018). A novel statistical technique for intrusion detection systems. *Future Generation Computer Systems*, 79, 303-318.

References:

- 1 Palaeva, L. V., Hafizov, A. M., Gilyazetdinova, A. M., Vahitova, A. R., Davydova, K. N., & Sirotnina, E. R. (2017). Osnovnye vidy kiberatak na avtomatizirovannye sistemy upravleniya tekhnologicheskimi processami i sredstva zashchity ot nih [The main types of cyber attacks on automated process control systems and means of protection against them]. *Fundamental'nye issledovaniya*, (10-3), 507-511. (In Russian)
- 2 Pizhevskij, D. E., Antonov, V. O., Zavolokina, U. V., Untevskij, N. YU., & Tebueva, F. B. (2019). Analiz mirovoj tendencii rosta kiberugroz na osnove linejnoj approksimacii statisticheskikh dannykh ob atakah [Analysis of the global trend in the growth of cyber threats based on a linear approximation of statistical data on attacks]. In *Studencheskaya nauka dlya razvitiya informacionnogo obshchestva*. 118-127. (In Russian)
- 3 Kupryushin, S. A. (2019). Kiber-ugrozy i ih vliyanie na mirovuyu ekonomiku i ekonomiku rossii. problemy rossijskikh kompanij po bor'be s kiber-ugrozami [Cyber threats and their impact on the world economy and the Russian economy. problems of Russian companies in combating cyber threats]. In *Innovacionnye dominanty social'no-trudovoj sfery: ekonomika i upravlenie*. 159-163. (In Russian)
- 4 Otchet za 2020 g. s rezul'tatami global'nogo oprosa direktorov po informacionnoj bezopasnosti - https://www.cisco.com/c/ru_ru/products/security/security-reports.html (In Russian)
- 5 A.A. Branickij, A.V. Kotenko (2016) Analiz i klassifikaciya metodov obnaruzheniya setevyh atak [Analysis and classification of network attack detection methods]. A.A. Branickij, A.V. Kotenko. Tr. SPIIRAN. 2016. № 2 (45). 207-244. (In Russian)
- 6 Petit, J. Potential Cyberattacks on Automated Vehicles [Text] / J. Petit, S. E. Shladover // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. – 2015. – Vol. 16, Iss. 2. – P. 546 – 556. DOI: 10.1109/TITS.2014.2342271
- 7 Kulinich A.A. (2013) Konceptual'nye «karkasy» ploho opredelennykh predmetnykh oblastej. Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovaniya intellektual'nykh sistem [Conceptual "frameworks" of poorly defined subject areas. Open semantic technologies for designing intelligent systems]: materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. pod red. Golenkova V.V. Minsk: BGUIR, 135–142. (In Russian)
- 15 Akhmetov, B., Lakhno, V., Boiko, Y., & Mishchenko, A. (2017). Designing a decision support system for the weakly formalized problems in the provision of cybersecurity. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (1 (2)), 4-15.
- 16 Li-Yun Chang, Zne-Jung Lee (2013). Applying fuzzy expert system to information security risk Assessment – A case study on an attendance system, *International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFUZZY)*, p. 346 – 351.
- 8 Kulinich A.A. (2013) Konceptual'nye «karkasy» ploho opredelennykh predmetnykh oblastej [Conceptual "frameworks" of ill-defined subject areas]. Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovaniya intellektual'nykh sistem: materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii (Minsk, 21–23 fevralya 2013 g.) / pod red. Golenkova V.V. Minsk: BGUIR, 135–142. (In Russian)
- 9 Musihina, D. A., YAn'kov, P. A., & Eлизарова, А. А. (2017). Vyyavlenie kompleksnykh kiberatak na kriticheski vazhnykh ob"ektakh [Detection of complex cyber attacks on critical facilities]. *Uspekhi sovremennoj nauki*, 4(2), 60-64. (In Russian)
- 10 Korchenko, A. A., & ZHumangalievа, N. K. (2018). Strukturnaya model' sistemy vyyavleniya vtorzhenij [Structural model of an intrusion detection system]. In *Novye informacionnye tekhnologii i sistemy*. 171-173. (In Russian)
- 11 Shenfield, A., Day, D., & Ayesh, A. (2018). Intelligent intrusion detection systems using artificial neural networks. *ICT Express*, 4(2), 95-99.
- 12 Kabir, E., Hu, J., Wang, H., & Zhuo, G. (2018). A novel statistical technique for intrusion detection systems. *Future Generation Computer Systems*, 79, 303-318.

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

МРНТИ 20.01.07
УДК 378.091.12:004.451

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.022>

Е.Ы. Бидайбеков¹, В.В. Гриншкун², С.Н. Конева¹, Г.Г. Газиз^{1}*

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

²Мәскеу қалалық педагогикалық университеті, Мәскеу қ., Ресей

*e-mail: gulnurr76@gmail.com

ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРНЫНДАҒЫ ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ОҚЫТУДАҒЫ
ӘДІСТЕРДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Мақалада студенттерге операциялық жүйенің рөлін түсінуге және оның принципін игеруге, студенттердің дерексіз ойлау қабілеті мен проблемаларды шешу дағдыларын үйретуге мүмкіндік беру үшін операциялық жүйені оқыту барысында қолданылатын әдістерге талдау жасалды. Талдау жасалған әдістерде оқыту тәжірибесі кезінде кездесетін ерекшеліктердің орын алатынын екенін көрсетеді. Мақалада көрсетілген операциялық жүйелерді оқыту әдістемелері студенттерге жұмыс принципін оңай түсінуге және белгілі бір дәрежеде операциялық жүйенің рөлін түсінуге мүмкіндік береді. Оқыту тәжірибесімен бірге автор операциялық жүйені дамыту үшін екі аспектіден, атап айтқанда теориялық оқыту мен практикалық (эксперименттік) оқытудың ерекшеліктерін атап өтіп қана қоймай, сонымен қатар, соңғы 3 жыл ішіндегі оқу жылдарындағы операциялық жүйелерді оқыту әдістерді пайдаланудағы тиімділік көрсеткіштерінің салыстырмалы нәтижелері көрсетілді. Сонымен қатар, оқыту тәжірибесімен бірге автор операциялық жүйені дамыту үшін екі аспектіден, атап айтқанда теориялық оқыту мен практикалық (эксперименттік) оқытудың ерекшеліктерін атап өтті. Білімді басқаруды оқыту әдісіндегі білімнің логикалық құрылымын қолдана отырып, студенттер курс білімінің құрылымын игере алады.

Түйін сөздер: операциялық жүйелер, білімді басқаруды оқыту әдісі, теориялық әдіс, практикалық әдіс, эксперименттік әдіс, операциялық жүйені оқыту әдістері

Аннотация

Е.Ы. Бидайбеков¹, В.В. Гриншкун², С.Н. Конева¹, Г.Г. Газиз^{1}*

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

²Московский городской педагогический университет, г.Москва, Россия

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ В ВУЗЕ

В статье проведен анализ методов, используемых в процессе обучения операционной системе, чтобы дать возможность студентам понять роль операционной системы и освоить ее принцип, научить студентов абстрактному мышлению и навыкам решения проблем. Анализ показывает, что в разработанных методах имеют место особенности, встречающиеся во время практики обучения. Представленные в статье методики обучения операционным системам позволяют студентам легко понять принцип работы и в определенной степени понять роль операционной системы. Вместе с опытом преподавания автор не только выделил особенности развития операционной системы в двух аспектах, а именно теоретического обучения и практического (экспериментального) обучения, но и показал сравнительные результаты показателей эффективности использования методов обучения операционных систем за последние 3 года обучения. Кроме того, наряду с опытом преподавания, автор выделил два аспекта развития операционной системы, а именно особенности теоретического обучения и практического (экспериментального) обучения. Используя логическую структуру знаний в методе обучения управлению знаниями, студенты могут освоить структуру знаний курса.

Ключевые слова: операционные системы, метод обучения управлению знаниями, теоретический метод, практический метод, экспериментальный метод, методы обучения операционным системам.

Abstract

FEATURES OF METHODS OF TEACHING OPERATING SYSTEMS AT THE UNIVERSITY

Bidaybekov Y.¹, Grinshkun V.², Koneva S.¹, Gaziz G.¹,

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

²Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

The article analyzes the methods used in the process of teaching the operating system to enable students to understand the role of the operating system and master its principle, to teach students abstract thinking and problem solving skills. The analysis shows that in the developed methods there are features that occur during the training practice. The methods of teaching operating systems presented in the article allow students to easily understand the principle of operation and to some extent understand the role of the operating system. Together with the teaching experience, the author not only highlighted the features of the development of the operating system in two aspects, namely theoretical training and practical (experimental) training, but also showed comparative results of indicators of the effectiveness of the use of operating system training methods over the last 3 years of training. In addition, along with teaching experience, the author identified two aspects of the development of the operating system, namely, the features of theoretical training and practical (experimental) training. Using the logical structure of knowledge in the method of learning knowledge management, students can master the knowledge structure of the course.

Keywords: Operating systems, knowledge management training method, theoretical method, practical method, experimental method, methods of teaching operating systems.

Кіріспе

Операциялық жүйе - бұл информатиканың негізгі курсы, студенттер оның негізгі принципін игеріп, ішкі құрылымын түсінуі керек, содан кейін күрделі коммуникациялық бағдарламалық жасақтаманы жасап және қолдана алады. Операциялық жүйе-бұл ғылымның терең бөлігі, оның мазмұны бай және терең ойластырылған [1,2]. Ғылымның дамуымен Операциялық жүйе тұжырымдамада, технологияда тез өзгерістерге ұшырауда.

Студенттерді оқытуды дайындауда білім алушының білімді игеру және дағдыларды, іскерлікті дамыту бойынша жалпы мақсатты және ұйымдастырылған қызметі маңызды болып табылады. Қазіргі білім беру ортасында көптеген оқыту әдістері қолданылады. Олар белгілі бір негізде оқыту әдістерінің жүйесі.

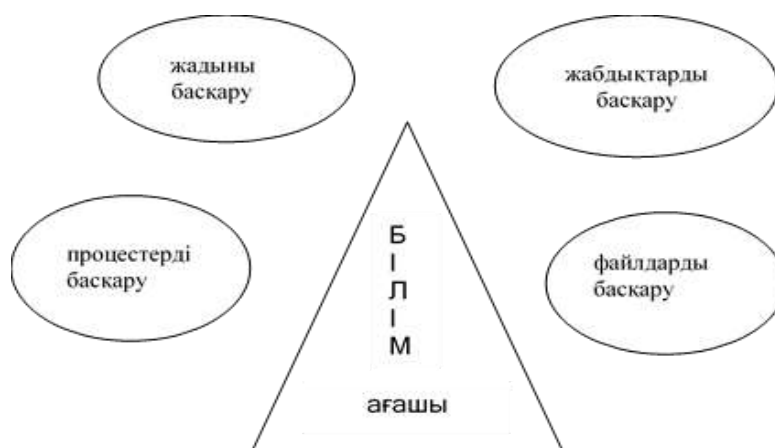
Операциялық жүйе-бұл компьютердегі маңызды жүйелік бағдарламалық жасақтама. «Операциялық жүйе» курсы информатика және электрондық ақпараттық инженерия сияқты мамандықтардың негізгі курсы болып табылады. Бұл бакалавриат курсы негізінен процестерді басқару, жадыны басқару, сақтауды басқару және т.б. сияқты операциялық жүйенің негізгі тұжырымдамалары мен принциптерін зерттейді. Оқу барысында студенттер компьютерлік операциялық жүйені жобалау және іске асыру туралы, соның ішінде операциялық жүйенің тұжырымдамалары, мәліметтер құрылымы және алгоритмдер туралы негізгі білім алады.

«Операциялық жүйе» курсы теориялық және дерексіз. Курс студенттерден мамандандырылған негізгі курстардың негізін талап етеді. Нәтижесінде оқытушыларға сабақ беру қиын, ал студенттерге түсіну қиын. Сонымен қатар, компьютерлік технологиялар мен операциялық жүйенің қарқынды дамуымен операциялық жүйенің бағдарламалық жасақтамасы күрделене түсуде, бұл «Операциялық жүйе» курсын оқыту моделіндегі инновацияларға қиындық тудырады. Оқытудың кейбір тиімді әдістері бар [3,4]. Алайда, бұл әдістер мәселені тұтастай жүйе тұрғысынан шешпейді.

Операциялық жүйе-бұл компьютерлік жүйенің ең негізгі бағдарламалық жасақтамасы және компьютерлік бағдарламалық жүйенің ядросы. Компьютерлік операциялық жүйені жобалау және іске асыру принципі - тиісті мамандықтардың студенттері игеруі керек негізгі білім. Бірақ сонымен бірге курстың сипаттамасы өте дерексіз және оның мазмұнын эксперименттермен байланыстыру қиын. Сондықтан студенттерге курстың маңыздылығын түсіну қиын. Көптеген студенттер мен оқытушылар бұл курс қолданбалы колледждер мен университеттерде қажет емес деп санайды. Студенттерді осы курстың практикада маңыздылығын қалай түсінуге, операциялық жүйені енгізудің негізгі принципі мен технологиясын түсінуге және игеруге, сондай - ақ инженерлік тәжірибе дағдыларын, командалық ынтымақтастық қабілетін және студенттердің инновациялық санасын қалай нығайтуға болады-бұл өте үлкен міндет. Қолданбалы бағдарламаларды оқыту қажеттіліктеріне бейімделу үшін операциялық жүйе курсы оқытудың мазмұнын түзетуі керек, жоғары сапалы практикалық қабілеттері мен инновациялық қабілеттері бар қолданбалы бағдарламалау талаптарды үйрету үшін практикалық оқытуды реформалауы керек [5].

Операциялық жүйенің логикасы өте тереңде, сондықтан студенттің кейбір басқару функцияларын түсінуі жеткіліксіз. Студенттер бүкіл курсты жақсы түсіну және игеру, білімнің күшті құрылымын құру және бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу туралы түсінік қалыптастыру үшін бүкіл операциялық жүйені тиімді игеруі керек. Екіншіден, Операциялық жүйе-бұл жүйелі кәсіби базалық курс. Бұл курс жан-жақты және оның мазмұны бағдарламалау, мәліметтер құрылымы, құрастыру тілі, компилятор теориясы, Компьютерлік композиция принципі және т.б. сияқты көптеген курстармен сәйкес келеді. Үшіншіден, бұл курстың теориясы күшті, ал практикалық мазмұны мен сценарийлері жоқ. Бұл проблема студенттердің қолданбалы операциялық жүйені пайдасыз деп санауының басты себебі болып табылады. Операциялық жүйе курсына тым көп теория болғандықтан және оқытушы студенттердің практикалық қабілеттерін дамыту қажеттілігін елемей, оқыту процесінде теориялық түсіндіруге көп көңіл бөледі. Оқытушылар көбінесе студент операциялық жүйені жасай алмайды деп ойлайды, сондықтан осы курстың эксперименттік ұйымы негізінен студенттерге жаңартылған эксперименттік платформаны ұсына алмайтын сынақ эксперименті болып табылады. Бұл курстың мазмұны қазіргі операциялық жүйемен нақты байланысты қолдана алмайды, бұл студенттерге курстың абстрактілі екенін сезінуге, тіпті курсты үйренудің пайдасы жоқ деп ойлауға мүмкіндік береді. Бірақ қолданыста операциялық жүйелер технологиясы тез дамып келеді. Қазіргі уақытта операциялық жүйені дамыту бірнеше бағытта жүзеге асырылады, мысалы, көп арналы, көп ядролы, микро ядролы, ендірілген, таратылған, көп процессорлы. Қазіргі уақытта нарықта Unix, Linux, Windows, Mac, IOS және Android сияқты көптеген танымал операциялық жүйелер, сондай-ақ басқа да негізгі операциялық жүйелер бар. Оқытушылардың көпшілігі курсты оқытуға қазіргі операциялық жүйенің принципін, технологиясын және қолданылуын қолдана алмайды, сондықтан оқыту мазмұны теория мен технологияның дамуына бейімделе алмайды. Оқытушылардың көпшілігі оқыту мазмұнына жаңа теория мен операциялық жүйені қолдануды қосқан жоқ. Егер теориялық оқытуды операциялық жүйенің қолданысымен біріктіруге болатын болса, бұл студенттердің қызығушылығын едәуір арттырады [6].

Бір жағынан, операциялық жүйені оқыту сапасын жақсарту үшін біз білім нүктелері арасындағы байланысты нығайтуымыз керек. Студенттерге бүкіл операциялық жүйені тиімді түсінуге, мұғалімдердің жетекшілігімен идеалды білім құрылымын құруға мүмкіндік беру үшін біз келесі 1- суретте білім нүктелерінен құралған "білім ағашы" диаграммасы арқылы тарауларын саламыз. Білім ағашы диаграммасы аяқталғаннан кейін студенттер операциялық жүйенің әр бөлімінде басқа білім нүктелерімен ішкі байланыс бар деген қорытындыға келіп, білімнің жалпы түсінігін, ассоциативті жадыны және тәртіпті орналасуды жүзеге асыра алады. Содан кейін студенттер білім ағашын сала алады, тіпті талқылап, талдай алады, сонымен қатар білімді өздері зерттей алады.



Сурет 1. Операциялық жүйені оқытудағы «Білім ағашы» схемасы

Бағдарламалау тілдерін жобалау курстарымен байланысты нығайту операциялық жүйелерді оқытудағы маңызды факторлардың бірі. Бағдарламалау тілі-операциялық жүйеде курстың алғышарты. Мысалы, басқару құрылымы, функциялар, массивтер, көрсеткіштер, файлдық операциялардың мазмұны және т.б. сияқты көптеген теория мен эксперименттің операциялық жүйелері бар, сонымен қатар кодты оқу және талдау мүмкіндігі де өте маңызды аспект болып табылады. Мұғалімдер операциялық жүйені іске асырумен байланысты мазмұнға назар аудара алады, мысалы, функция көрсеткіші және т. б.

Екінші жағынан, біз практикамен байланысты нығайтуымыз керек. Қызығушылық тудыру-ен жақсы оқытушы, тәжірибе-оқытудың ең жақсы әдісі. Қолданбалы мен инновациялық талаптар практикалық оқытуда өте маңызды рөл атқарады. Эксперименттік оқытудың мәні студенттердің практикалық және инновациялық қабілеттерін дамыту болып табылады.

Эксперименттерде қолданылатын операциялық жүйенің платформасы ретінде біз Windows, Linux, Android және басқа да көптеген эксперименттік платформаларды таңдаймыз. Windows платформасын таңдаудың себебі-көптеген бағдарламалар Windows-қа негізделген. Қазіргі уақытта мобильді платформа өндірісте және күнделікті өмірде кеңінен қолданылады, сондықтан студентке мобильді операциялық жүйенің платформасын және мобильді операциялық жүйенің платформасын жасауға негізделген алдын-ала бақылауды түсіну өте маңызды.

Зерттеу әдіснамасы және нәтижелері

Төменде келтірілген оқыту барысында кездесетін типтік мәселелер көрсетілген, яғни осы типтік мәселелер негізінде талдау жасалынды.

А. Білім жүйесін меңгерудегі қиындықтар

Пәнаралық курс үшін студенттер операциялық жүйені терең талдаусыз білім туралы жалпы түсінікке ие бола алмайды.

В. Оқу бастамасының болмауы

Дәстүрлі оқыту әдісінің көмегімен студенттер курста жалығады және олардың оқу мотивациясына деген қызығушылығын жоғалтады.

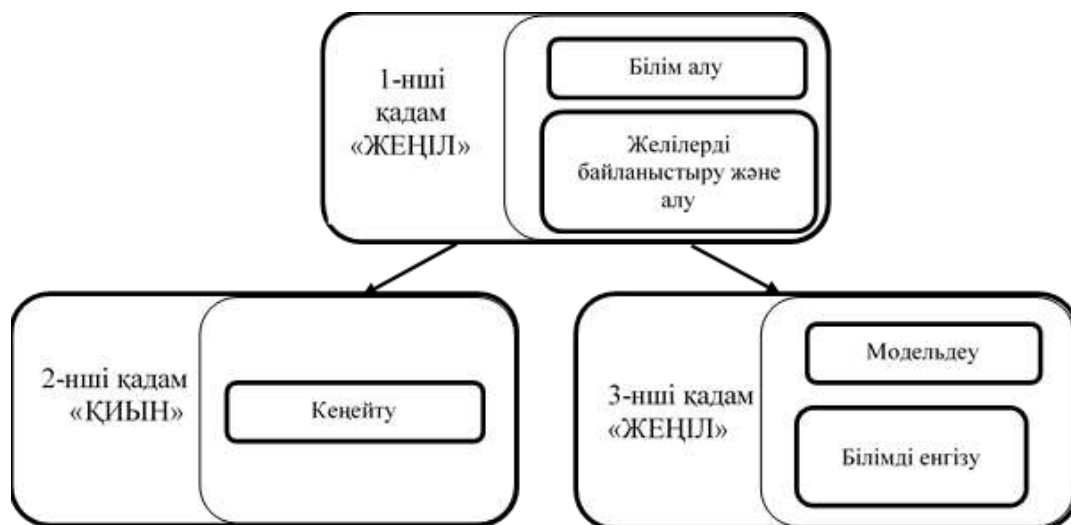
С. Білімді жаңартудағы кідіріс

Оқу кестесінің шектеулі болуына байланысты оқытушылар кейде тек операциялық жүйенің негізгі тұжырымдамаларымен танысады және қазіргі операциялық жүйенің дамуындағы жаңа технологиялар мен қосымшаларды сирек ұсынады. Жоғарыда аталған барлық мәселелер, сайып келгенде, білім жүйесін тезірек және жақсырақ қалыптастыру, содан кейін терең деңгейдегі білімді кеңейту болып табылады.

Білімді басқаруды оқыту әдісі ұзақ мерзімді педагогикалық практика аясында білімнің логикалық құрылымы мен ақыл-ойды бейнелеу арқылы оқытуды жүзеге асыру үшін ұсынылды.

Білімді басқаруды оқыту әдісі-бұл көптеген пәндер бойынша ақпаратты өңдеу теориясын, танымдық психологияны, структурализм әдіснамасын және т.б. біріктіретін синтетикалық қосымша. Ол әр түрлі деңгейдегі оқу процесінде танымдық механизмді ашады. Қазіргі уақытта білімді басқаруды оқыту әдісі кейбір арнайы информатика курстарына қолданылады, мысалы, Дискретті математика, мәліметтер құрылымы, Компьютерлік желілер, бағдарламалық жасақтама және т.б.

Білімнің логикалық құрылымы-бұл білім мазмұнының теориялық құрылымын профильдеу арқылы құрылған білімді басқаруды оқыту әдісінің негізгі идеясы. 2-суретте білімді басқаруды оқыту схемасының схемалық диаграммасы келтірілген.



Сурет 2. Білімді басқаруды оқыту схемасының схемалық диаграммасы

Жалпы, оқыту мазмұны келесідей үш қадам арқылы ұйымдастырылған: "жеңіл", "қиын" және "жеңіл". Іс жүзінде, суретте көрсетілгендей, барлық үш қадам өңдеу кезеңдерінің қосындысына бөлінеді, яғни білім алу, байланыстыру және алу, білімді кеңейту, модельдеу және енгізу. Яғни шағын интеллектуалды құрылым қалыптасады. Содан кейін білімнің логикалық құрылымы біріктіру механизмін құру үшін микроформалау арқылы ақыл-ойды бейнелеумен біріктіріледі. Білімді басқаруды оқыту әдісінде оқыту мазмұны графиктер мен диаграммалар түрінде жинақталады. Студенттер білімді түсінікті және есте сақтауды жеңілдететін графиктер мен диаграммалар арқылы білім туралы жан-жақты түсінік ала алады. Оқыту барысында оқытушылар оқу мазмұнының негізгі негіздерін түсіндіріп, негізгі мазмұнын ұсынуы керек. Студенттер өздерінің субъективті бастамасы мен мотивациясын жұмылдыратын қайталама мазмұнды өз бетінше оқи алады.

Теориялық оқыту әдісі

Білім жүйесіне және мазмұнды зерттеуге баса назар аудару операциялық жүйенің оқыту мазмұны екі негізгі ойға ие.

Тік кеңес дегеніміз-дизайн идеясын, өңдеу механизмін және тарихтағы жүйенің құрылымын дамыту. Мысалы, жадыны басқаруды алайық. Ертерек бекітілген бөлімдерден бастап, кейінірек өзгеретін бөлімдерге дейін және қазіргі заманғы виртуалды сақтауды басқарумен аяқтай отырып, біз уақытқа байланысты операциялық жүйенің ойлауының дамуын түсіне аламыз. Көлденең кілт негізінен әртүрлі жағдайдағы нақты әдістердің айырмашылығын білдіреді. Мысалы, процестерді басқаруды алайық. Linux-та бес күй бар. Терезелерде жеті күй бар. Кейбір қарапайым операциялық жүйелерде тек үш-екі күй бар. Әр түрлі қолдану мақсаттары мен орталары операциялық жүйенің дамуы мен қолданылуын шектейді.

«Тарихқа тігінен қарау және әлемге көлденең қарау» оқыту тұжырымдамасын қабылдау студенттерге бір жағынан принциптер мен әдістердің дамуын түсінуге көмектеседі, бұл студенттерге болашақ даму тенденциясын дәл анықтауға көмектеседі. Екінші жағынан, кейстерді талдау студенттерге практикалық мәселелерді талдау қабілетін жақсартып отырып, әдістер мен технологиялық тактиканы таңдаудағы айырмашылықтарды түсінуге көмектеседі.

Оқытудың әртүрлі әдістерін енгізу және колледжде оқыту ерекшеліктері негізінде студенттердің инновациялық санасын шабыттандыру, оқыту әдістерін қолдану кезінде үш тармаққа басымдық беру керек. Біріншіден, оқытудың ғылыми-бағытталған әдісі. Заманауи білім беруді дамытуды қарастыра отырып, сапалы білім оқыту, жұмыс және зерттеудің «ұтымдылығына» баса назар аударады. Мәселелердің мәнін түсінуге баса назар аудару студенттерге осындай ойлау режимін құруға көмектеседі: мақсатты анықтау үшін- мақсатқа жетудің жолын табу - мәселені шешудің идеясын немесе әдісін зерттеңіз. Іс жүзінде біз білімді анықтау процесін модельдеуге назар аудара отырып, зерттеуге бағытталған оқытуға назар аударуымыз керек. Студенттерді танымның инновациялық процесін сезінуге мәжбүр етіңіз. Студенттердің ғылыми зерттеулерге деген қызығушылығын арттыру. Студенттерді автономды оқыту туралы хабардар етуге шабыттандыру болып есептелінеді. Және студенттердің инновацияға қабілетін жақсарту. Екіншіден, интерактивті салқын байланыс. Оқу орнындағы оқытушылар мен студенттер арасындағы интерактивті қарым-қатынас оқытудың пайдалы әрекеті болып табылады. Интерактивті оқыту-бұл студенттерге әсер ететін оқыту әдісі. Осылайша, ол студенттердің қатысу санасын, практикалық қабілеттерін және ойлау қабілеттерін дамыта алады, сонымен қатар студенттерді оқуға деген қызығушылыққа шабыттандырады, бұл «оқытуды үстемдік және студент ретінде қабылдау» идеясын насихаттайтын сапалы білімге сәйкес келеді, студенттерге белсенді ойлау үшін көбірек орын ұсынады. Үшіншіден, мультимедиялық оқыту әдісін қолдану. Мультимедиялық технологиялар мен компьютерлік технологиялардың дамуы мен үйлесімімен қатар, мультимедиялық құралдар оқу режимін өз сөздерімен, суреттерімен және бейнелерімен байытады. Оқытуда мультимедиялық құралдар студенттердің компьютерлік білімге деген қызығушылығын оятуға көмектеседі, сабақта студенттердің назарын жақсы сіңіріп, сақтай алатын әртүрлі есептер мен мысалдарды ұсынады. Осылайша, студенттер алған білімдерін түсініп, есте сақтай алады. Сценарийлік оқыту - студенттерді арнайы оқу ортасына орналастыру, студенттерді оқуға үйрету және студенттердің автономды оқуға деген қызығушылығын ояту. Оқытуға бастапқы кодты талдауды енгізу. Бағыт ретінде нақты қосымшаны алуға болады. Студенттерді оқытудың мазмұнын терең түсінуіне жағдай жасау керек. Мысалы, Linux ашық көзі операциялық жүйені оқыту шарттарын ұсынады. Linux бастапқы кодының бір бөлігін талдай отырып, студенттер процесті басқарумен, жадыны басқарумен, Linux файлдарын басқарумен таныса алады. Теорияны практикамен бірге біріктіру іске асады. Осыдан

студенттердің операциялық жүйелер теорияларын түсінуін тереңдету. Сонымен қатар, студенттер нақты компьютерлік таланттарды дамытуға пайда әкелетін нақты жүйенің дәлдігін, технологиялық ойлауын және ерекше стилін біле алады [7].

Эксперименттік оқыту әдісі

Операциялық жүйелермен жүргізілетін эксперименттер анағұрлым айқын, бірақ практикалық емес болып келеді. Осы фактіні ескере отырып, келесі эксперименттер жүргізілді.

Жүргізілген эксперимент қабілеттерін дамытуға назар аудару болып табылады. Яғни, эксперименттерді реформалау және ғылыми тәжірибелер жасау. Студенттердің ойлау қабілеттері мен білім алу қабілеттерін кезең-кезеңімен дамыту. Осылайша, студенттер Ең жақсы оқу дағдылары мен тәжірибе әдістерін игере алады. Студенттерге эксперименттер арқылы теорияларды түсінуге көмектесіңіз, оқыту кезінде бастапқы кодты талдау болып табылады. Процесті басқару, жадыны басқару және файлдарды басқару сияқты тәжірибелер арқылы бағдарламаны тексеру керек. Содан кейін студенттер операциялық жүйенің әртүрлі функцияларын игеріп, түсіне алады. Бұл процесте әлеуеті бар кейбір студенттер эксперименттерге дайындалуға қатыса алады. Олар экспериментті тұтастай тани алады. Бұл оларға мақтаныш сезімін бере алады. Олар басқа студенттерге бағыт-бағдар беріп, көмектесе алады, сонымен қатар эксперименттердің нәтижелерін жақсартып алады. Сонымен бірге, эксперименттерге дайындық барысында студенттер проблемаларды талқылай алады, оқытушылармен сөйлесе алады және білім берудегі инновацияны ынталандырады.

Командалық тәжірибе - интерактивті оқыту арқылы тәжірибе жасау қабілетін дамыту. Тарауды аяқтағаннан кейін бағдарламаны модельдеу үшін тәжірибелер жасау керек. Экспериментті бастамас бұрын оқытушылар студенттерге негізгі ойлар мен негізгі мазмұн туралы айтуы керек. Студенттер жүйені өз бетінше бағдарламалай алады. Компьютерде жұмыс істеу кезінде студенттер мәселелерді еркін талқылай алады. Достық ортада студенттер барлық мәселелерді талқылау арқылы шеше алады, бұл студенттердің оқуға деген қызығушылығын арттырады және командалық ынтымақтастық рухын дамытады. Тәжірибелер арқылы әр студентке объективті, әділ және нақты талдау мен баға беру, бұл студенттерге өз зерттеулерін объективті тануға көмектеседі, нәтижесінде айтарлықтай секіріс болады [2,4].

Кешенді эксперименттер жүргізіп, жүйені модельдеу және операциялық жүйенің негізгі функцияларын аяқтағаннан кейін студенттердің практикалық инновациялық қабілеттерін жетілдіріп, қарапайым операциялық жүйені жобалау сияқты толық пәнді қамтамасыз етуге болады. Материалдар жинап, қолдануға болатын сілтемелерді алып, эксперимент сызбаларын сызып, эксперименттер жасап, студенттерден мақалалар жазуды сұрап, студенттердің зерттеу және практикалық қабілеттерін дамытып қана қоймай, сонымен қатар инновациялық тәжірибе мүмкіндіктерін ұсыну маңызды. Студенттер операциялық жүйенің ішінара функцияларын қолданғандықтан, оқытушылар студенттерді операциялық жүйенің бүкіл процесін зерттеуге бағыттауы керек, студенттердің мәселелерді талдау және шешу қабілеттерін дамытуы керек, студенттердің автономды оқуға деген қызығушылығын оятуы керек және студенттердің өздігінен білім алуына, өзін-өзі жетілдіруге және өзін-өзі дамытуға көмектесуі керек білім мен дағдыларды жетілдіру қажет [8, 9].

Бүгінгі таңда білім беру өнімі мен қызметтерін әртараптандыру және нарықты сегменттеу дамудың басты бағыты болып табылады. Автономия және оқытудың тәуелсіздігі теориясының тұжырымдамалық негіздерін Р. Деллинг – Тюбинген университетінің жанындағы "қашықтықтан оқыту" институтының профессоры, ГФР; Ведемейер-Висконсин университетінің профессоры, АҚШ; М. Мур (Пенсильвания университеті) – американдық қашықтықтан оқыту орталығының директоры (ACSD), "американдық қашықтықтан оқыту журналының" (AJDE) негізін қалаушы және баспагері қашықтықтан оқытуды жоспарлы және жүйелі қызмет ретінде қарастырады, соның ішінде таңдау, дидактикалық дайындық және оқу материалдарын ұсыну, студенттерге олардың оқуын бақылау және көмек көрсету, әртүрлі байланыс құралдары арқылы студент пен оқытушы арасындағы қашықтықты жүріп өту. Р. Деллинг теориясында екіжақты коммуникациядағы кері байланыс тұжырымдамасы басты орын алады. Қашықтықтан оқыту теориясының дамуына М. Мур айтарлықтай үлес қосты. Оның көзқарастары Р. Деллингке жақын және екі айнымалыға негізделген – "автономия "және" қашықтық" М. Мур үш элементті ажыратады: студент, оқытушы, коммуникация құралдары, олардың сипаттамалары бойынша білім берудің басқа түрлеріндегі ұқсас элементтерден ерекшеленеді. М. Мурдың бағалауы бойынша, егер оқытушы мен студент арасындағы екіжақты байланысты қамтамасыз етсе және студенттердің сұраныстарына сәйкес келсе, оқу бағдарламалары қашықтықтан

оқыту бағдарламаларына жатқызылуы мүмкін. Тәуелсіз оқыту М. Мурдың пікірінше, студент автономды позицияны алатын және уақыт пен кеңістікте оқытушыдан бөлек болатын білім беру жүйесі.

Студенттер мен оқытушылар арасындағы байланыс тек техникалық құралдармен жүзеге асырылады. М. Мурдың теориясын талдай отырып, халықаралық қашықтықтан оқыту кеңесінің зерттеу комитетінің бұрынғы төрағасы Д. Киган М. Мурдың теориялық ұстанымының бір полюсі, атап айтқанда "қашықтық" жеткілікті түрде негізделген, бірақ екінші полюске, яғни "автономияға" келетін болсақ, мұнда қосымша дәлелдер қажет, өйткені барлық студенттер автономияны бірдей мөлшерде қолдана алмайды. Автономиясы жоғары оқу бағдарламасы студентке автономиясы төмен бағдарлама сияқты зиян келтіруі мүмкін. Сондықтан, Д. Киган оқу бағдарламаларын әр студенттің қажеттіліктеріне бейімдеу керек дегенге баса назар аударады. Содан кейін олар автономияны барынша пайдаланады және білімде алға жылжиды. Егер біз Р. Деллинг пен М. Мурдың тұжырымдамаларын экстремалды деп санасақ, онда Ч. Ведемейер автономия мен тәуелсіздік мәселесін либералды тұрғыдан қарастырады. Либералды ұстаным Ч. Ведемейера практикалық қолдану үшін ыңғайсыз деп жиі сынға ұшырайды. Оның "тәуелсіз оқыту" терминін енгізген қашықтықтан оқыту тұжырымдамасы екі «китте» тұр: Демократиялық қоғамдық идеал және білім берудің либералды философиясы. Ч. Ведемейер адам кедей, географиялық тұрғыдан оқшауланған, әлеуметтік мәртебесі төмен, денсаулығы нашар, күнкөріс табуы керек немесе басқа себептермен өзін оқу орнының арнайы атмосферасына орналастыра алмайтындықтан білім алу мүмкіндігін алып тастауға болмайды деп сенді. Іс жүзінде Ч. Ведемейер өзін-өзі тәрбиелеу мүмкіндіктерін жақтады. Ол «тәуелсіз оқыту» оқушыға ыңғайлы жылдамдықпен жүргізілуі керек, жеке бағытталуы керек және қандай да бір мақсатқа байланысты болмауы керек деп тұжырымдады. Студент өзінің оқуын жағдайларға сәйкес басқара алады, ол мекеменің кез-келген тетіктерімен байланысты емес, бірнеше оқу бағдарламаларының кез-келгенін таңдауда тәуелсіз, қызметте қол жеткізуге тырысатын мақсаттарды таңдау еркіндігіне және жетістіктерді өз бетінше бағалау мүмкіндігіне ие. «Тәуелсіз оқыту» оқушылардың іс-әрекеті нәтижесінде жүзеге асырылады. Оқытуды оқытушы жіберсе де, оқушылар оған тәуелді емес және белгілі бір дәрежеде еркіндік пен жауапкершілікке ие. «Тәуелсіз оқыту» кезінде оқытушылар мен оқушылар өз функциялары мен міндеттерін бір-бірінен бөлек орындайды, әртүрлі тәсілдермен өзара байланысты сақтайды.

Ч. Ведемейер білім берудегі «кеңістіктік-уақыттық» кедергіні женудің жалғыз жолы-ілімді оқудан бөлу деп есептеді. Ол үшін оқыту мен оқуды бөлек жоспарлау, оларға тәуелсіз қызмет ретінде қарау қажет. Осы жерден, оның пікірінше, бұрын ерекшеліктер пайда болады.

Оларға мыналар жатады:

- студент пен оқытушы аумақтық бөлінген;
- қалыпты оқу - жаттығу процесі пошта арқылы хат алмасу немесе басқа байланыс құралдарын пайдалану арқылы жүзеге асырылады;
- оқыту жекелендірілген;
- оқыту студенттің өзіндік қызметі арқылы жүзеге асырылады;
- оқытудың ең қолайлы орны-студенттің жеке тіршілік ету ортасы (тұрғылықты жері, жұмыс орны бойынша);
- оқушы өзінің жетістіктері үшін жауап береді және жұмыс уақыты мен қарқынын таңдауда еркін.

Б. Холмберг, А. Бейтс, Д. Сьюарт, А. Смит және т.б. 70-ші жылдары жасаған өзара әрекеттесу және коммуникация теориясының негізгі принциптері автономия мен тәуелсіздікті жақтаушылардың экстремалды тұжырымдарына айқын қарсы. Алға қойылған мақсаттарға қол жеткізуге бағытталған оқу процесін қатаң бақылайтын модельдер, олардың пікірінше, қашықтықтан оқытуда студент пен оқу орны немесе тьютор арасындағы екіжақты байланысқа емес, оқу материалдарына көбірек көңіл бөлуге бейім. Оқу процесінің қатаң бақылауы аз, мақсатқа жетуге әкелетін модельдер студент пен тьютор арасындағы жеке байланыс немесе телефон арқылы сөйлесу түрінде бір уақытта байланысты қажет етеді. Қашықтықтан оқыту процесінде екіжақты байланыста орталық орынды тьюторлық алады, өйткені, қашықтықтан оқытудың студенттері оқудың Басында, әсіресе олардың мотивациясын нығайту кезінде арнайы көмекке мұқтаж.

Сондықтан тьютор қателіктерді түзетіп қана қоймай, студенттердің жазбаша жұмысын бағалаудың орнына маңызды педагогикалық функцияларды орындауы керек. Ол оқу материалын студенттермен жақсы жеке қарым-қатынас орнату арқылы әрбір студенттің бұрынғы дайындығымен, бұрын жинақталған білімімен байланыстыру процесінде маңызды рөл атқара алады. Б. Холмберг, Хагендегі сырттай университеттің профессоры, тьютордың қашықтықтан оқытудағы студент көзқарасы

бойынша дидактикалық әңгіме тұжырымдамасын жасады. Холмберг-бұл ілімге бағытталған дидактикалық әңгіме. Студент пен тьютор арасындағы тұрақты өзара іс-қимыл жазбаша түрде немесе телефон арқылы диалог түрінде ұсынылады. Нақты дидактикалық әңгімеден басқа, Б. Холмберг студент белгілі бір дидактикалық формада дайындалған оқу материалдарының арқасында мүмкін болатын еліктелген диалог идеясын қолдайды. Дидактикалық сөйлесу стиліне тән нәрсе-оның процесінде проблеманы зерттеуге қалай жақындауға болатындығы, оған көбірек көңіл бөлу, әртүрлі оқу материалдарындағы білімнің жеке бөліктерін қалай біріктіру керектігі туралы кеңес беріледі.

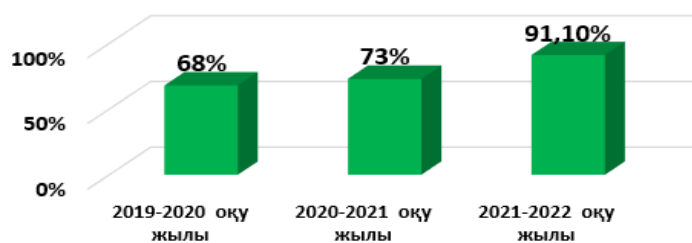
Б. Холмбергтің ұсыныстарына сәйкес қашықтықтан оқыту үшін дайындалған оқу материалы келесі сипаттамалармен ерекшеленуі керек:

- қабылдау оңай болуы керек (Мәтін оқуға оңай, ақпаратқа бай болуы керек);
- не істеу керек және неден аулақ болу керек, не нәрсеге ерекше назар аудару керек және неге қатысты нақты кеңестер мен амалдарды қамтуы керек;
- студенттің пәнге деген қызығушылығын және оның мәселелерін ынталандыру;
- студенттің кеңестері мен ұсыныстары жеке өтініш түрінде берілуі керек.

Қорытынды

Аталған әдістерді қолдана отырып, операциялық жүйелерді оқыту кезінде кішігірім сауалнама жүргізілді. Сауалнамада келесі мәселелер қарастырылды: компьютердің басты қолданушысы айналысатын толық жүйелік бағдарламалардың қатарында ерекше ойып тұрып, орын алады. Операциялық жүйелер әр-түрлі бағдарламаларды іске қосады, компьютерді толығымен басқарады, бағдарламалар мен пайдаланушының сұранысы бойынша барлық қызмет функцияларын орындауымен қатар, деректерді қорғауды қамтамасыз ететіндіктен, төменде көрсетілген (3-сурет) график негізінде, аталған әдістердің оқыту барысында қалай әсер ететіндігін, сонымен қатар бұл әдістердің тиімділігін соңғы 3 жыл ішіндегі оқу жылдарының салыстырмалы талдауын сипаттайды. Графикте көрініп тұрғандай, 2021-2022 жылғы оқу жылдарында әдістерді пайдаланудың тиімдік пайызы 91,1% - ке өскен.

Соңғы 3 жылдағы оқытуда әдістерді пайдалану тиімділігі



Сурет 3. Соңғы 3 оқу жылдарындағы оқытуда пайдаланылған әдістердің тиімділігінің салыстырмалы графигі

Жалпы, операциялық жүйе курсы - информатиканың негізгі курстарының бірі. Студенттерге осы курсты жақсы меңгеруге көмектесу үшін осы курсты оқыту реформасы ұзақ уақыт бойы жалғасатын жұмыс болып табылады. Оқу бағдарламасының дамуы мен студенттердің нақты жағдайына сәйкес оқыту әдістерін жетілдіруді жалғастыру, оқу құралдарын нығайту, оқушылардың оқуға деген қызығушылығын ояту, студенттердің проблемаларды талдау, мәселелерді шешу, инновация қабілетін жақсарту қажет [10].

Мақалада студенттерге операциялық жүйенің рөлін түсінуге және оның принципін игеруге, студенттердің дерексіз ойлау қабілеті мен проблемаларды шешу дағдыларын үйретуге мүмкіндік беру үшін операциялық жүйені оқыту барысында қолданылатын әдістерге талдау жасалды. Талдау жасалған әдістерде оқыту тәжірибесі кезінде кездесетін ерекшеліктердің орын алатынын екенін көрсетеді. Бұл студенттерге жұмыс принципін оңай түсінуге және белгілі бір дәрежеде операциялық жүйенің рөлін түсінуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, оқыту тәжірибесімен бірге автор операциялық жүйені дамыту үшін екі аспектіден, атап айтқанда теориялық оқыту мен практикалық(эксперименттік) оқытудың ерекшеліктерін атап өтті. Білімді басқаруды оқыту әдісіндегі білімнің логикалық

құрылымын қолдана отырып, студенттер курс білімінің құрылымын игере алады. Содан кейін студенттер осы құрылымдағы білім туралы мәліметтерді толтырады. Бір жағынан, студенттер осы жаңа білім беру технологиясымен негізгі кілтті тез тартып, білімді оңай түсінеді. Екінші жағынан, оқытушылар білімнің логикалық құрылымын оқушылардың жеке басына сәйкес оқытуды ұйымдастыруды жүзеге асыру үшін қолдана алады, бұл оқыту сапасын тиімді арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, қосымша қарастырылған теориялық және практикалық (эксперименттік) әдістердің қолданылуы операциялық жүйелерді оқытуда маңыздылығы жоғары екендігі көрсетілді.

Студенттердің операциялық жүйелер теорияларын түсінуін тереңдету. Сонымен қатар, студенттер нақты компьютерлік білімдерін дамытуға пайда әкелетін нақты жүйенің дәлдігін, технологиялық ойлауын және ерекше стилін біле алады [2]. Әрине, заманауи операциялық жүйелердің, оқу бағдарламасының және студенттердің нақты мүмкіндіктерінің дамуына сәйкес оқыту әдістерін жетілдіруді жалғастыру, олардың қызығушылығын ояту, білімділікті дамыту қажет. Алайда, бұл әдістер операциялық жүйелерді оқыту мәселесін толық және жеткілікті терең шеше алмайды. Курстың жеке тақырыптарын оқытуға бірқатар әрекеттер жасау керек.

Осы да және басқа тәжірибелерге сүйене отырып, негізделген оқытудың 8 әдісін қолдану қажет.

1. Оқушылармен байланысты ойлау тәсілінің жаттығуларына назар аударыңыз.

2. Операциялық жүйені транспозиция мәселеге қатысты әзірлеушілер, пайдаланушылар және менеджерлер көзқарастары тұрғысынан қарастырылуы.

3. Операциялық жүйенің негізгі функциялары мен нақты қосымшаларына сәйкес келетіндей, Linux, Windows, Android немесе операциялық жүйенің жеңілдетілген эксперименттік платформасы таңдалуы керек.

4. Сұрақтарды мұғалімдер емес, оқушылардың өздері қоятындай оқу процесін өзгертіңіз.

5. Эксперимент пен бағдарламалау байланысына назар аударыңыз. Компьютерлік бағдарламалау-операциялық жүйенің жұмыс істеу принципін түсінудің маңызды әдісі. Яғни оқытушы Жүйелік бағдарламалау пәнін, операциялық жүйенің имитациялық эксперимент платформасын, операциялық жүйеніні оқытуды, операциялық жүйе ядросын әзірлеуді және т.б. ұсынуы керек деген сөз.

6. Анықтамалық материалдарды іздеуге және сәйкестендіруге назар аударыңыз, оқушылардың анықтамалық материалдарды пайдалана алатынына көз жеткізіңіз. Мысалы, жадыны басқару және аппараттық жасақтамалар компьютердің жұмысы принциптеріне, ұйымдастыру және жоспарлау үшін алгоритмдер деректер құрылымындағы алгоритмдерге байланысты екенін білуі керек.

7. Алдыңғы тараудағы және келесі тараудағы байланыстар мен модельдеу байланысына назар аударыңыз.

8. Аппараттық және бағдарламалық жасақтама арасындағы байланысты нығайтыңыз. Операциялық жүйе негізінен жабдықты басқару үшін қолданылатынын түсінуі қажет.

Мақалада ОЖ курсының оқытудың көрнекі әдістемесі келтірілген. Осы әдіс арқылы тараулар бір-бірімен тығыз байланысты және курстың барлық мазмұны оңай оқытылады. Бұл әдістің мәні студенттерге ойлау дағдыларын үйретуді жақсарту болып табылады. Осы тәжірибе арқылы бұл оқыту әдісі оқу материалдары мен эксперименттік жабдықтармен байланысты объективті шектеулерді тиімді жеңе алады. Бұл сонымен қатар студенттердің ынта-жігерін арттырады және оларды өз бетінше оқуға бағыттайды. Осылайша, студенттердің оқу және түсіну қабілеттерін жақсарту, содан кейін студенттердің басқа курстардың қалған бөлігін түсіну қабілетіне ие болуды қамтамасыз етеді.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

1 Бидайбеков Е.Ы., Конева С.Н., Газиз Г.Г. Білім берудегі операциялық жүйелерді талдау және зерттеу // ҚазҰПУ Хабаршысы, физика-математика сериясы, №1(77) 2022. 214-223 бб. <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.29>

2 Xuefu Zhou. Teaching an Operating System Course to CET/EET Students// American Society for Engineering Education, 2019– P. 1-6.

3 Батаев, А.В. Операционные системы и среды: Учебник / А.В. Батаев, Н.Ю. Налютин, С.В. Сеницын и др. - М.: Academia, 2018. - 271 с.

4 Mengqing Feng, Research on Teaching Reform of Operating System in Universities // Advances in Computer Science Research, volume 83– 2018. – С.748-752.

5 Guoxia Zou, Jianqing Tang, The Study of One Case Leading to the Whole Course in Teaching of Operating System // Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017

6 Shiao-Li Tsao. A Practical Implementation Course of Operating Systems: Curriculum Design and Teaching Experiences// 2018 14th IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems. P. 768-772.

7 Xiong Luo, Chengyao Wang, Yi Chen, *Educational Technology for “Operating System” Course Based on KM Teaching Method // International Conference on Education Technology and Management Science (ICETMS 2017) P. 630-632*

8 Юнина Е. *Технологии качественного обучения в школе / Е. Юнина. – М. : Педагогическое общество России, 2018. – 765 с.*

9 Мертенс П. *Интегрированная обработка информации. Операционные системы в образовании / П. Мертенс. – М. : Финансы и статистика, 2017. – 915 с.*

10 Jianjun Liu, *Deepen the Teaching Reform of Operating System, Cultivate the Comprehensive Quality of Students.- China. 2019, -P. 151-154.*

References:

1 E.Y. Bidajbekov, S. N. Koneva, G. G. (2022) *Bilim berudegi operacijalyq zhıjelerdi taldaı zhane zertteu [Analysis and research of operating systems in education]. ҚазҰПУ habarshysy, fizika-matematika serijasy, №1(77) 2022. 214-223 bb. <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.29> (In Kazakh)*

2 Xuefu Zhou.(2019) *Teaching an Operating System Course to CET/EET Students// American Society for Engineering Education. – p. 1-6.*

3 Bataev, A.V.(2018) *Operacionnye sistemy i sredy [Operating systems and Environments]. Uchebnik / A.V. Bataev, N.Ju. Naljutin, S.V. Sinicyn i dr. - М.: Academia. - 271 с.(In Russian)*

4 Mengqing Feng. (2018) *Research on Teaching Reform of Operating System in Universities // Advances in Computer Science Research, volume 83. – p.748-752.*

5 Guoxia Zou, Jianqing Tang. (2018) *The Study of One Case Leading to the Whole Course in Teaching of Operating System// Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017*

6 Shiao-Li Tsao. *A Practical Implementation Course of Operating Systems: Curriculum Design and Teaching Experiences//14th IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems. p. 768-772.*

7 Xiong Luo, Chengyao Wang, Yi Chen. (2017) *Educational Technology for “Operating System” Course Based on KM Teaching Method // International Conference on Education Technology and Management Science (ICETMS 2017) p. 630-632*

8 Junina E. (2018) *Tehnologii kachestvennogo obuchenija v shkole [Technologies of high-quality education at school]. Pedagogicheskoe obshhestvo Rossii. p.765 (In Russian)*

9 Mertens P. (2017)*Integrirovannaja obrabotka informacii. Operacionnye sistemy v obrazovanii [Integrated information processing. Operating systems in education]. Finansy i statistika, p.915 (In Russian)*

10 Jianjun Liu. (2019) *Deepen the Teaching Reform of Operating System, Cultivate the Comprehensive Quality of Students.- China. p. 151-154.*

МРНТИ 20.01.45
УДК 378

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.023>

Е.Ы. Бидайбеков¹, Н.Ж. Рахымбек^{2*}, Л.К. Жайдақбаева²

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

²М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

*e-mail: naziko_jan00@mail.ru@mail.ru

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ДАЯРЛАУДА ҰҒЫМДЫҚ ТЕРМИНОЛОГИЯЛЫҚ СӨЗДІКТІ ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІГІ

Аңдатпа

Мақалада болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда ұғымдық-терминологиялық сөздікті қолданудың ерекшеліктері жайлы қарастырылған. Тәжірибе М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінде, Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті базасында жүргізілді. Болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда ұғымдық-терминологиялық сөздікті оқыту бойынша тәжірибелік жұмысты ұйымдастыру және жүргізудің әдістемесі мен әдістері сипатталған. Эксперименттік жұмыстың нәтижелерін талдау кесте, диаграмма түрінде графикалық түрде ұсынылған. Педагогикалық эксперимент үш кезеңде жүргізілді: айқындаушы, қалыптастырушы, қорытынды. Эксперименттік жұмыстың кезеңдерінде келесі зерттеу әдістері қолданылды: талдау, жалпылау, жүйелеу, байқау, сауалнама, тестілеу, зерттеу және педагогикалық тәжірибені жалпылау. Эксперименттік жұмыстың нәтижесінде бақылау тобы мен пен эксперименттік топтың нәтижелері талданды.

Нәтижесінде эксперименттік топтың білім алушыларының АКТ курсы менгеруде ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданғандағы теориялық білімдерінің артқанын көруге болады. Бұл жағдай болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда ақпараттық-коммуникациялық технологиялар курсына ұғымдық терминологиялық термин сөздерді қолдануды, мұғалімнің күзінеттілігінің артуына әкеледі.

Түйін сөздер: ұғымдық-терминологиялық сөздік, цифрлық сауаттылық, болашақ информатика мұғалімдері, эксперимент, әдістеме.

Аннотация

Е.Ы. Бидайбеков¹, Н.Ж. Рахымбек², Л.К. Жайдақбаева²

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

²Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОНЯТИЙНОГО ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

В статье рассматриваются особенности использования понятийно-терминологического словаря при подготовке будущих учителей информатики. Опыт проводился в Южно-Казахстанском университете им. М. Ауэзова, на базе Южно-Казахстанского государственного педагогического университета. Описаны методика и методы организации и проведения практической работы по изучению понятийно-терминологического словаря при подготовке будущих учителей информатики. Анализ результатов экспериментальной работы представлен графически в виде таблицы, диаграммы. Педагогический эксперимент проводился в три этапа: констатирующий, формирующий, заключительный. На этапах экспериментальной работы использовались следующие методы исследования: анализ, систематизация, наблюдение, опрос, тестирование, исследование и обобщение педагогического опыта. В ходе экспериментальной работы были проанализированы результаты контрольной группы и экспертной группы.

В результате можно увидеть повышение теоретических знаний обучающихся экспериментальной группы в освоении курса ИКТ на английском языке. Данное обстоятельство приводит к повышению компетентности учителя, использованию понятийных терминологических слов в курсе ИКТ при подготовке будущих учителей информатики.

Ключевые слова: понятийно-терминологический словарь, цифровая грамотность, будущие учителя информатики, эксперимент, методика.

Abstract

FEATURES OF USING A CONCEPTUAL TERMINOLOGICAL DICTIONARY IN THE TRAINING OF FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS

Bidaibekov Ye .Y.¹, Rakhymbek N.ZH.², Zhaidakbaeva L.K.²

¹ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

² M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

The article discusses the features of the use conceptual and terminological dictionary in the training of future teachers. The experiment was conducted at the M. Auezov South Kazakhstan University, the basis of the South Kazakhstan Pedagogical University. The analysis the results of experimental work is presented graphically in the form of tables, diagrams. The pedagogical experiment was carried out in three stages: determining, formative, and final. At the stages of experimental work, the following research methods were used: analysis, generalization, systematization, observation, survey, testing, research and generalization pedagogical experience.

As a result, students the experimental group can see an increase in theoretical knowledge in mastering the ICT course in English. This circumstance leads to an increase the competence of the teacher, the use of conceptual terminological terms in the AKT course training of future computer science teachers.

Keywords: conceptual and terminological dictionary, digital literacy, future computer science teachers, experiment, methodology.

Кіріспе

Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2022 жылдың 1 қыркүйегіндегі «Әділетті мемлекет. Біртұтас ұлт. Берекелі қоғам» атты Қазақстан халқына Жолдауында әділетті Қазақстанды құру ісінде мұғалімдердің рөлі айрықша екені және мемлекетімізде соңғы жылдары ұстаз мамандығының абырой-беделін арттыру үшін көп жұмыстар жасалатындығы айтылды. Мұғалімдердің аянбай жасаған еңбектерінің арқасында білімді және бірнеше тілді меңгерген ұрпақ болашаққа нық сеніммен қадам басады. Біздің күшіміз – жастардың білімінде деп үлкен сеніммен айтты [1]. Біз көптілді қоғамда өмір сүреміз. Күн сайын бәсекелестікте халықаралық қоғамдастықтың толыққанды мүшесі болу құқығымызды қорғауға тиістіміз. Біздің басқа еліміз де, басқа таңдауымыз да, басқа тағдырымыз да жоқ. Олай болса, айырмашылықтарды жою, менмендік шеңберінен шығу және шексіз әлемде бәсекеге қабілетті болу үшін көптілді болуға тиістіміз [2]. ХХІ ғасыр – ақпараттық коммуникациялық технологияның қарқынды дамуымен ерекшеленеді. Қай елдің болмасын бүгінгі экономикалық айырмашылықтары мен өсу динамикасы, ұзақ мерзімді жоспарлары көп жағдайда олардың технологиялық жетістіктеріндегі айырмашылықтармен және жаңа технологиялық шешімдерді игеру жағдайымен анықталады. Қоғамға АКТ-ның қарқынды енуі экономика мен өндірістегі өзгерістерге қызмет көрсетуде қаржылық және адами капитал ресурстарын жұмылдыруға жол ашады [2]. Бұл мемлекеттердің халықаралық бәсекеге қабілеттілігінің маңызды факторы болып саналады. Халықаралық бәсекеге қабілетті болу үшін шетелдік тіл білімін назардан тыс қалдыруға болмайды.

Зерттеу материалдары және зерттеу әдістері

Бұл жұмыстың әдіснамалық негізіне жоғары оқу орындарында АКТ пәнін оқытуда тілдік ерекшеліктерге байланысты мүмкіндіктерді үйлестіру кіреді. Отандық және шетелдік, соның ішінде екі немесе одан көп тілде оқытылатын елдердегі тәжірибелер АКТ пәннің орнымен мәнін анықтауға арналған ғылыми жасақтамалар зерттеудің теориялық базасы болып табылады. Тақырып аясында ғылыми зерттеулердің жалпы кезеңдері берілген. Сондай-ақ алдағы ғылыми жасақтамалар үшін қазіргі проблемалармен бірге алдын ала теориялық зерттеу жүргізе отырып бұл тұжырымдамаларға жүйелі талдау жасалды. Жұмыстың қорытынды кезеңінде алынған нәтижелер негізінде тұжырымдар келтірілген.

Талқылау нәтижелері

Зерттеуді жүргізу барысында біз жоғарғы оқу орындарында АКТ пәнін оқытудың негізгі ерекшеліктеріне талдау жасадық, Бүгінгі күні жаңа гаджеттерге арналған барлық нұсқаулар мен бағдарламалар ағылшын тілінде жазылған. Ғылыми баяндамалар, мақалалар ағылшын тілінде жарияланады. Интернет ресурстарының 90 пайызы ағылшын тілінде беріледі. Әлемдегі барлық саладағы ақпараттың басым көпшілігі – ғылым, спорт, жаңалықтар, ойын-сауық – ағылшын тілінде жарияланады [3]. АКТ ұсынатын технологиялық үдерістер әлеуметтік-экономикалық желілердің қарқынды өсуіне ықпал етеді. Тұтынушының географиялық орналасуына қарамастан, ақпарат пен білім ағынына мүмкіндік беретін, олардың экономикалық және технологиялық, ортақ тілдік

байланыстарын қамтамасыз ету – АКТ ұсынатын технологиялық үдерістерге байланысты. Себебі АКТ арқылы - әлемдік көшбасшылармен экономикалық алшақтықты тез арада жоя алады және жоғары білікті жұмысшылар үшін көбірек байлық пен жұмыс орындарын құрудан үлкен табыс ала алады [2].

Сондықтан елімізде маман даярлауда алдыңғы қатарлы ЖОО оқу орындарының білім бағдарламалары таза ағылшын тілінде дайындалған. 2016 жылы М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің 18 профессор-оқытушылар құрамы ағылшын тілінде жаратылыстану пәндерін оқытудың және тілді меңгерудің әдіс-технологияларын үйренуге Е.Бөкетов атындағы ҚарМУ-де білімін жетілдіріп келді. Алғашқы жылдары профессор-оқытушылар құрамы мен студенттер арасында АКТ-ны ағылшын тілінде белсенді оқытудың әдісі (Eric Mazur-Peer Instruction for Active Learning) қолданылды. 2-3 жылдың ішінде профессор-оқытушылар құрамы кезең-кезеңмен ағылшын тілі курстарын толық меңгеріп алды.

Аталмыш университеттің «Жаратылыстану ғылымдары мен педагогикасы» жоғары мектебі 2017-2018 оқу жылынан бастап жаратылыстану ғылыми бағыттағы 4 мамандық бойынша болашақ педагог мамандарды ағылшын тілінде даярлауға көшті. Жоғары оқу орнының стратегиялық жоспарына өзгерістер енгізіліп, жаратылыстану пәндері бойынша үш тілде білім беру бағдарламалары жасалынды.

Бұл өзгеріс нәтижесінде барлық мамандықтарды оқытуда үштілділік саясатын жүзеге асырумен қатар 70-50-30 принципі сақталынып АКТ пәні ағылшын тілінде оқытыла бастады. Алайда, 1 курс студенттерінің білім деңгейлері әртүрлі болып келеді. Оның үстіне көпшілігі ауылдық жерлерде мектеп бітіріп грантқа түскендер болды. Сондықтан 1 – курс студенттері ағылшын тілінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (АКТ) пәнін оқып үлгеру үшін мәселелер туындады.

Барлық мамандық үшін АКТ пәнін ағылшын тілінде меңгеру өзекті мәселелердің бірі болды. Университетте АКТ ағылшын тілінде оқыту үдерісі студенттерді цифрлық сауаттылықпен қатар жаңа тілдік кодпен таныстырудың тетігі болды. Нәтижесінде олар өзінің әлемнің әмбебап және коммуникативтік мәдени-спецификалық сипаттамаларымен кәсіби бейнесін қалыптастыруы керек. Жоғарыда жасалған талдаулар зерттеу тақырыбын ЖОО студенттеріне АКТ курсы оқып үйретудің теориясы мен практикасын қоғам сұранысына сай дамытудың қажеттіліктерімен, студенттердің дайындық деңгейіне қойылатын талаптар мен нәтижелердің арасындағы қайшылықтардың болуымен, сондай ақ АКТ күн санап өзгеруімен негізделеді. Зерттеудің мақсаты – ЖОО оқитын студенттерге АКТ пәнінен оқытуда ағылшын-орыс-қазақ терминологиялық сөздігін пайдалану негізінде ақпараттық кәсіби коммуникативтік құзыреттілігін қалыптастыру.

Зерттеу мақсатына сүйене отырып, біздің алдымызға мынадай міндеттер қойылады:

1. Оқу-әдістемелік құралдар мен сөздік туындыларын, оның ішінде АКТ саласындағы қолда бар сөздіктерді құру тәсілдерін зерделеу және талдамалық шолу жүргізу;
2. АКТ курсы бойынша оқу сөздіктерін құрудың негізгі кезеңдерін әзірлеу және теориялық негіздеу;
3. АКТ курсы бойынша оқу сөздігінің тұжырымдамалық моделін құру және оны іске асыру;
4. АКТ бойынша оқу сөздіктерін құрастыруға әзірленген теориялық және практикалық тәсілдердің тиімділігін тексеру.

Сөздіктер мен термин сөздерге қатысты зерттеулер АКТ пәнін мамандық саласына байланысты ағылшын тілінде оқыту үдерісінде кәсіби терминдерге басымдық беру қажет екендігі анықталды. Сондықтан ЖОО АКТ пәнін ағылшын тілінде оқытуда кеңінен қолданылатын терминологиялық сөздікке мән берілді. Ғылыми білімнің материалданған компоненттері терминологиялық сөздіктерде жазылады. Дәл осы сөздіктер мен анықтамалықтар ғылыми-техникалық ақпарат саласындағы жұмыстардың негізін құрайды. Ғылыми-техникалық прогрестің маңызды құрамдас бөлігі терминографияның қарқынды дамуы болғандықтан, яғни қазіргі тіл ғылымының өзекті міндеті терминологиялық лексиканы жүйелеу және семантизациялау болып отыр [4]. Студенттердің АКТ пәнін ағылшынша кәсіби деңгейде меңгерту терминологиялық сөздіктер арқылы жүзеге асырылатыны байқалды. Оқу орнының оқу үрдісін және жаңа компьютерлік ақпараттық технологияларды әлеуметтік деңгейде меңгеру үдерісін қарастыра отырып, қазіргі ақпараттық қоғамның оның мүшелеріне қойылатын талаптары, ең алдымен, ақпаратты білуінде екенін атап өткен жөн. Ақпараттық технология – жинақтау, сақтау, өңдеу, іздеу және т.б. құралдары мен әдістерінің жиынтығы [5]. Компьютер бұл процестердің техникалық құралы ретінде әрекет етеді. Компьютердің пайда болуы бұл үміттерді нығайтты, өйткені көптеген лингвистерге компьютерлер тек «тез жұмыс істейтін қосу машиналары» ғана емес, сонымен қатар мәтіндермен жұмысты автоматтандырудың қуатты құралы екендігі әу бастан-ақ түсінікті болды. Мәтіндерді статистикалық өңдеу, әртүрлі сөздік және лексикалық файлдық

топтамармен жұмыс жүргізу сияқты көптеген еңбекті қажет ететін процестерді автоматтандыру мүмкін болды [6]. Оқытуда ақпараттық коммуникациялық технологияны қолданудың мақсаттары:

- ақпаратпен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыру, коммуникативті дағдыларды дамыту;
- «ақпараттық қоғам» тұлғасын тәрбиелеу;
- студентке игере алатындай оқу материалын беру мүмкіндігі;
- зерттеушілік дағдыларын, оңтайлы шешім қабылдау қабілетін қалыптастыру.

Сонымен, оқушының ақпараттық күзиреттілігі оқу-танымдық іс-әрекетте қажетті білімді алу және жаңарту мақсатында жаңа ақпараттық технологиялардың көмегімен ізденіс нәтижелерін өңдей білу және үздіксіз ақпаратты іздеуге дайындығынан көрінеді.

Ғылыми-техникалық терминологияның қалыптасуына әртүрлі тілдік және тілден тыс факторлар әсер етеді. Әр термин өз дамуында үш сатыдан өтетінін ескерсек, оның белсенді қолданысқа түсіп, қалыптасуы сол саладағы мамандарға тікелей байланысты екенін көреміз. Білім алушыларды болашақ мамандығына бейімдеп оқыту барысында салалық терминдермен таныстыру, оларды күнделікті жұмыс барысында қолдана білуге үйрету - оқу үдерісіндегі басты міндеттердің бірі [7]. Цифрлық лингводидактика - тілді оқыту әдістемесінің қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі. Салыстырмалы түрде қысқа мерзімде ол бір жағынан компьютерлік технологияның дамуымен, екінші жағынан тілді оқыту тұжырымдамасымен тығыз байланысты маңызды жолдан өтті. Дегенмен 2 жылдың өзінде цифрлық құралдар мен ақпараттық коммуникациялық технологиялардың қолданылу аумағы мен технологиялық үдерістің жылдам дамуы сала бойынша терминологияны қажет етеді.

1-курстан басқа да 3, 4 курс студенттеріне "Цифрлық сауаттылық" таңдау курсы аясында АКТ мен цифрландыру бойынша ұғымдық терминологиялық сөздік кеңінен қолданылады. Біз студенттерге "Цифрлық сауаттылық" сабағында сөздікті дұрыс қолдану үшін Қ.Бектаевтің «Үлкен қазақша-орысша, орысша - қазақша сөздік» кітабындағы аударма кезіндегі сөздікті қолдану схемасын қолдануды басшылыққа алуды ескерттік [8].

Болашақ мұғалімдердің кәсіби дайындығын арттыру, олардың ақпараттық тұжырымдамалық және терминологиялық мәдениетін арттыру құралы ретінде қызмет ететін сөздік құралдары оқу үдерісінде терминдерді анықтау, ұғымдардың маңызды сипаттамаларын анықтау, олардың арасында логикалық байланыс орнату және т.б. үшін қолданылады. Педагогтің кәсіби стандартының әдістемелік бөлімінде

- білім үдерісін әдістемелік қамтамасыз етуді жүзеге асыратын іскерлік пен дағдылары:
- өз бетімен кәсіби дамудың траекториясына сәйкес біліктілігін жетілдіреді;
- өз бетімен есеп беру құжаттарын талдайды және рәсімдейді;
- өз бетімен жалпы педагогикалық деңгейдегі АКТ құзыреттілігін меңгерген (оқыту және ойын бағдарламаларды, веб-ресурстарды, дағдыларды қалыптастыратын тренажерлерді әзірлейді, компьютерлік сынып жағдайында жұмысты ұйымдастырады немесе АКТ құралдарын пайдаланады, АКТ-ны білім нәтижесіне жету, бағалау шараларын өткізу үшін қолданады [9]. Демек, информатика мұғалімдеріне АКТ құзыреттілігін қалыптастыруда да пәндік ұғымдық терминологиялық сөздік қажет болады. АКТ пәнінен әрбір дәріс пен зертханалық сабақта кездесетін жаңа сөздер үшін төмендегідей үш тілдегі электрондық сөздік ұсынылды (1 кесте).

Кесте 1. Үш тілдегі сөздіктің түпнұсқасы

Қазақша	Орысша	Ағылшынша
<i>Асинхронды оқыту - нақты уақыт режимінде оқытушының оқушылармен өзара әрекеттесуін болжамайтын электрондық оқыту. Асинхронды оқыту кезінде студент курстан өтіп, материалды ыңғайлы уақытта және қарқынмен оқи алады. Электрондық оқыту жүйесінде асинхронды электрон-дық оқыту жүзеге асырылады, мысалы, оқытуды басқару жүйесінің көмегімен дәрістер, тестілеу түрінде және т. б.</i>	<i>Асинхронное обучение – электронное обучение, которое не предполагает взаимодействие преподавателя с обучаемыми в режиме реального времени. При асинхронном обучении учащийся может проходить курс и изучать материал в удобное ему время и комфортном темпе. В системе электронного обучения асинх-ронное электронное обучение реализуется, например, с помощью системы управления обучением в виде лек-ций, видео лекций, тестирования и т. д.</i>	<i>Asynchronous learning is e-learning that does not involve the interaction of the teacher with the trainees in real time. With asynchronous learning, a student can take a course and study the material at a convenient time and at a comfortable pace. Asynchronous e-learning is implemented in the e-learning system, for example, with the help of a learning management system in the form of lectures, video lectures, testing, etc.</i>

Т.В. Морозова бойынша мұғалімдер мен студенттердің педагогикалық қызметке кәсіби дайындығы келесі компоненттерден тұратынын көрсетеді:

1. Оқытылатын ғылым саласындағы дайындық (оқытылатын пән ғылымының теориялық негіздерін білу; оқытылатын пәннің ғылым әдістерін білу; ғылымның даму тарихын және оның қазіргі жетістіктерін білу);

2. Әдістемелік дайындық (оқушылардың оқу пәні бойынша білім мазмұнын білу; оқушыларды оқу пәніне оқытудың әдістері мен тәсілдерін білу және практикалық меңгеру; оқушыларды оқу пәніне оқытуды ұйымдастыру нысандарын білу; оқушыларды оқу пәніне оқыту құралдарын білу [10].

АКТ курсы мен информатикаға қатысты пәндер бойынша терминологиялық сөздіктерді мақсатты және жүйелі қолдану (информатиканы оқыту әдістемесі) болашақ мұғалімдердің кәсіби дайындығының әдістемелік құрамдас бөлігі болып табылады.

Пән мен тілге кіріктіре оқытқан жағдайда тіл сала бойынша оқушыға қызық және қол жетімді тақырыптардың көмегімен үдете оқытылады. Оқытудың қауіпсіз ортасы құрылады, онда қарым-қатынас пен өзара оқыту іске асады. Шет тілі пән білімін берудің құралы болып қызмет етеді; курста шет тілі білімін білумен қатар пән білімін білуі жатады, ол пән мұғалімдері мен шет тіл мұғалімдерінің белсенді өзара қатынасын түспалдайды [11].

Пәнді оқытуды жетілдіруде ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданудың әдістері мен формалары Тимофеева Н.М., Киселева О.М. еңбектерінде көрініс табады [12-13].

1. Жаңа тұжырымдаманың қасиеттерін анықтау, тиісті терминді енгізу, жаңа тұжырымдаманың анықтамасын тұжырымдау және оны игеру қажеттілігінен тұратын оқу мәселесін тұжырымдау (мотивация кезеңі).

2. Тұжырымдаманың анықтамасын құруға болатын маңызды қасиеттерді ашу (анықтаманы енгізуге дайындық кезеңі).

3. Зерттелетін ұғымның анықтамасын тұжырымдау (анықтаманы енгізу кезеңі).

4. Жалпы (анықтайтын) ұғымды, түр айырмашылықтары мен олардың арасындағы логикалық байланыс түрін анықтаудан ажырату (анықтама құрылымын логикалық-ақпараттық талдау кезеңі).

5. Қарастырылып отырған объектіні объектілердің белгілі бір класына жатқызу мүмкіндігін анықтау, оны тиісті терминмен белгілеу (тұжырымдаманы енгізу кезеңі).

6. Зерттелген ұғымдарды олардың арасындағы қатынастар мен анықтамалар негізінде жүйелеу (бұрын зерттелгендермен байланыс орнату кезеңі).

7. Оның қасиеттерін біріктіру негізінде зерттелетін тұжырымдаманың анықтамаларын алу (балама анықтамаларды тұжырымдау кезеңі).

8. Студенттердің ұғымды меңгерудегі қателіктерді анықтау және жою (ұғымды меңгеруді бақылау және бағалау кезеңі).

Жоғарыда сипатталған ұғымдарды зерттеу әдістемесі негізінде АКТ пәнінен ұғымдық терминологиялық сөздіктерді қолданудың әдістері мен формалары зерделенді.

АКТ пәнінен ұғымдық терминологиялық сөздіктерді қолдану

1. Дәріс конспектілерін құрастыру кезінде, семинарлық және практикалық сабақтарға, сынақтарға және т. б. дайындық кезінде терминдерді анықтау үшін сөздікті тікелей қолдану.

2. Білім алушылардың дербес таңдалған дереккөздерді пайдалана отырып, АКТ пәнінің тақырыбы бойынша ұғымдардың глоссарийін жасауы.

3. Стилистикалық күрделі АКТ өткен сабақ бойынша оқу құралдарының мәтіндерінен (немесе басқа көздерден) ұғымдардың маңызды сипаттамаларын анықтау.

4. Қарастырып отырған сөзге логикалық дәлелі бар болуы.

5. Олардың арасындағы жан-жақты басқа да логикалық байланыстарды құру үшін сала бойынша ұғымдардың классификациясын құру.

6. АКТ пәні ұғымдарынан тұратын дайын схемаларды талдау, ұқсас схемалардың негізгі элементтері арасындағы қатынастарды анықтау.

7. Практикалық сабақтар-презентациялар өткізу – оқытушы ұсынған тұжырымдамаға сәйкес таңдалған ақпараттың презентациясын жасау.

8. Ұсынылған сөздік құралдарды оларға жаңа терминологияны қосу мүмкіндігі мен қажеттілігіне талдау.

Информатиканы оқыту әдістемесі пәні АКТ сабағына әсер ететін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Себебі адамның АКТ мен жұмысты үйлестіруді қалай үйренетіні, оның ақпаратты қабылдау мен өңдеу жұмыстарына деген ынтасымен тығыз байланысты. Жүргізілген зерттеулерде АКТ

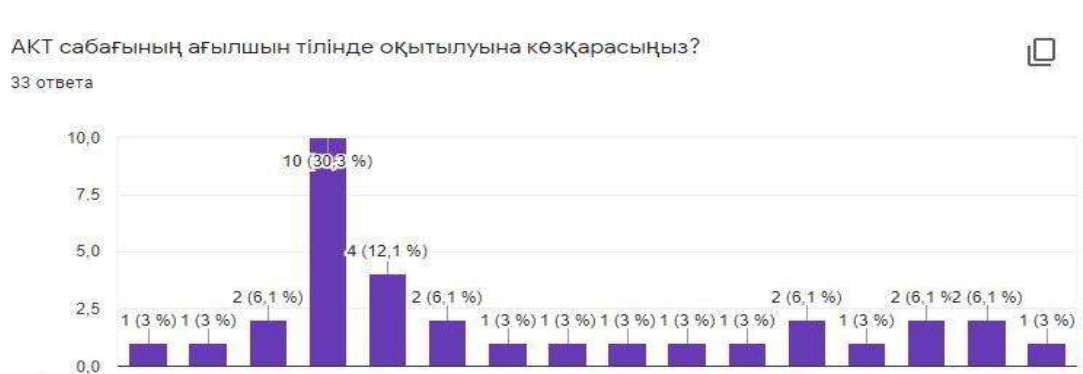
курстарында қолданылатын оқыту стратегиялары мен әдістері, әрбір іс әрекетті жасаудағы кездесетін ұғымдарды анық білуімен түсінуімен байланысты екендігі байқалады.

Педагогикалық пән бойынша оқу сөздігі - бұл белгілі бір көлемдегі лексикографиялық ақпарат, ол педагогикалық пәннің тілін біріктіреді, анықтайды, жүйелейді және реттейді және осы тілді үйренуге көмектесу үшін арнайы жасалған [10].

Болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданатын топтар осы мақсатқа жетуге тырысатын мамандықтар үшін пайдалы болуы мүмкін. Төменде зерттеуде қолданылатын әдіс ұсынылған және ол, қатысушылар және таңдалған үлгі, деректерді жинау құралдары, деректерді жинау процедурасы, деректерді талдау, нәтижелер туралы қосымша ақпарат берілген.

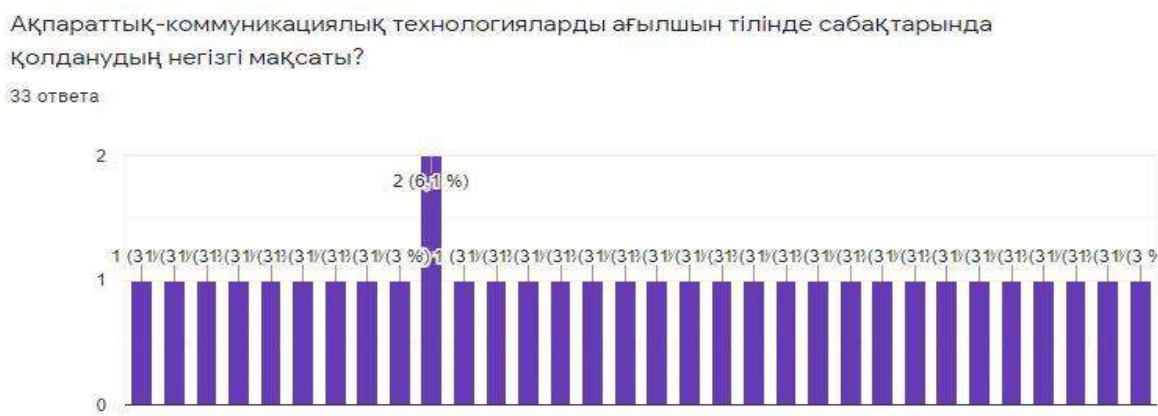
Ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданудың тиімділігіне арналған эксперименттік жұмыстар жүргізілді. Бастапқы кезеңде Ақпараттық - коммуникациялық технологияларды оқытуда тиісті сөздікті қолданғандағы өзгерісті айқындау мақсатында сауалнама, сұхбат - жүргізілген эксперимент жұмыстың үлгерім сапасының деңгейін салыстырмалы түрде анықтау болды. Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды оқытуда үш тілде жасалынған электронды сөздікті қолданғандағы сауалнама нәтижесі 1-суретте көрсетілген.

Экспериментке М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университет және Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік педагогикалық университетінің студенттері қатысты.



Сурет 1. АКТ курсы ағылшын тілінде оқытуға көзқарасын сипаттайтын сауалнама нәтижесі

АКТ басқа пәндерге қолдану ерекшеліктері туралы айтылғанда көпшілігінің ойлары бір-бірімен сәйкес келетіні байқалды. Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды ағылшын тілінде оқытудың мақсаты келесі суретте келтірілген (2 сурет).

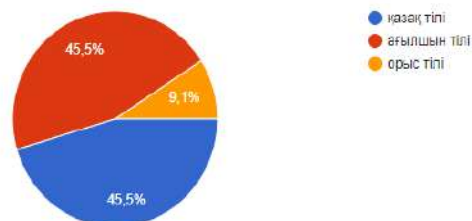


Сурет 2. Сауалнама нәтижесі

АКТ пәнін қай тілді өткендігін қаласыз? - деген сауалға басым көпшілігі ағылшын тілін таңдады, ондағы себеп әсіресе болашақ мұғалімдер үшін мектепте үштілділіктің енгізілуімен байланыстырды (3 сурет). Ағылшын тілінде АКТ- ны жақсы меңгеруге қандай құралдар керек? – деген сауалға көпшілігі АКТ-ға арналған техникалық құралдар деп, келесілері терминдік сөздіктер қажет екендігін көрсеткен (4 сурет).

АКТ пәнін қай тілде өтілгенін қалайсыз?

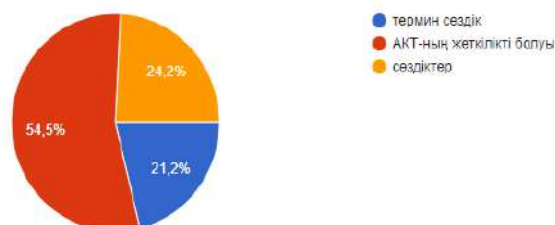
33 ответа



Сурет 3. АКТ пәнін қай тілді өткендігін сипаттайтын сауалнама нәтижесі

Ағылшын тілінде оқытуда АКТ -ны жақсы меңгеруге қандай құралдар қажет?

33 ответа



Сурет 4. Қандай құралдар керектігін сипаттайтын сауалнама нәтижесі

Студенттерге АКТ пәнін оқыту негізінде кәсіби дайындауға ықпал ете отырып, өз білімдерін қазіргі заман талабына сай кәсіби қызметте қолдана алатын маман дайындай аламыз.

Зерттеудің негізгі идеясы- АКТ курсы оқытуда ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданып оқыту және оның оқу үдерісіне әсерін зерттеу. Сонымен қатар, біз осы зерттеуде 6B01530-Информатика білім беру бағдарламасының студенттеріне – АКТ курсы оқытуда ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданған кездегі оқу үлгеріміндегі айырмашылықты анықтауға тырыстық.

А. Брайман, Қ. Бектаев зерттеулеріне ұқсас, бұл зерттеуде статикалық топтық алдын-ала есептеу әдісі енгізілді. Бірінші кезеңде білімгерлермен Google Диск-те <https://forms.gle/r31bGy7z76tyvnjh9> сауалнама алынды. Екінші кезеңде олардың тілдік білімі мен бағдарламалау және математикалық білім көрсеткіштерін анықтау үшін 267 студенттен www.cambridgeenglish.org/test-your-english/for-schools/, https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdDn_25LsRbFHCZ46Q0HJW453ocFRdNIyd8CyQyz0REuvaktg/viewform?embedded=true тест алынды.

Үшінші кезеңде сандық мәліметтерді жинап студенттердің АКТ тақырыптарын түсінуін бағалау үшін «АКТ-дан үлгерім тесті», олардың АКТ пәнінен алған білімін зерттеу үшін қолданылды. Деректерді жинаудың сапалы құралы ретінде «студенттерді бағалау тесті» қолданылды. АКТ курсы бойынша білім сапасын салыстырмалы түрде анықтауға SPSS бағдарламасы бойынша екі салыстырмалы топ үшін t-тесті қолданылды. Зерттеу деректеріне қатысты дайындаған үлгерім тестінің сенімділігін есептеу үшін SPSS 21.0 бағдарламасын қолдана отырып элементтері талданды. Зерттеу барысында 7 апталық енгізу кезеңінен кейін жиналған мәліметтер талданды. Статистикалық есептеулерге ОҚМПУ және М.Әуезов атындағы ОҚУ-нен 6B01530-Информатика мамандығы студенттері алынды. Студенттердің 157-і эксперименттік топ, 110 студенттен тұратын бақылау тобы болды. Деректер екі топтан бір уақытта және екі рет жиналды. Бастапқы тест алдын-ала (өтініш берілгенге дейін), ал соңғы тест (өтініш берілгеннен кейін) болды.

Бұл жерде: БТ – бақылау тобы, ЭТ– эксперименттік топ, БТс – бақылау тобында эксперименттің соңғы көрсеткіші; БТб – бақылау тобында эксперименттің бастапқы көрсеткіші;

Ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданғандағы білім көрсеткіші келесі кестеде көрсетілген (кесте-2). Ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданғандағы білім көрсеткіші келесі кестеде көрсетілген (кесте-3).

Кесте 2. Кендал сенімділік аралығы

Топтар	Кендал бойынша	Significance (2-tailed)	99% сенімділік аралығы (2-жақты) ^a	
			төмен	жоғары
БТ студенттер % - БТс	0,738	<0,001	0,332	0,914
БТ студенттер % - ЭТб	0,992	<0,001	0,975	0,998
БТ студенттер % - ЭТс	0,229	0,303	-0,353	0,683
БТс - ЭТб	0,718	0,001	0,292	0,906
БТс - ЭТс	0,290	0,192	-0,294	0,717
ЭТб - ЭТс	0,242	0,273	-0,341	0,691

Кесте 3. Спирманның сенімділік аралығы

Топтар	Спирман	Significance (2-tailed)	99% сенімділік аралығы (2-жақты) ^{a,b}	
			төменгі	жоғары
БТ студенттер % - БТс	0,904	<0,001	0,542	0,983
БТ студенттер % - ЭТб	0,998	<0,001	0,990	1,000
БТ студенттер % - ЭТс	0,312	0,324	-0,509	0,836
БТс - ЭТб	0,897	<0,001	0,516	0,982
БТс - ЭТс	0,396	0,203	-0,434	0,862
ЭТб - ЭТс	0,322	0,308	-0,501	0,839

Жоғарыда келтірілген 2, 3 – кесте - бұл тестілеуге дейінгі орташа баллдар мен бақылау тобындағы АКТ курсы бойынша тестілеуден кейінгі орташа баллдар негізінде алынған мәліметтердің жалпы талдауының көрінісі. АКТ курсы бойынша тестілеу алдындағы эксперименттік топтың орташа баллы, кестеден көрініп тұрғандай, ауытқу аралығы 0,322 ден 0,839 өзгергенін көрсетеді. АКТ курсы бойынша ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданғаннан кейін орташа көрсеткіштері алдыңғыдан көрсеткіштерден жоғары болды (кесте-2).

Қорытынды

Эксперименттік жұмыстың нәтижесінде бақылау тобы мен пен эксперименттік топтың нәтижелері талданды. Нәтижесінде эксперименттік топтың білім алушыларының АКТ курсы менгеруде ұғымдық терминологиялық сөздікті қолданғандағы теориялық білімдерінің артқанын көруге болады. Бұл жағдай болашақ информатика мұғалімдерін даярлауда АКТ курсына ұғымдық терминологиялық термин сөздерді қолдануды, мұғалімнің күзреттілігінің артуына әкеледі. Зерттеу жұмысының барысында мәселені шешудің бірден-бір жолы – ЖОО-да информатика бакалаврларын дайындауда АКТ курсы ағылшын тілінде оқытуда ұғымдық терминологиялық сөздікті қолдану деген тұжырымға келдік.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан халқына Жолдауы: Әділетті мемлекет. Біртұтас ұлт. Берекелі қоғам. <https://www.akorda.kz/kz/memleket-basshysy-kasym-zhomart-tokaevty-n-kazakstan-halkyna-zholdauy-181416>
- 2 Lechman E., Marszk A. *ICT-Driven Economic and Financial Development: Analyses of European Countries*. Academic Press, 2019. — 285 p. — ISBN 978-0-12-813798-7.
- 3 Колесник, А. А. Актуальность владения иностранным языком в современном мире / А. А. Колесник, С. А. Волкова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. - № 3 (137). – С. 562-564. URL: <https://moluch.ru/archive/137/38511>
- 4 С.Ә. Ырсалиев, Л.Ш. Қарабасова, Ә.З. Мұхаметжанова, А.Б. Әділ, М.А. Бекова, Е.Б. Нұрланов. 0-64 Үш тілде білім беруді ұйымдастыру: халықаралық тәжірибе және Қазақстанға арналған ұсыныстар / Қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде - «Ақпараттық-талдау орталығы» АҚ, Астана, 2017. - 184 б.
- 5 Бидайбеков Е.Б. Білім берудің әртүрлі деңгейлерінде ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану әдістері. Білім саласындағы инновациялық ақпараттық педагогикалық технологиялар жаңашыл педагогтардың 3-ші форумы. - Шымкент, 2012. - Б. 204-208.
- 6 Боярский К. К. Введение в компьютерную лингвистику. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. 72 с.
- 7 Әділова А.С., Еркебаева Г.С. Оқу-терминологиялық сөздік жөнінде // Қарағанды университетінің хабаршысы. – 2010. №4. – Б. 56-62.

8 Бектаев Қ. Большой казахско-русский и русско-казахский словарь» Казахстанский проект развития государственного языка: 1996. – 697с.

9 «Атамекен» Қазақстан Республикасы Ұлттық кәсіпкерлер палатасының Басқарма төрағасының 2017 жылғы 8 маусымдағы № 133 бұйрығына қосымша. «Педагогтің кәсіби стандарты» ПС Педагог_каз.pdf (atameken.kz)» -133 б. Брайман Алан.Әлеуметтік зерттеу әдістері. II том. Алматы, 2016- 456 б.

10 Морозова, М. И. Двужычный терминологический словарь как опора для извлечения информации из текстов по проблемам теории обучения иностранным языкам: французский язык, языковой вуз [Текст]: дис. ... канд. пед. наук / Морозова Мария Ивановна. - М., 2000. - 281 с.

11 Мектептердің оқу үдерісінде CLIL-технологияны қолдану бойынша әдістемелік ұсынымдар. Әдістемелік ұсынымдар. – Астана: БІ. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы, 2018. – 73б.

12 Тимофеева Н.М., Киселева О.М. Моделирование учебных словарей по педагогическим дисциплинам // Общественные науки. 2012. Т. 2. № 6. С. 157-164.

13 Тимофеева Н.М. Проектирование учебных словарей по педагогическим дисциплинам: дисс. канд. пед наук. – Смоленск, 2004. – 215 с.

14 Брайман А. Әлеуметтік зерттеу әдістері [Электронный ресурс]: оқулық / - Алматы: ҚР Жоғарғы оқу орындарының қауымдастығы, 2014. - 35 ,4Мб. - Б. ц.

15 Бектаев Қ. Бқтималдықтар теориясы және математикалық статистика – Алматы: Рауан, 1991.- 432 б.

References:

1 Memleket basshysy Qasym-Zhomart Tokaevtyñ Qazaqstan halqyna Zholdauy: Әдилетті мемлекет. Биртықас ұлт. Бекелі қоғам. <https://www.akorda.kz/kz/memleket-basshysy-qasym-zhomart-tokaevtyñ-kazakstan-halkyna-zholdauy-181416>.

2 Lechman E., Marszk A. ICT-Driven Economic and Financial Development: Analyses of European Countries. Academic Press, 2019. — 285 p. — ISBN 978-0-12-813798-7.

3 Kolesnik, A. A. Aktual'nost' vladenija inostrannym jazykom v sovremennom mire / A. A. Kolesnik, S. A. Volkova. — Tekst: neposredstvennyj // Molodoj uchenyj. — 2017. — № 3 (137). — S. 562-564. — URL: <https://moluch.ru/archive/137/38511>

4 S.Ә. Yrsaliev, L.Sh. Қарabasova, Ә.Z. Мұхаметжанова, А.В. Әдил, М.А. Bekova, Е.В. Нұрланов. 0-64 Ysh tilde bilim berudi ұжымдастыру: halyқаралық tazhiribe zhәne Qazaqstana арналған ұсынустар / Qazaq, orys zhәne әyylshyn tilderinde - «Ақпараттық-taldau орталығы» АҚ, Astana, 2017. - 184 б.

5 Bidajbekov E.Y. Bilim berudiñ әrtырli deñgejlerinde ақпараттық-kommunikacijalyқ tehnologijalardy қoldanu әdisteri. Bilim salasындағы innovacijalyқ ақпараттық pedagogikalық tehnologijalar zhaңashyl pedagogtardyñ 3-shi forumy. - Shymkent, 2012. - B. 204-208.

6 Bojarskij K. K. Vvedenie v komp'juternuju lingvistiku. Uchebnoe posobie. – SPb: NIU ITMO, 2013. – 72 s.

7 Әdilova A.S., Erkebaeva G.S. Оқу-terminologijalyқ sözdik zhәninde // Qarazandy universitetiniñ habarshysy. – 2010. №4. – B. 56-62.

8 Bektaev Q. Bol'shoj kazahsko-russkij i russko-kazahskij slovar' » Kazahstanskij proekt razvitija gosudarstvennogo jazyka: 1996. – 697s.

9 «Atameken» Қазақстан Respublikasy Ұлттық кәсіпкерлер palatasynың Basқарma төрағасының 2017 zhылғы 8 mausymdaғы № 133 бұйрығына қосымша. «Pedagogtiñ kәsibi standarty» PS Pedagog_каз.pdf (atameken.kz) » -133 б. Brajman Alan.Әлеуметтік zertteу әdisteri. II tom. Almaty, 2016- 456 б.

10 Morozova, M. I. Dvujazychnyj terminologicheskij slovar' kak opora dlja izvlechenija informacii iz tekstov po problemam teorii obuchenija inostrannym jazykam: francuzskij jazyk, jazykovoј vuz [Tekst]: dis. ... kand. ped. nauk / Morozova Marija Ivanovna. - M., 2000. - 281 s.

11 Mektepterdiñ оқу үderisinde CLIL-tehnologijany қoldanu boјynsha әdistemelik ұсынymdar. Әdistemelik ұсынymdar. – Astana: Y. Altynsarin atyndaғы Ұлттық bilim akademijasy, 2018. – 73b.

12 Timofeeva N.M., Kiseleva O.M. Modelirovanie uchebnyh slovarej po pedagogicheskim disciplinam // Obshhestvennye nauki. 2012. T. 2. № 6. S. 157-164.

13 Timofeeva N.M. Proektirovanie uchebnyh slovarej po pedagogicheskim disciplinam: diss. kand. ped nauk. – Smolensk, 2004. – 215 s.

14 Braiman A. Аleymettik zertteу әdisteri [Elektronny resyrs]: oqыlyq / - Almaty: QR Joғarғы oqы oрыndarynyñ қауымдастығы, 2014. - 35, 4mb. - B. s.

15 Bektaev Q. Yқtimaldықтар teorijasy zhәne matematikalық statistika – Almaty: Rauan, 1991.- 432 б.

Д.Н. Исабаева¹, Г.А. Абдулкаримова^{1*}, А. Сейтова¹

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: abdulka@mail.ru

BYOD ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ БОЛАШАҚ МҰҒАЛІМДЕРДІҢ ОҚЫТУДЫ ЦИФРЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРУГЕ ДАЙЫНДЫҒЫН АРТТЫРУ

Аңдатпа

«Өз құрылғыңды ала кел» (BYOD) – оқу үдерісінде қолданылатын тиімді технологиялардың бірі. Мақалада, Қазақ ұлттық педагогикалық университетінде BYOD технологиясының дамуының талқыланады. BYOD-технологиясы оқу процесінің жағдайында ұсынған мүмкіндіктерді жеңілдетеді және оқу процесінің тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Мақалада, BYOD технологиясының оқу үдерісінде қолданылуына қатысты бірнеше мәселелер талқыланады. Біріншіден осы технологияның деректердің қауіпсіздігі мен күрделілігіне қатысты мәселелер айтылады. Студенттер мен оқытушылардың құрылғыларын пайдалануы барысында деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету керектігіне көңіл аударылуы қажеттігіне ескертіледі. Екіншіден, BYOD технологиясын қолдануға қол жетімділікті арттыру мәселесі қойылады. Студенттер мен оқытушылар BYOD технологиясын оқу процесінде де қолдануы келтірілген. Үшіншіден, BYOD технологиясын қолдануға қатысты практикалық ұсыныстар беріледі.

Түйін сөздер: BYOD, цифровая трансформация, білім беруді цифрландыру, оқу процесі, электронды емтихан, цифрлық құрылғылар.

Аннотация

Д.Н. Исабаева¹, Г.А. Абдулкаримова^{1*}, А. Сейтова¹

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

ПОВЫШЕНИЕ ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BYOD

В настоящее время BYOD (Bring Your Own Device – «принеси свое устройство») является актуальной технологией в образовании. Статья посвящена рассмотрению состояния BYOD-технологий и их перспективам использования. В работе анализируются различные подходы к успешному внедрению технологий BYOD в высшем образовании, а также рассматриваются вопросы практического внедрения в образовательный процесс. Объектом исследования выбран Казахский национальный педагогический университет имени Абая – крупнейший педагогический вуз Казахстана.

В работе проанализировано развитие технологии BYOD, изучены различные подходы использования и обобщен уже имеющийся у авторов опыт работы. В результате исследования выявлены преимущества использования технологии BYOD в образовательном процессе. Среди которых, повышение мобильности и гибкости в обучении. В то же время, существуют проблемы с безопасностью данных и сложностью в организации обучения с использованием различных устройств. В заключение, авторы предлагают рекомендации по использованию BYOD-технологий в образовательном процессе вуза.

Ключевые слова: BYOD, цифровая трансформация, цифровизация образования, учебный процесс, экзамен, цифровые устройства.

Abstract

INCREASING FUTURE TEACHERS' READINESS FOR DIGITAL TRANSFORMATION THROUGH THE USE OF BYOD APPROACHES

Issabayeva D.N.¹, Abdulkarimova G.A.¹, Seytova A.¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

BYOD (Bring Your Own Device) is currently a hot technology in education. The article is devoted to the consideration of the state of BYOD technologies and their prospects for use. The paper analyzes various approaches to the successful implementation of BYOD technologies in higher education, and also discusses the issues of practical implementation in the educational process. The object of the study was the Abai Kazakh National Pedagogical University - the largest pedagogical university in Kazakhstan.

The paper analyzes the development of BYOD technology, studies various approaches to use, and summarizes the work experience already available to the authors. As a result of the study, the advantages of using BYOD technology in the educational process were revealed. Among them - increasing mobility and flexibility in learning. At the same time, there are problems with data security and complexity in organizing training using various devices. In conclusion, the authors offer recommendations on the use of BYOD technologies in the educational process of the university.

Keywords: BYOD, цифровая трансформация, digitalization of education, educational process, e-exam, digital devices.

Кіріспе

Қазіргі таңда заманауи білім беру үдерісі цифрлық дәуірді бастан кешіруде. Оқытуды цифрлық құрылғыларсыз елестету мүмкін емес жағдайға айналды. Цифрлық құрылғылар нарығы қазіргі қоғамның ең перспективалы және қарқынды дамып келе жатқан бағыттарының бірі болып табылады, ол әртүрлі қызмет салаларына арналған технологиялар мен қызметтерді дамыту және қолдану үшін үлкен мүмкіндіктер береді. Қазіргі жағдай заманауи оқытушыдан цифрлық құрылғылардың мүмкіндіктерін барынша тиімді оқыту процесіне қолдану жолдарын табуды талап етеді. BYOD технологиясы осындай мәселелерді шешуге арналған ең танымалдардың бірі деп атауға болады.

BYOD технологиясын алғаш рет 2005 жылы Стэнфорд түлегі доктор (Rafael Ballagas) Рафаэль Баллагас қолданған, бұл термин «Өз құрылғыңызды әкеліңіз» деп аударылады және цифрлық құрылғыларды ресми ұйымдарда пайдалану мүмкіндігін білдіреді. BYOD технологиясы алғаш рет іскерлік ортада пайда болды, кейіннен корпоративтік АТ саясаты ретінде алғаш рет 2009 жылы Intel корпорациясында қызметкерлері жұмыс процесінде өздерінің мобильді құрылғыларын пайдалануы жұмыстың өнімділігін арттыруға мүмкіндік беруіне байланысты, бұл технологияның қолданыста тиімді екенін көрсететін бірден-бір мысал болды. Бұл туралы бірқатар еңбектерде BYOD енгізудің артықшылығы қызметкерлер жұмысының өнімділігін арттыру, жұмыс ортасының жайлылығын арттыру, сондай-ақ инновациялық белсенділіктің жоғары дәрежесі болып табылатындығы көрсетілген.

Қазіргі уақытта BYOD тенденциялары білім беру ұйымдарына да кеңінен ене бастады. Айта кету керек, оқу процесінде жеке құрылғыларды пайдалану тәжірибесі бизнес-қауымдастықтағыдай тез таралмайды, бірақ соған қарамастан, BYOD технологиясының жоғары білім беру жүйесіне енуімен байланысты өзгерістер енгізу қажет болды [1, 2]. Осыған орай Фридман Р.С., Дик Ф.П. (Friedman R.S., Deek F.P.) білімнің технологиядан қалыспайтынын, сондай ақ цифрлық технологиялар дәуірі оқу үдерісіне жаңа тәсілдер, өзгерістер әкелетінін баса айтады [3]. Білім министрліктерінің Cisco Systems компаниясымен бірлесіп жасаған соңғы зерттеулері BYOD білім беруде қолданылатын кең таралған білім беру стратегиясына айналып келе жатқанын көрсетті. 2014 жылдан бастап еуропалық мектептер оқу үдерісіне мобильді құрылғыларды тиімді енгізу үшін BYOD технологиясын енгізудің әртүрлі сценарийлерін әзірлеуде [4].

BYOD технологиясы – смартфондар, ноутбуктер, планшеттер тәрізді құрылғыларды сабақта белсенді қолданылатын технология, бірақ бұл білім беру ұйымы ұсынған құрылғы емес, студенттің өзінің бұрыннан бар әртүрлі телефон, компьютерлер, цифрлық құрылғылар қолдануға негізделген. Қазіргі таңда оқытушылар мен университет әкімшілігі студенттерге өз құрылғыларын қолдануға тыйым салмайды, керісінше мүмкіндік береді және ынталандырады. Смартфондар мен планшеттер іс жүзінде сенсорлық экраны, wi-fi модулі, камерасы, микрофоны, GPS сенсорлары, операциялық жүйелері және әртүрлі қосымшаларды орнату мүмкіндігі бар мобильді дербес компьютерлер болып табылады. Қазіргі заманғы смартфондар мен планшеттердің көпшілігінде осы құрылғылардың көмегімен оқу іс-әрекетін жоспарлауға мүмкіндік беретін функциялардың стандартты жиынтығы бар: фото және бейне жұмыстарды түсіру мүмкіндігі; браузермен жұмыс істеу; сайттарды қарау (әдетте сайттардың мобильді нұсқалары); әлеуметтік желілерде байланыс орнатуға арналған қосымшалар; орынды анықтауға мүмкіндік беретін карталар және т.б. Сондықтан BYOD технологиясы білім алушының жеке оқу ортасын өзгертуде. Дәстүрлі оқыту ортасы әлеуметтік желілер мен ашық білім беру ресурстары арқылы кеңейіп, аудиториядағы күндізгі оқытуды оқу тәжірибесінде сырттай оқумен біріктірудің бірегей мүмкіндігі туындауда. BYOD тенденциясы оқытушылар мен студенттер арасындағы қарым-қатынасты өзгертеді деген қорытындыға келеді, олардың ақпарат пен білім көзі ретіндегі бұрынғы рөлінің орнына оқытушылар желілік ресурстарға қолжетімділікпен студенттердің әкімшісінің жаңа рөліне ие болады деп көрсетеді [5].

BYOD қолдану арқылы болашақ мұғалімдердің цифрлық трансформацияға дайындығын арттыру оқытушыға қазіргі цифрлық әлемде табысқа жету үшін қажетті білім, дағдылар мен құзыреттерді беретін оқу процесі болып табылады. Бұл процесс соңғы технологиялық әзірлемелермен танысуды,

сонымен қатар оқу процесінде BYOD пайдалану бойынша практикалық жаттығуларды қамтиды. BYOD оқытушылар мен студенттерге цифрлық материалдарды, қолданбаларды және интерактивті құралдарды қоса алғанда, оқу мақсаттары үшін заманауи технологияларды жақсырақ пайдалануға көмектеседі.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу үшін әдебиеттерге шолу қолданылды, зерттелетін салаға қатысты мақалаларға мазмұндық талдау жасалды. Мақалаларды іздеу үшін университетте жазылу арқылы қолжетімді Scopus онлайн құралдар жинағы пайдаланылды.

Емтихан сессиясында BYOD пайдалану деректерін талдау және нәтижелерді талқылау үшін TRACK (Mishra & Koehler, 2006) моделі пайдаланылды. Бірінші модель компьютерлік технологияның оқыту мен оқуға қалай әсер ететінін сипаттайтын әдісті ұсынады. TRACK моделі нақты мазмұнды оқыту үшін технологияны тиімді пайдалануды көрсете отырып, педагогика, оқыту мазмұны мен технологияның интеграциясын сипаттайды [7].

Сауалнама студенттің екі факторға негізделген технологияны қолдануын болжау үшін TAM (технологияларды қабылдау үлгісі) пайдаланады: пайдаланудың қарапайымдылығы және пайдалылығы.

Зерттеу нәтижелері

BYOD тенденциясы және педагогика саласындағы инновациялар

Цифрлық дәуір білім беру процесіне жаңа өзгерістер әкеледі. Ұлыбританияның ашық университетінің есебінде білім берудегі жаһандық өзгерістерді тудыруы мүмкін BYOD технологиясының 10 негізгі тенденциялары келтірілген [8]:

1. *Жаппай ашық әлеуметтік оқыту.* Бұл өте жоғары әлеуетті маңыздылығы бар. Желілік оқыту жүйесі адамдарға бір-бірінен үйренуге мүмкіндік береді. Бұл тенденция келесі бірнеше жыл ішінде білім беру жүйемізді өзгертеді деп күтілуде.

2. *Деректерді талдауға негізделген оқыту бағдарламалары.* Онлайн оқыту студенттердің үлгерімі туралы статистикалық мәліметтерді жинауға және талдауға мүмкіндік береді. Бұл деректерді жаңа оқу курстарын құру үшін пайдалануға болады.

3. *"Төңкерілген" сынып моделі (flipped learning)* оқу процесін ұйымдастырудың өзекті моделі болып табылады. Осы модельге сәйкес оқу процесі екі негізгі компонентті біріктіреді: оқытушының әдістемелік ұсыныстарына сәйкес теориялық бөлімді өз бетінше зерттеу және оқытушымен оқытылған материалды аудиторияда одан әрі интерактивті түрде бетпе-бет талқылау. Бұл тәсілдің тиімділігі оқытушымен тікелей қарым-қатынас уақытын маңызды тақырыптық пікірталастар үшін ұтымды пайдалану арқылы түсіндіріледі.

4. *BYOD технологиясы жеке оқу ортасын өзгертеді.* Дәстүрлі оқыту ортасы әлеуметтік желілер мен ашық білім беру ресурстары арқылы кеңейеді. Білім беру практикасында сырттай оқу сабақтарында күндізгі оқытуды біріктірудің бірегей мүмкіндігі артады. Кейбір еңбектерде BYOD тенденциялары оқытушылар мен студенттер арасындағы қарым-қатынас схемасын өзгертеді деген қорытындылар бар. Оқытушылар ақпарат пен білім көзі ретіндегі бұрынғы рөлінің орнына жаңа рөлге ие – желілік ресурстарға қол жеткізе алатын студенттердің әкімшісі рөліне ауыстарады. [6, 8] барлық мүмкін нұсқаларды қамтитын BYOD тұжырымдамасын практикалық іске асырудың 4 моделін анықтады:

Модель 1. Жергілікті құрылғыларды пайдалану үшін көптеген мүмкіндіктер тек бір модельмен шектеледі. Мұндай реттеу оқытушылар үшін пайдалы және оқу процесін ұйымдастыруды жеңілдетуі мүмкін. Таңдалған модель компьютерлік сыныптарда қолданылатын стандартты оқу моделіне ұқсас екенін атап өткен жөн.

Модель 2. Пайдалануға арналған барлық жергілікті құрылғылар алдын-ала белгіленген бірқатар техникалық талаптарға сай болуы керек. Бұл модель бірінші модельге қарағанда икемді.

Модель 3. Пайдалануға арналған өз құрылғыларына орнатылған бағдарламалық жасақтама, қосымшалар және т.б. бойынша бірқатар арнайы талаптар қойылады.

Модель 4. Жеке сымсыз құрылғыларды пайдалану құрылғыға қойылатын жалғыз талап – Интернетке қосылу мүмкіндігін қоспағанда, ешқандай талаптармен шектелмейді. BYOD тұжырымдамасын іске асырудың бұл моделі ең икемді, бірақ оны іс жүзінде жүзеге асыру үшін сымсыз кіру нүктелері көп жоғары жылдамдықты жергілікті желілер қажет.

5. *Мета-оқыту*. Бұл жаңа бағыт, оған сәйкес оқу процесінің ажырамас бөлігі студенттің жеке өсуі болады. Жоғарыда қарастырылған жаңалықтармен салыстырғанда, бұл жаңашылдықтың қазіргі білім беру жүйесіне әсері орташа деп бағаланады, бірақ ол адамның үздіксіз білім беру идеясын сәтті жүзеге асыруда өте маңызды рөл атқарады.

6. *Динамикалық бағалау студенттерді бағалау кезінде фокустың өзгеруін білдіреді*. Бұл тәсілде студенттердің қол жеткізген нәтижелері емес, олардың оқу әлеуеті бағаланады. Бұл тәсілмен білімді бағалайтын оқытушы мен студент арасындағы қарым-қатынас бейтарап болуды тоқтатады: енді оқытушы студентке қиындықтарды жеңуге көмектеседі.

7. *Оқиғалық білім*. Бұл тәсілдің идеясы адамның миының ерекшеліктеріне негізделген ұзақ уақыт бойы көрнекті оқиғаларды есте сақтау және ерекше жағдайларды тез ұмытып кету. Білім беру процесінің тиімділігін арттыру үшін оқу бағдарламасына конференцияларға, көрмелерге және т.б. қатысу енгізіледі.

9. *Шекті білім тұжырымдамасы ұқсастықтарды жүргізуге негізделген*. Бұл тұжырымдама зерттелетін мәселеге жаңа көзқараспен қарауға мүмкіндік береді. Оны білім беру практикасында қолдану оқудың тиімділігін арттыра отырып, студенттер мен оқытушылар арасындағы диалогты қолдауға көмектеседі.

10. *BYOD*. Бұл әдіс әртүрлі материалдарды қолдана отырып, шығармашылық сабақтар өткізуге негізделген. Жас кезінде BYOD технологиясын қолданған балалар ересек жаста шығармашылық қабілеттерін жоғарылатады. Бұл әдіс мектептерде қолдану үшін де қолайлы. [7] қашықтықтан білім беруді ұйымдастырудың бірнеше тәсілдері қарастырылды. Бірінші тәсіл белгілі бір мобильді құрылғыға меншіктелмеген және әртүрлі білім беру платформаларының ерекшеліктерін жеңе алатын әмбебап мобильді оқыту мазмұнын пайдалануға негізделген. Тағы бір тәсіл кросс-платформалық қызметке негізделген. Алайда, инженерлік білім беру жүйесіне BYOD енгізу ерекшеліктері қарастырылмаған.

BYOD тұжырымдамасы және оқыту үдерісі

Оқытушылардың білім беру жүйесі әрқашан жаңашылдыққа ашық. BYOD – технологиялары оқыту мен оқуда жаңа мүмкіндіктер береді. Меншікті құрылғылар санының көбеюімен студенттер арасында оқу орны беретін құрал-жабдықтарды пайдалану деңгейі төмендейді. Сонымен қатар, студенттердің өз құрылғыларын пайдалануына тыйым салуды енгізу олардың болашақ мансабына кері әсерін тигізуі мүмкін, сондай-ақ олардың қазіргі заманғы педагогикалық ортада табысты интеграциялану және кейіннен тиімді жұмыс істеу мүмкіндігіне жағдай жасайды.

BYOD технологиясының таралуы жағдайында оқу процесін басқарудың төрт негізгі тәсілі бар. Бірінші әдіс - оқытушылардың да, студенттердің де өз құрылғыларын пайдалануын қолдау. Бұл тәсіл оқыту әдістемесін, білім беру мекемесінің желісіне қол жеткізу саясатын және т.б. өзгертулерді талап етпейді, педагогикалық ұжымның кейбір өкілдері оқу үдерісін ұйымдастырудағы бұл тәсілді қолдайды, сонымен қатар бұл әдіс мұғалімнің білім беруі үшін де тиімді технология. Мәселен, бүгінгі таңда Интернет электронды кітаптар, блогтар, форумдар және басқа да көптеген веб-ресурстар түріндегі кез келген тақырып бойынша ақпараттың негізгі көзі болып табылатындығы белгілі. Институтта электронды журналдар мен электронды кітапханаларға жазылу болуы мүмкін, олардың көпшілігі студенттерге тегін қызмет көрсетеді. BYOD көмегімен студенттер оларға кез келген жерден оңай қол жеткізе алады. Оқытушылар өз білімдерін аудиторияда немесе одан тыс жерде студенттермен оңай бөлісе алады. Бұл тұжырымдама кез келген түсінік деңгейіндегі студенттер үшін пайдалы. IQ деңгейі жоғары студенттер салыстырмалы түрде қысқа уақыт ішінде қызығушылық танытқан тақырып бойынша білім ала алады. Аудиторияда өз пікірлерін білдіруге тартынатын интроверт студенттер өздерінің оқытушыларына немесе кез келген онлайн форумға электрондық пошта арқылы немесе өз пікірлерін жариялай алады.

Екінші тәсіл оқу процесінде қолданылатын жеке құрылғылардың барлық жиынтығының тұрақты және дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін оқу орнының телекоммуникациялық желісіне өзгерістер енгізуді талап етеді. Бұл жағдайда оқу процесіне қатысатын бағдарламалық қамтамасыз ету барлық мүмкін болатын операциялық жүйелермен қамтамасыз етілуі керек. Оқытушылар өздерінің қалаған BYOD енгізу үлгісін таңдау арқылы рұқсат етілген құрылғылар жинағын басқара алады. Бірақ қалай болғанда да, бұл тәсілмен оқу процесіне өзгерістер енгізу қажет. Сонымен қатар, студенттер оқу бағдарламасын аяқтау үшін қажетті құрылғыны сатып ала алмайтындығына байланысты кейбір қолайсыздықтарға тап болуы мүмкін. Үшінші тәсіл - BYOD идеясынан CYOD идеясына көшу (Өз

құрылғыңызды таңдаңыз). SYOD тұжырымдамасын жүзеге асыру жағдайында студент оқу орны ұсынған алдын ала белгіленген жиынтықтан құрылғыны таңдай алады. Бұл тәсіл өз құрылғысын сатып алуға мүмкіндігі келмеген білім алушылар үшін қолайлы болып саналады. Төртінші тәсіл бұлтты сервистерді оқу процесіне енгізуге негізделген. Осы тәсілмен BYOD енгізуге қатысты барлық техникалық мәселелерді шешу бұлтты басқаруға жүктеледі.

Көптеген оқу орындары өздерінің кампустарында негізінен желіге қол жеткізуді басқару (NAC) арқылы BYOD саясатын жүзеге асырмай-ақ BYOD технологиясын енгізуге рұқсат беруде. Бұл өте қауіпті, өйткені мекемелер өз желілеріне рұқсатсыз кіру, зиянды бағдарлама және студенттік желіге қосылған студенттік құрылғылардан вирустық шабуылдар, деректердің жоғалуы және т.б. сияқты әртүрлі қауіптерге ұшырауы мүмкін. Енді BYOD тәуелсіз тұжырымдамаға айналып келе жатқандықтан, білім беру мекемелері өз желілерінде BYOD пайдалануды шешкенде не істеу керектігін нақты түсінуі керек және өнеркәсіптегі сияқты, білім беру мекемелері үшін де BYOD технологиясын енгізу саясатын енгізу керек. Бұл саясаттарды CISCO және сенуге болатын басқа да нарық көшбасшылары ұсынады [8]. Бұған қоса, білім беру жағдайында BYOD-ға қолдау көрсету бойынша саясаты әзірлеген көптеген білім беру қызметтерінің мысалдары бар. Төменде білім беру мекемесіне BYOD технологиясын енгізу саясатының мысалы ұсынған 1-кесте берілген [9].

Кесте 1. Білім беру мекемелеріне BYOD технологиясын енгізуге арналған саясат

Әрекеттесу түрлері		Әрекет	Ресурс
Ізденіс	1	BYOD шағын зерттеу тобын құру.	Қызығушылық танытатын әріптестер
	2	BYOD дегеніміз не, ол аудиторияда қалай көрінеді және қандай проблемалар бар? Мұны басқа білім беру мекемелері қалай жүзеге асырды? Қандай проблемалар болды? Білім беру мекемелері қандай BYOD моделін қолданады?	Әдебиеттерге шолу Интернетті зерттеу Twitter #nswdecbyod немесе #BYOD немесе #BYOT іздеу
Кеңес беру	3	Құрылғылардың қатынасы/түрі мен саны туралы сауалнама, негізгі мүдделі тараптардың сауалнамасы: Өзіңіздің цифрлық құралыңызды пайдалану немесе қолданыстағы зерттеу құралдарының барлығын немесе бір бөлігін пайдалану; Деректерді түсіндіру; Егер BYOD алға жылжып жатса, келесі қадамдарды нақтылау	Ата-аналар/қамқоршылар/білім алушылар форумы. Қызметкерлер Білім алушылардың ата-аналары / қамқоршылар
	4	Сауалнамаларды талдағаннан кейін білім беру мекемелері қызметкерлерінің жиналысын, ата-аналар жиналысын өткізу	Бүгінгі күннің нәтижелері мен қорытындыларын ұсыну.
Саясатты дамыту	5	BYOD қызығушылық тобын құру	Басшылық, персонал, ата-аналар / қамқоршылар (P&C) және білім алушылар (мысалы, SRC) тарапынан өкілдік ету.
	6	Білім беру мекемелеріне арналған BYOD саясатының жобасын әзірлеу	Әдебиеттерге шолу
	7	Білім беру мекемелері қоғамдастығының тарапынан түсініктеме беру үшін білім беру саясаты жобасын тарату	Кері байланыс нысаны
	8	Саясаттың соңғы нұсқасын жасау	BYOD қызығушылық тобы Кері байланыс формасынан ұсыныстар
	9	BYOD білім беру мекемелері мәліметтерін саясатын білім беру қоғамдастығының назарына жеткізу	BYOD саясаты туралы құжат және ілеспе хат

Аталған саясатты, университеттің оқыту үдерісіне BYOD технологиясын енгізу барысында басшылыққа алдық.

3. Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетіндегі BYOD тұжырымдамасы

Абай университетімізде BYOD технологиясын енгізу білім алушылардың оқу жетістігін бақылау және бағалау сатысында жүзеге асырылды.

Пандемия кезінде студенттер цифрлық құрылғыларды қолдана отырып, емтихан сессиясын тапсыру үшін тек онлайн форматты қолданды. Тест емтихандары жасанды интеллект негізіндегі прокторинг жүйесімен интеграцияланған әмбебап ақпараттық жүйені пайдалана отырып тапсырылды; жазбаша емтихандар, оның ішінде "ашық" және "жабық" кітап үлгілері бойынша "плагиатқа қарсы" және "Прокторинг" жүйелерімен интеграцияланған "Oqulyq" қашықтықтан оқыту жүйесін пайдалана отырып тапсырылды. Жобалық және практикалық емтихандар MS teams платформасының көмегімен өткізілді [10, 11].

Карантин аяқталғаннан кейін ҚР БҒМ-нің (2022.04.18 № 4-14-2/1549-И) хатына сәйкес ағымдағы бақылауды, аралық және қорытынды аттестаттауды офлайн, яғни дәстүрлі күндізгі форматта жүргізу ұсынылды. Онлайн режимнен кейін цифрлық технологиядан офлайн режимге көшу компьютерлік базаның, ескірген жабдықтың болмауына байланысты қиын болды, өйткені компьютерлік сыныптың тұрақты емес жаңаруы, сондай-ақ университетте тұрақты интернет жұмысының болмауы және т.б. мәселелер тұрды.

Сондықтан ЖОО ректорының (05.06.22 № 04-05-/20) бұйрығымен Абай атындағы ҚазҰПУ-да аралық және қорытынды емтихандарын ұйымдастыру кезінде келесі тәсілдерді қолданды:

- білім алушылардың таңдауына сәйкес, BYOD технологиясы, яғни өз цифрлық құрылғыларын емтихан тапсыру құралы ретінде қолдануға мүмкіндік беру;

- студенттердің өз құрылғыларын емтихан үстінде пайдалану кезінде академиялық адалдық принциптерін сақтауды жүзеге асыру, жасанды интеллект негізінде прокторинг және плагиатқа қарсы программаларды қолдану негізінен;

- емтихан рәсімі мен аудиториядағы академиялық адалдық қағидаттарын сақтау үшін прокторларды аудиторияға бекіту;

- студенттерге құрылғысымен емтихан тапсыру кезінде техникалық қиындықтар туындағанда көмек көрсету үшін, техникалық мамандықта оқитын студенттер мен оқытушылар тобынан құрылған "цифрлық еріктілер" жобасын іске асыру;

- цифрлық еріктілер техникалық мәселені шешпеген жағдайда (операциялық жүйеге, смартфонның ескі моделіне байланысты) студент университет жүйесіне жүктелетін "техникалық мәселеге байланысты қайта тапсыруға өтінім" web-сайтын толтыру. Емтихан сессиясының соңында мұндай студенттерге емтиханды қайта тапсыруға мүмкіндік беру. Техникалық мәселе бойынша қайта тапсыруға өтініштер саны 340 студентті құрады (емтихан тапсырған студенттердің жалпы санының 3,6%).

- егер ноутбук немесе смартфон болмаған студенттерге университеттің компьютерлік сыныптарында емтихан тапсыруға мүмкіндік беру.

Осылайша, емтихандарды тапсыру кезінде BYOD технологиясының ерекшеліктері, біріншіден, студент өзі оқыған өз құрылғысын (смартфон, планшет, ноутбук) пайдаланып емтихан тапсыра алуында.

Екіншіден, емтихан тапсырғаннан кейін студент өз құрылғысында емтиханның цифрлық ізін көре алуында, егер оларда сұрақтар туындаса, олар кез-келген уақытта емтихан нәтижесін талдап, апелляциялық шағым бере алуында.

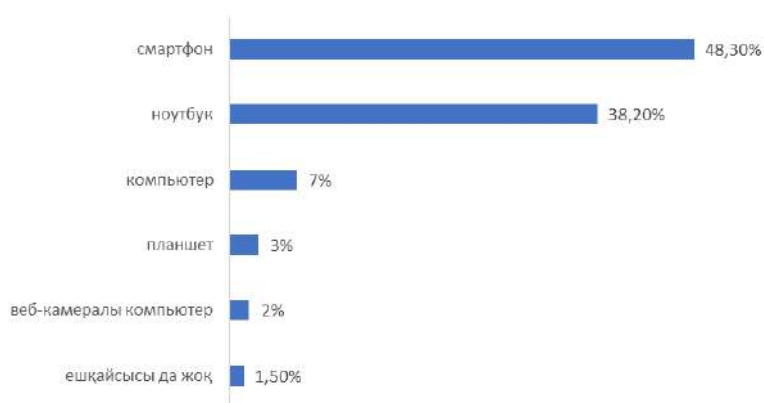
Үшіншіден, студенттер смартфонды оқу құралы ретінде пайдалануға болатынын түсінді. Көбінесе студенттер смартфондарды қосымша ақпарат алу үшін құрылғы ретінде ғана пайдаланады, енді студенттер оларды білім беру мақсатында пайдалануға болатынына көзі жетті.

Мақала авторлары Абай атындағы ҚазҰПУ-дағы BYOD бағытының бірқатар негізгі ерекшеліктеріне эксперименттік зерттеулер жүргізді. Жүргізілген зерттеулердегі нысаналы топқа әртүрлі мамандықтар бойынша бакалавриат бағдарламасы бойынша оқитын педагогикалық бейіндегі студенттер кірді және олар Абай атындағы ҚазҰПУ-да оқитын 9640 респондентті құрады (сурет 1).



Сурет 1. Студенттердің BYOD технологиясын қолдану арқылы емтихан тапсыру процесі

Студенттерге сауалнама жүргізу үшін жауаптардың бірнеше нұсқасын таңдау мүмкіндігі бар сауалнамалар пайдаланылды. Суреттерде мақсатты топ студенттерінің цифрлық құрылғыларды пайдалануға қолжетімділігін анықтау диаграммасы көрсетілген (2-сурет).



Сурет 2. Мақсатты топ студенттерінің цифрлық құрылғыларды пайдалануға қолжетімділік деңгейі

Зерттелетін мақсатты топтағы студенттер арасында смартфондар кеңінен қолданылады, сауалнамаға қатысқан студенттердің 48,3%-ы оқу процесінде смартфондарды пайдаланады; Екінші орында ноутбуктер (38,2%), компьютерлерге 7% басымдық берілген. BYOD тұжырымдамасын оқу процесіне енгізу студенттердің шығындарын арттырады, өйткені автономды мобильді оқыту заманауи құрылғылар мен жоғары жылдамдықты Интернетке қосылуды қажет етеді.

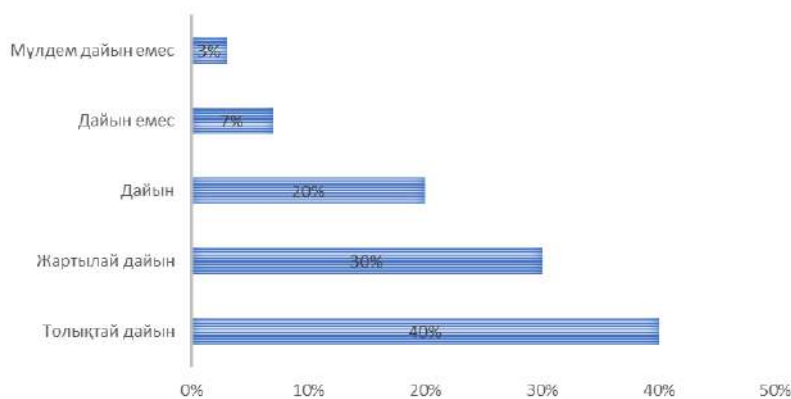
Авторлар жүргізген зерттеулер мынаны көрсетті:

- Респонденттердің 40%-ы өз құрылғылары мен Интернетті пайдалануға толық дайын (бұл зерттеудегі АКТ құрылғылары ноутбук, ДК, Android планшеті және iPad, смартфон және т.б. мобильді құрылғылардан тұрады).

- 30% және 20% сәйкесінше пайдалануға дайын және жартылай дайын, олар пайдаланудың жағымды жақтарын түсінеді;

- сауалнамаға қатысқан студенттердің 50%-дан астамы оқу процесінде өз құрылғыларын пайдалануға байланысты шығындарды қолайлы деп санайды (3-сурет).

Сауалнамаға қатысқан студенттердің 64%-ы емтихан кезінде өз құрылғыларын пайдалану уақытты үнемдейді деп жауап берді; Студенттердің 64%-ы өз құрылғыңызды пайдалану мүмкіндігіңіз болған кезде әлдеқайда оңай екенін айтты; Сауалнамаға қатысқан студенттердің 68%-ы емтихан процесіне BYOD тұжырымдамасын енгізу жан-жақты білім алуға мүмкіндік береді деп есептейді.



Сурет 3. Студенттердің цифрлық құрылғыларын қолдануға дайындық деңгейі

Емтихан тапсырғаннан кейін әңгімелесу кезінде алған кейбір студенттердің жауаптары: «Көңіл-күйіміз өте жақсы. Өз құрылғымызда тестілеу емтихан кезінде қолдану психологиялық күйзелісті жеңуімізге көмектесті. Яғни өзіміз бұрыннан қолданып жүрген цифрлық құрылғымыз, бізге жақын досымыздай сенімді. Емтиханды еш қиындықсыз тапсырдық. Болашақта оқыту процесінде де қолдануға тырысамыз» (филология институтының студенті А.А.); «Маған технология ұнады, өйткені ол барлық студенттерге өз құрылғысын пайдалануға ыңғайлы болды», «Педагогикалық практика барысында мектепте оқыту процесінде қолдануға болады деп ойлаймын. Өйткені біз бұл технологияны қолданысқа енгізуді қолдаймыз және өзіміз енгізуге дайынбыз» (студент Н.Н., МФИИ); «Кейбір техникалық кемшіліктер болды, бірақ аудиторияда цифрлық еріктілердің болуы және емтихан тапсыруға арналған құрылғыны (компьютерлік сынып немесе жеке құрылғы) таңдау мүмкіндігі мұндай қиындықтарды болдырмауға мүмкіндік берді» (студент И.Н. Педагогика және психология).

Талқылау

Мақала авторлары жүргізген зерттеулер сонымен қатар BYOD технологиясын оқу процесінде, атап айтқанда қорытынды бақылау мен бағалауда пайдалану тәжірибесін, атап айтқанда MS Teams бағдарламалық жасақтамасын және осы платформаның есептеу ресурстарын, Oqulyq.kz бағдарламалық ортасы және «Универ» университетінің ақпараттық жүйесінен, сонымен қатар аудиториядағы видеожазбалардан алынған цифрлық іздер негізінде зерттеді. Жұмыс барысында аудиторияда емтихандық тапсырмаларды орындауда қиындықтар болған жоқ, барлық студенттер қандай құрылғыны пайдаланғанына, өзінің немесе сабақта орнатылғанына қарамастан тапсырмаларды сәтті орындады. Студенттер болашақ маман ретінде де аталған технологияны енгізуге және қолдануға дайын екендігі туралы оң пікірлерін білдірді.

Зерттеу барысында алынған статистика жоғары оқу орындарының BYOD технологиясын қолдауға және енгізуге толық негіз бар екенін көрсетеді.

Ең бастысы, BYOD технологиясын қолдану арқылы, смартфондар, планшеттер, ноутбуктер, нетбуктар және кез келген басқа мобильді құрылғыларды оқытуда тиімді бағытта пайдалануға ғана пайдалы болуы мүмкін.

Қорытынды

Мақалада BYOD технологиясының болашақ педагогика бағытындағы мамандарды оқытудағы рөлі талданады. BYOD технологиясының таралуы жағдайында білім беру процесіне қолданудың төрт тәсілінің сипатты ерекшеліктері қарастырылады. Жүргізілген зерттеулер барысында алынған статистикалық мәліметтер келтірілген. Мақала авторлары жүргізген Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінде BYOD технологиясының таралуын зерттеу көптеген студенттер оқу процесінде және болашақ кәсіби іс-әрекетінде де өздерінің құрылғыларын пайдаланғысы келеді деген қорытындыға келді.

Бір қуантатын жағдай, студенттер BYOD технологиясын жүзеге асыруға дайын. Авторлар жүргізген сауалнамаларда респонденттер BYOD идеясының артықшылықтарына да назар аударады. Ең танымал жауап BYOD идеясын жүзеге асыру уақытты үнемдейді және оқу процесін жеңілдететіндігінде. BYOD технологиясын кеңінен тарату және пайдалану білім беру жүйесінде елеулі өзгерістерге әкелуі мүмкін.

Алайда BYOD технологияларын білім беру процесіне енгізу процесі мұқият басқаруды талап етеді. BYOD жағдайында оқытушы желі арқылы бір-бірімен әрекеттесу және ашық білім беру ресурстарына қол жеткізу мүмкіндігі бар студенттерді бақылауы керек. Айта кету керек, ашық ресурстарда қате ақпарат болуы мүмкін. Жаңа заман оқытушысында алынған ақпаратты сыни тұрғыдан талдауда байыпты тәжірибе болуы қажет. BYOD оқытушы мен білім алушының өзара әрекеттесуінің жаңа формаларын ашады, оқыту интерактивті болады. Мобильді құрылғыларды пайдалану барлық мәселелерді шешпейтінін түсіну маңызды. Оқытушылар BYOD-ны үнемі қолдануға міндетті емес, бірақ оқыту мақсаттарының бірі студентті қазіргі қоғам жағдайында өмірге дайындау болып табылады, бұл қазіргі мобильді құрылғылардың мүмкіндіктерін оқу процесінде пайдалануды негіздейді, міндетті түрде мобильді құрылғының шын мәнінде құрал екенін және оның болуы нәтижеге кепілдік бермейтінін есте сақтаған жөн.

Қорытындылай келе, авторлар бір мақала аясында боалашақ мұғалімдерді оқытуда BYOD технологиясын жүзеге асырудың барлық аспектілерін қамту мүмкін еместігін атап өткісі келеді. Болашақ мұғалімдерді оқытуда BYOD технологиясын қалай жүзеге асыру және тиімді қолдану туралы қосымша зерттеулер қажет.

Мақала Абай атындағы ҚазҰПУ-нің Жас ғалымдарына арналған “Гибридті оқыту жағдайында студенттердің білім бағалауда бақылау-өмішеу материалдарын әзірлеудің технологиясы” атты жоба негізінде орындалды.

References:

1. M. Clifford *Bring Your Own Device (BYOD): 10 Reasons Why It's a Good Idea* // <https://www.opencolleges.edu.au/informed/other/bring-your-own-device-byod-10-reasons-why-its-a-good-idea/>.
2. Cook T., Jaramillo D., Katz N., Bodin B., Cooper S., Becker C.H., Smart R., Lu C. *Mobile innovation applications for the BYOD enterprise user* // *IBM Journal of Research and Development*. 2013. vol. 57. no. 6. pp. 6:1-6:10
3. Friedman R.S., Deek F.P. *Innovation and education in the digital age: reconciling the roles of pedagogy, technology, and the business of learning* // *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2003. vol. 50. no. 4. pp. 403-412. URL: <http://ieeexplore.ieee.org>. doi: 10.1109/TEM.2003.819650
4. Attewelli, J. (2015). *BYOD - Bring your own Device, Ein Leitfaden für die Schulleitung* / <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=5c4a48f79221a&location=browse>
5. Sharples M., Adams A., Ferguson R., Gaved M., McAndrew P., Rienties B., Weller M., Whitelock D. *Innovating Pedagogy 2014: Open University Innovation Report 3*. Milton Keynes: The Open University, 2014.
6. Hamilton, E. R., Rosenberg, J. M., & Akcaoglu, M. (2016). *Examining the Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) model for technology integration*. *Tech Trends*, 60, 433-441. <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y>
7. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge*. *Teachers College Record* 108 (6), 1017-1054.
8. Rahat Afreen. *Bring Your Own Device (BYOD) in Higher Education: Opportunities and Challenges*. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS) Web Site: www.ijettcs.org* Volume 3, Issue 1, January – February 2014.
9. *BYOD in Education, The Cisco Bring-Your-Own-Device Solution for Education: Getting Mobile Devices Simply and Securely Connected* [online] Available: http://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/46096_byod_ed_aag.pdf.
10. Akhmetova, Z.A., Issabayeva, D.B., Rakhimzhanova, L.C., Tulbassova, B.E., Issabayeva, Z.F. *Developing a Culture of Academic Integrity in Examinations in a Distance Learning Environment*. *International Journal of Information and Education Technology*, 2022, 12(11), pp. 1229–1236.
11. Balykbayev, T., Issabayeva, D., Rakhimzhanova, L., Zhanysbekova, S. : *Models and Technologies. SIST 2021 - 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, 2021.*

Н.Н. Керімбаев^{1*}, Р. Шадиев², Ж.С. Умирзакова¹

¹Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Чжэцзян университеті, Ханчжоу қ., Қытай

*e-mail: nurasil@mail.ru

ЧАТБОТТЫҢ СТУДЕНТКЕ БАҒЫТТАЛҒАН ОҚЫТУ ӘДІСІ РЕТІНДЕГІ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта чатботтар адам қызметінің көптеген салаларында, соның ішінде білім беруде кеңінен қолданылады. Бұл зерттеуде біз білім беру үдерісінде чатботтарды қолданудың кейбір маңызды ерекшеліктерін қарастырдық және оларды студентке бағытталған оқыту әдістемесінде қолданудың негізгі артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтадық.

Сонымен қатар, оқу үдерісін ұйымдастыруға көмектесетін құрал ретінде білім беру үдерісінде чатботтарды пайдалану тиімділігін арттыруға негізделген мәселелерді зерттедік. Білім беру чатботтары студенттер үшін икемді және олардың қажеттіліктерін қанағаттандырады. Кез келген сыныптағы оқытушы сияқты, чатбот студенттерге барлық қажетті білім беру ақпараттары мен материалдарын бере алады. Осылайша, білім беру чатботтары студентке бағытталған оқытуды жүзеге асыра отырып, білім беру үдерісінде виртуалды көмекші ретінде әрекет етеді.

Түйін сөздер: чатбот, студентке бағытталған тәсіл, оқу үдерісі, виртуалды көмекші, білім беру.

Аннотация

Н.Н. Керімбаев¹, Р. Шадиев², Ж.С. Умирзакова¹

¹Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

²Нанкинский педагогический университет, г. Ханчжоу, Китай

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЧАТ-БОТА КАК СТУДЕНТООРИЕНТИРОВАННОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ

В настоящее время чат-боты широко используются во многих сферах деятельности человека, в том числе и образовании. В этом исследовании мы рассмотрели некоторые важные особенности использования чат-ботов в образовательном процессе и выявили основные преимущества и недостатки их использования в студентоориентированной методике обучения.

Кроме того, мы изучили вопросы, основанные на повышении эффективности использования чат ботов в образовательном процессе, как инструмента, оказывающим помощь в организации процесса обучения. Образовательные чат-боты гибки для студентов и отвечают их потребностям. Как и преподаватель в любой аудитории, чат-бот может предоставить студентам все необходимую учебную информацию и материалы. Таким образом чат боты выступают в качестве виртуального помощника в образовательном процессе, реализуя студентоориентированное обучение.

Ключевые слова: чат-бот, лично-ориентированный подход, процесс обучения, виртуальный помощник, образование.

Abstract

THE EFFICIENCY OF A CHATBOT AS A STUDENT-CENTERED LEARNING METHOD

Kerimbayev N.N.¹, Shadiev R.², Umirzakova Zh.S.¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Zhejiang University, Hangzhou, China

Currently, chatbots are widely used in many areas of human activity, including education. In this study, we examined some important features of the use of chatbots in the educational process and identified the main advantages and disadvantages of their use in a student-centered teaching methodology.

In addition, we studied issues based on improving the effectiveness of the use of chat bots in the educational process, as a tool to help organize the learning process. Educational chatbots are flexible for students and meet their needs. Like a teacher in any classroom, a chatbot can provide students with all the necessary educational information and materials. Thus, chat bots act as a virtual assistant in the educational process, implementing student-centered learning.

Keywords: chatbot, student-centered approach, learning process, virtual assistant, education.

Кіріспе

Қазіргі кезде студенттер жедел хабар алмасу үшін мессенджерлер мен әлеуметтік желілерді қолдануға дағдыланған. Олар бұл құралдарды басқа адамдармен қарым-қатынас жасау, сұрақтарына жауап алу, ақпарат іздеу, жаңалықтар қарау, тақырыптарды зерттеу және тапсырмаларды шешу үшін пайдаланылса, чатбот – оқытушының виртуалды көмекшісі ролін атқарады. Виртуалды көмекші – бұл оқытушы функцияларын ішінара бере алатын көмекші құрылғы. Оқытушының әмбебап виртуалды көмекшісі көп жағдайда білім беру немесе басқарушылық сипаттағы нақты міндеттерді шешуге арналған. Виртуалды көмекшіні қолдану студенттердің білім сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Студенттер виртуалды көмекші арқылы тапсырмаларға, оқу материалдарына немесе кез келген басқа маңызды ақпаратты жылдам әрі өздеріне қолайлы уақытта қол жеткізе алады. Студентке бағытталған оқыту тәсілінде чатботты қашықтықтан оқыту жүйесін толықтыратын қосымша көмекші құрал ретінде қарастырсақ болады.

Білім беру чатботының көмегімен оқытушыға жүктелетін міндеттерді шешуді автоматтандыру арқылы мессенджерлердегі хабарламалардың санын едәуір азайта аласыз. Ал оқытушы педагогикалық қызметтің шығармашылық бөлігімен айналысуға мүмкіндік алады. Чатботтың оқытушыдан айырмашылығы, бірнеше студентке кез-келген уақытта жауап бере алады. Білім беру саласында чатботты қолдану студенттердің ақпарат алудың жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Оқытушы онлайн хабарламаға жедел жауап бермеуі де мүмкін, ал, виртуалды көмекші қойылған сұраққа дәл сол мезетте жауап бере алатын мүмкіндігі бар. Виртуалды сұхбаттасушының оқытылатын пән бойынша ақпарат бере алатын артықшылықтары көп.

Ondáš S., Pleva M., Hládek D. «Чатботтарды білім беру процесіне қалай тартуға болады» деген еңбегінде чатботтар дәстүрлі оқыту әдістеріне қарағанда көбірек өзара әрекеттесу арқылы оқу үдерісін жақсартуға мүмкіндік береді деген ой айтса, Kuhail M.A. және т.б. білім беру чатботтарымен әрекеттесуге жүйелі шолу жасайды [1, 2].

Чатботтың оқу үдерісіне әсері дәстүрлі әдістер мен оқытушыға көмекші ретінде білім беру принциптеріне жаңашылдық енгізді. Ол мультимедиаларды пайдалана отырып, сабақтар мен пәндердің кең ауқымын қамтитын педагогикалық мазмұн мен бағалауды қамтамасыз етуде маңызды рөл атқара алады. Оның мақсатты нақты уақыт режимінде студентпен кері байланыс орната отырып, оларды бағалаудың және үздіксіз оқытудың жаңа тәсілдерін ұсынады. Чатбот қолдануға оңай білім беру құралдары бола алады, ол заманауи оқыту стильдеріне сәйкес келеді [3].

Білім беру саласында чатботтардың саны едәуір өсті, олардың негізгі мақсаты әр студентке, белгілі бір тақырып бойынша білімдерін дамытуға, тереңдетуге көмектеседі. Бұл чатботтардың басты мақсаты - виртуалды оқытушы ретінде жаңа білімді дамыту. Essel, H.V. және т.б. ең қолайлы тәсіл болып табылатын нөлдік кодтау әдісін қолдана отырып, виртуалды оқыту көмекшілерін пайдалану және дамыту туралы маңызды ақпарат береді [4]. Оқу үдерісінде студенттерге көмектесу үшін чатботтарды веб-сайттар мен қолданбаларға енгізуге деген қызығушылықтың артқаны байқалады. Білім беру саласында чатботтар курстар, оқу бағдарламалары және ғылыми қызметтер туралы кейбір нұсқаулар мен ақпарат беру үшін виртуалды көмекші ретінде пайдаланылады. Дегенмен, виртуалды көмекшілерде оқыту мен оқу үдерісіне лайықты түрде көмектесетін шектеулі механизмдер бар, өйткені бұл механизмдер барлық қолданушылар үшін тиімді. Mendoza S. және т.б. өз еңбегінде оқыту және оқу үдерісіне көмектесетін чатботтарды әзірлеу үлгісін көрсетеді [5].

Білім беруші чатбот - студентке оның қажеттіліктеріне бағытталған оқытуды қамтамасыз етудің ең жақсы жолы. Чатбот арқылы әр студенттің оқу қарқыны үшін оңтайландырылған, дербестендірілген және қызықты оқу үдерісін қамтамасыз етуге болады. Бұл студентке бағытталған оқыту тәсілін одан әрі жетілдіре түседі. Оқу жоспарына, дәрістерге байланысты студенттердің сұрақтарына жауап беру үшін ботты орнату қажет. Сондай-ақ, ол сұраныс бойынша оқу ресурстарын ұсынушы, әрбір студенттің өзара әрекеттесе алатын қолжетімді жеке виртуалды көмекші құралы болып табылады.

Janssen, A., және т.б. ғылыми әдебиеттер мен эмпирикалық деректерге негізделген чатбот дизайн элементтерінің таксономиясы туралы бар ғылыми білімдерді жүйелі түрде қамтамасыз ету және доменге тән чатботтардың тұжырымдамалық негізделген сипаттамаларын біріктіру дәрежесін тереңірек түсінуді дамыту үшін әзірлеуді ұсынады. Чатботты білім беру үдерісінде студенттерді жеке қолдау құралы ретінде пайдалану мүмкіндігі деп қарастыруға болады [6]. Біздің ойымызша, студентке бағытталған оқытудың негізгі принципі білім алушыға пән мазмұнын, оқыту әдісін бақылауды

қамтамасыз ету болып табылады. Бұл студентке бағытталған оқыту тәуелсіздікке және белсенді оқуға ықпал етеді.

Бүгінгі таңда білім беру цифрлық сипатқа ие және чатботтар бұл жерде маңызды рөл атқарады. Олар оқыту және адамдармен қарым-қатынас жасау үшін машиналық оқыту мен жасанды интеллектті пайдаланады. Виртуалды көмекшілер барған сайын танымал болып келеді және әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Дегенмен, чатботтарды таңдау кездейсоқ емес. Chen Y. және т.б. жасанды интеллект арқылы студентке көмекші ретінде чатботты жобалауды ұсынады [7]. Сонымен қатар, Qin T. және т.б. студентке бағытталған оқыту үшін диалог агенттерін дамытудың лингвистикалық және когнитивті тәсілдері ерекше маңызды екеніне тоқталады [8]. Агент студенттің алдына қойған мақсатына жету мүддесінде әрекет ете алады. Бұл оқу үдерісінде жасанды интеллект саласындағы чатботтардың тиімділігін көрсетеді. Жасанды интеллектті пайдалану чатботтың мүмкіндіктерін кеңейту үшін машиналық және терең оқытумен толықтырылады.

Білім беру чатботтары педагогикалық мақсаттарға арналған және оқыту мен оқуда виртуалды көмекші арқылы жеке білім беруді қамтамасыз етеді. Дегенмен, білім беру парадигмасында чатбот әлі де болса жаңалық болып табылады [9]. Білім беруде чатботтарды пайдалану интерактивті әдістерді қолдану, студентке ақпарат пен ақпараттың әртүрлі түрлерін ұсыну және оны қадағалау үшін пайдаланылады. Чатботтар дәстүрлі оқыту әдістеріне қарағанда көбінесе өзара әрекеттесу арқылы оқу үдерісін жақсартуға мүмкіндік береді [10]. Білім беру саласында чатбот сияқты жаңа технологиялар бірқатар жаңа мүмкіндіктер ашады. Ол қолдануға оңай, жоғары мамандандырылған бағдарламаларды орнатуды талап етпейтін форматта құрылады, оқытушыға студентпен жұмыстың жеке траекториясын құруға көмектеседі. Мақаланың мақсаты – кез-келген уақытта сұрақ -жауап форматында өзара әрекеттесу, сұрақтарға жауап беру, студенттің мәселесін шешудің типтік дағдыларын үйрету.

Зерттеу әдіснамасы

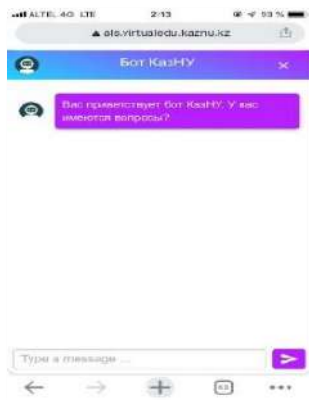
Біз әзірлеген білім беру чатботы арқылы студенттер оқу материалдарына, сабақ кестелеріне, жиі қойылатын сұрақтар жауабына, сауалнамаға, тест тапсырмаларына қол жетізеді және басқада сұрақтарына жауап ала алады. Оқытушыға оқу материалын орналастыруға, студенттердің үлгерімін бағалауға және қойылған сұрақтарға бот арқылы кері байланысты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Студенттер өздерінің жеке мобильді құрылғыларында, соның ішінде планшеттер мен смартфонда ақылды чатботпен және басқа да электронды оқу порталының мүмкіндігімен таныса алады. Білім беру чатботты студенттердің тиімді қарым-қатынас қасиеттеріне ие виртуалды көмекшісі ретінде әрекет етеді. Жасанды интеллект арқылы оқытушылар бүгінде студенттерге дербестендірілген оқу ортасын ұсынады. Студенттердің оқу материалын меңгеру деңгейін анықтау үшін білім беру чатботы әзірленді. Чатбот оқу іс-шараларын дербестендіру, студенттерді қолдау және олардың түсіну арқылы білім беруде жаңашылдық енгізеді. Білім беру чатботының мүмкіндіктері 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Білім беру чатботының мүмкіндіктері

Білім беру чатботты оқу үдерісін ұйымдастыруда: өтінімдерді жинау, сабақ және сессия кестесін жіберу, хабарландырулар, кері байланыс және т. б. қарастырылды. Сонымен қатар, пәнді оқытуда: сөздіктермен жұмыс істеу, ақпарат іздеу, білімді тексеру, пікір қалдыру мүмкіндіктері бар.

Білім беру чатботы дербестендірілген оқу ортасын қамтамасыз ететін студентке бағытталған оқыту жүйесі болып табылады. Бот студенттің түсіну деңгейін бірнеше рет бағалай алады және сәйкесінше оқу материалының келесі бөлігін ұсына алады. Оқытушы мен студент арасында оқу үдерісін жақсарту үшін кері байланыс орнату өте маңызды. Студенттердің пікірлері оқытушыға оқу материалындағы олқылықтарды анықтауға мүмкіндік береді. Ал, оқытушының пікірі студенттерге қосымша жұмыс істеуге қажет бағыттарды көрсетеді. Оқытушылар студенттерге оқу материалдарымен қатар жеке тапсырмаларды бере алады. Виртуалды көмекші платформаның мүмкіндіктерін кеңейтті және 2022 жылы білім беру үдерісіне енгізілді. Чатботтың сыртқы түрі – батырмалық, функционалдығы – аралас, өйткені ол коммуникациялық және функционалды виртуалды сұхбаттасушылардың мүмкіндіктерін біріктіреді. Чатботты әзірлеу кезінде біз виртуалды көмекші құру үшін бастапқыда Rasa ашық жасанды интеллект кодын және платформамен біріктірілген жоғары деңгейлі Python бағдарламалау тілін пайдаландық. Әзірленген виртуалды көмекші (чатбот) екі функцияны орындайды: пайдаланушыны түсіну және дұрыс жауап беру. Сәйкесінше 2-суретте көрсетілгендей білім беру чатботы электронды оқыту порталына кірістірілген.



Сурет 2. Білім беру чатботының интерфейсі

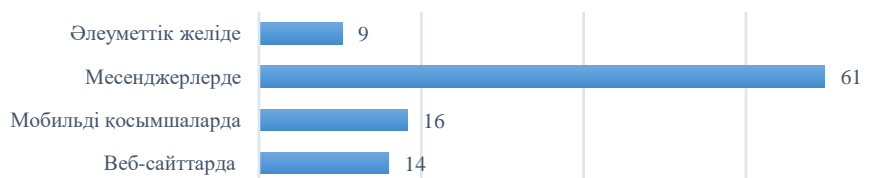
Білім беру чатботы студенттерге және оқытушыларға арналған, сонымен қатар қажет болған жағдайда барлық пайдаланушылар осы виртуалды көмекшіні пайдалана алады. Чатботтың міндеттерін бөліп көрсетуге болады: пән бойынша қажетті ақпаратты және қосымша ақпаратты алу үшін қамтамасыз ету; интернетті пайдалануды және қажетті деректерді табуды жеңілдету; студенттерге тапсырмаларды орындауға көмектесу; пән бойынша білімдерін жетілдіруге көмектесу; білім деңгейін тексеру. Қазіргі уақытта білім саласында ақпараттық технологиялар белсенді дамуда, бұл студенттердің қажетті ақпараты өңдеу және қамтамасыз ету үшін әртүрлі тапсырмаларды орындай алатын білім беру чатботтын оқу үдерісінде пайдалануды талап етеді.

Зерттеу нәтижелері

Студенттердің білім беру чатботы тәжірибесі туралы толығырақ ақпарат жинау үшін сапалы зерттеу әдісімен біріктірілген сауалнама жүргізілді. Жалпы сауалнамаға 92 білім алушы қатысты. Сауалнама барысында олардың таңдаулы жедел хабар алмасу, жасанды интеллект чатботтың бұрынғы тәжірибесі және оқу үдерісінде қолданғандығы туралы деректер жиналды. Зерттеу барысында қарастырылып отырған тақырып бойынша ғылыми әдебиеттерді шолу және алынған нәтижелерді өңдеу үшін математикалық әдістер қолданылды. Зерттеу барысында білім беру чатботының тиімділігі және қолдану жолдары қарастырылды. Сауалнама нәтижелеріне сәйкес, білім алушылардың 87%-ы сайттардағы, мессенджерлердегі немесе қосымшалардағы чатботы қолданғаны белгілі болды. Студенттердің білім беру чатботын қолдану уақыты және өзара әрекеттесу зерттеу жүргізу барысында анықталды. Студенттер чатботпен негізінен 21:00-ден 23:00-ге дейін көп қолданатындығы, бұл уақытта оқытушы байланыста болмайды және сұраққа жауап бермейді. Білім беру чатботы студенттер үшін тиімді деген шешімге келдік.

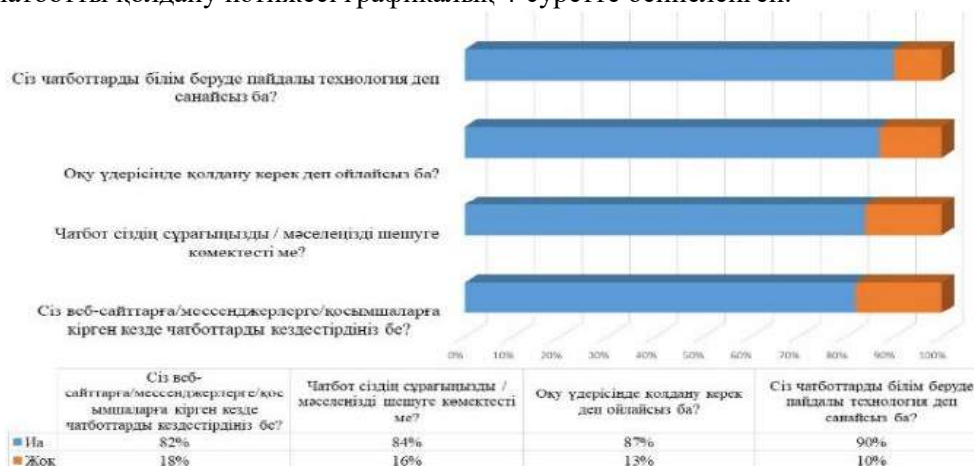
Чатботпен өзара әрекеттесу тәжірибесі бар білім алушылардың 61% - мессенджерлерде, 14% - сайттарында, 16% - мобильді қосымшаларда, 9% - әлеуметтік желілерде пайдаланды. Студенттер мессенджерлерде виртуалды көмекшілерді қолдануға бейім. Сауалнама нәтижесі 3-суретте көрсетілген.

Білім алушылар арасында 82% сайттарда, мессенджерлерде немесе қосымшаларда чатбот қызметтеріне жүгінген, ал қалған 18% сәйкесінше бұл технологияны қолданбаған.



Сурет 3. Чатботты қолдану

Чатботпен хат алмасуда 84% өз сұрақтарына жауап алған, 16% мәселені шешуге көмектеспейді деп есептейді. 87% - оқу үдерісінде пайдалану керек деп санайды, ал 13% - бұл мәлімдемемен келіспейді. 90% чатботты білім берудегі пайдалы технология деп санайды, 10% қарсы. Сауалнамаға сәйкес, оқу үдерісінде чатботты қолдану нәтижесі графикалық 4-суретте бейнеленген.



Сурет 4. Оқу үдерісінде чатботты қолдану

Жүргізілген эксперимент нәтижелеріне жасалған талдаулар көрсеткендей, студенттердің басым көпшілігі чатбот технологиясымен таныс, бірақ олар бот арқылы ақпаратты тезірек ала алатынына әлі сенімді емес және күмәнданады. Дегенмен, пайдаланушылардың 87%-ға жуығы іздеуге көмектесу үшін чатботты пайдалануға дайын екендігі байқалады. Жүргізілген сауалнама чатбот технологиясының оқу үдерісінде оң қолдау табуда, студенттер мен оқытушылар чатботқа жүгінуге дайын, өйткені олар сайтты пайдалануда қиындықтарға тап болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Чатботты қолданудың сәтті тәжірибесі оны одан әрі таратуға көмектеседі.

Студенттердің білім беру чатботты пайдалану туралы ой-пікірлері:

- Чатботты ұялы телефоным арқылы оңай пайдалануға болады деп ешқашан ойлаған емеспін;
- Чатботтың жауаптарын мессенджерлер арқылы басқа студенттермен бөлісу өте оңай болды;
- Чатбот маған пәнді оңай меңгеруге мүмкіндік берді;
- Сондай-ақ курстың мазмұны бойынша бейне және мәтіндік нұсқаулықтарға қол жеткізуге мүмкіндік беретін веб - сайттарға сілтемелер бар;
- Өз сұрағыма жауап алып қана қоймай, чатботтың жауабын жақсы түсіну үшін қосымша материалдарға қол жеткіздім.

Жалпы алғанда, студенттер оқу үдерісінде чатботты оқу құралы ретінде пайдалануды құптады. Олар чат платформасында қойылған сұрақтарына жауаптардың жедел түрде алып отырды. Осы оң пікірге қарамастан, студент чатботты оқытуға біріктіруге қатысты кейбір жағымсыз көзқарастарды атап өтті, оларды келесі мәлімдемелерде қорытындылауға болады:

- Жауаптар ескірген/маңызды емес деген аландаушылық;

- Бір нәрсе туралы сұрап, басқа тақырыпқа жауап алу;
- Маған қосымша ресурстарды табу үшін анықтамалар мен сілтемелер ғана емес, чатботтан егжей-тегжейлі жауаптар жетіспеді.

Дегенмен, студенттер чатботпен өзара әрекеттесуден кейін жақсы түсініктерге ие болды және өзара әрекеттесу тәсілін толық бағалады.

Басым көпшілігі чатботты басқа оқу курстарына біріктіруді ұсынды, ал сауалнамаға қатысушылардың кейбір бөлігі чатботты оқытушымен өзара әрекеттесуді таңдады.

Дискуссия

Нәтижелерді талдай отырып, студенттер чатботтардың оқу үдерісімен интеграциясын курстың бір бөлігі ретінде бағалай алады деп айтуға болады, өйткені олар абстрактілі ұғымдарды терең зерттеуге еліктейді және көмектеседі. Тұтастай алғанда, чатботпен өзара әрекеттесу студенттерге үйренгендерін нақты мәселелермен байланыстыруға көмектеседі.

Білім беру чатботы ерекшеліктері мен мақсаттары бойынша келесідей топтарға бөлуге болады:

1. *Қолдау қызметі*: бұл чатбот қолданушының мәселелерін түсінеді және шешімін айтады, қиын жағдайларда маманға сұрау жібереді. Ол қолданушыларға қызмет көрсетуді жеңілдетеді, студенттің күту уақытын қысқартады.

2. *Сайттағы кеңесші*: сайтқа кірушілерге консультациялық көмек көрсетеді, кері байланыс үшін жеке деректерін сұрайды.

3. *Виртуалды көмекші*: пайдаланушыдан алынған деректерге сүйене отырып, тапсырыстарды өңдейді шешім қабылдайды.

4. *Менеджер*: ағымдағы істерді басқаруға көмектеседі, қызмет жағдайы туралы ақпарат алады, жаңа қызметтерді іске қосуға көмектеседі, компанияның жұмысы туралы маңызды ақпаратты есте сақтайды.

5. *Әңгімелесуші*: адамға бейімделе отырып, әртүрлі тақырыптар бойынша әңгімелесуді қолдайды, сайтта қолданушылардың қатысуын арттырады. Төменде бағдарламалау дағдылары жоқ жеке чатбот құруға көмектесетін қызметтер тізімі беріледі.

Студенттерге чатбот арқылы білім беру оқу үлгеріміне оң әсер ететінін көрсетті. Сапалық талдау студенттердің чатботты пайдалануына қанағаттанатынын анықтады. Бұл чатботтан алған лезде кері байланысқа, сондай-ақ әртүрлі уақытта көбірек әрекеттесу арқылы оқу үдерісіне үлкен үлес қосуға байланысты болуы. Сондай-ақ, оқытудың қызықты және интерактивті екенін анықталды. Өйткені олардың чатботпен өзара әрекеттесуі алған білімдерін ұйымдастыруды және қайта тексеруді жақсартты. Студентке бағытталған білім беру чатботты топтық оқыту мен дамытудың негізгі құрамдас бөлігіне айналды, өйткені заманауи технологиялар боттарға студенттермен өзара әрекеттесуге және сілтемелер, суреттер, бейнелер сияқты мазмұнды қамтамасыз ету арқылы қажет болған жағдайда оқытуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Чатбот сұрақтарға жедел жауап беру және тиісті қосымша сұрақтар немесе кеңестер беру арқылы ақпаратқа қол жеткізе отырып, нақты уақыттағы өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді. Талқылау барысында чатбот технологиясын оқытуды басқару жүйесінің басым ортасына біріктіру студенттер туралы қосымша деректер бере алатыны және оқыту үдерісіне елеулі үлес қосатыны анықталды, өйткені олар дәстүрлі электрондық оқыту жүйелерімен салыстырғанда интеракциялық механизм болып табылады. Студентке бағытталған тәсіл осы деректерді оқу бағдарламаларын жақсарту үшін қолдана алады және студенттерге өзекті ақпарат беру үшін сол мазмұнды чатботқа жібереді.

Қорытынды

Зерттеудің негізгі тұжырымдары мен дәлелдері жоғары білім беруде чатботты пайдаланудың құндылығын растайды, өйткені чатботпен өзара әрекеттескен студенттер курс оқытушысымен өзара әрекеттескені көрсетілді. Сонымен қатар, студенттер чатботты білім алу қолдануға қызығушылық танытты, өйткені бұл олардың өзара әрекеттесу үдерісінде ешқандай кедергіге тап болмай, әр түрлі уақытта жедел кері байланыс орнады. Бұл мақалада біз білім беру үдерісінде чатботтардың ыңғайлылығы, қол жетімділігі және сұраныстарды өңдеу жылдамдығы сияқты негізгі артықшылықтарын қарастырдық. Сонымен қатар, чатботтың интерактивті мәселелері бойынша пайдаланушы интерфейсінің маңыздылығына студенттер көбірек назар аударады. Зерттеудің тағы бір бағыты қолданыстағы чатботтар мен қызметтерді жақсарту үшін жасанды интеллект мүмкіндігін пайдаланылды. Зерттеу барысында жүргізілген сауалнама нәтижесінде студенттер үшін чатботтың артықшылықтары анықталды. Чатбот біржақты әңгімелер мен жалпы мазмұны бар қызықсыз оқытуды

болдырмауға мүмкіндік береді. Мұндай виртуалды көмекшілер мәселені шешу қажет болған кезде бірден іске кірісе алады. Білім беру чатботы жан-жақты кері байланысты қамтамасыз етеді.

Чатботты пайдалану оңай, барлық жастағы білім алушыларға жарамды және жалпы сұрақтарға нақты жауаптар береді, студенттердің пәнге деген қызығушылықтарын арттырады, табиғи әңгімеге ұқсайтын және сезінетін, адам сияқты өзара әрекеттесуге арналған тренингтер ұсынады.

Алғыс айту

Жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті гранттық қаржыландыруы есебінен № АР09259370 "Жасанды интеллект тәсілдеріне негізделген виртуалды оқытудың технологиялық платформасын жасау" жобасы аясында орындалды.

Пайдаланылатын әдебиеттер тізімі:

- 1 Ondáš S., Pleva M., Hládek D. How chatbots can be involved in the education process //2019 17th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA). – IEEE, 2019. – С. 575-580.
- 2 Kuhail M. A. et al. Interacting with educational chatbots: A systematic review //Education and Information Technologies. – 2022. – С. 1-46.
- 3 Georgescu A. A. et al. Chatbots for education—trends, benefits and challenges //Conference proceedings of eLearning and Software for Education «(eLSE). – Carol I National Defence University Publishing House, 2018. – Т. 14. – №. 02. – С. 195-200.
- 4 Essel H. B. et al. The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education //International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2022. – Т. 19. – №. 1. – С. 1-19.
- 5 Mendoza S. et al. A Model to Develop Chatbots for Assisting the Teaching and Learning Process //Sensors. – 2022. – Т. 22. – №. 15. – С. 5532.
- 6 Nißen M. et al. See you soon again, chatbot? A design taxonomy to characterize user-chatbot relationships with different time horizons //Computers in Human Behavior. – 2022. – Т. 127. – С. 107043.
- 7 Chen Y. et al. Artificial Intelligence (AI) Student Assistants in the Classroom: Designing Chatbots to Support Student Success //Information Systems Frontiers. – 2022. – С. 1-22.
- 8 Qin T., Poovendran P., BalaMurugan S. Student-Centered Learning Environments Based on Multimedia Big Data Analytics //Arabian Journal for Science and Engineering. – 2021. – С. 1-11.
- 9 Kumar J. A. Educational chatbots for project-based learning: investigating learning outcomes for a team-based design course //International journal of educational technology in higher education. – 2021. – Т. 18. – №. 1. – С. 1-28.
- 10 Yildiz Durak H. Conversational agent-based guidance: examining the effect of chatbot usage frequency and satisfaction on visual design self-efficacy, engagement, satisfaction, and learner autonomy //Education and Information Technologies. – 2022. – С. 1-18.

References:

- 1 Ondáš S., Pleva M., Hládek D. How chatbots can be involved in the education process //2019 17th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA). – IEEE, 2019. – С. 575-580.
- 2 Kuhail M. A. et al. Interacting with educational chatbots: A systematic review //Education and Information Technologies. – 2022. – С. 1-46.
- 3 Georgescu A. A. et al. Chatbots for education—trends, benefits and challenges //Conference proceedings of eLearning and Software for Education «(eLSE). – Carol I National Defence University Publishing House, 2018. – Т. 14. – №. 02. – С. 195-200.
- 4 Essel H. B. et al. The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education //International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2022. – Т. 19. – №. 1. – С. 1-19.
- 5 Mendoza S. et al. A Model to Develop Chatbots for Assisting the Teaching and Learning Process //Sensors. – 2022. – Т. 22. – №. 15. – С. 5532.
- 6 Nißen M. et al. See you soon again, chatbot? A design taxonomy to characterize user-chatbot relationships with different time horizons //Computers in Human Behavior. – 2022. – Т. 127. – С. 107043.
- 7 Chen Y. et al. Artificial Intelligence (AI) Student Assistants in the Classroom: Designing Chatbots to Support Student Success //Information Systems Frontiers. – 2022. – С. 1-22.
- 8 Qin T., Poovendran P., BalaMurugan S. Student-Centered Learning Environments Based on Multimedia Big Data Analytics //Arabian Journal for Science and Engineering. – 2021. – С. 1-11.
- 9 Kumar J. A. Educational chatbots for project-based learning: investigating learning outcomes for a team-based design course //International journal of educational technology in higher education. – 2021. – Т. 18. – №. 1. – С. 1-28.
- 10 Yildiz Durak H. Conversational agent-based guidance: examining the effect of chatbot usage frequency and satisfaction on visual design self-efficacy, engagement, satisfaction, and learner autonomy //Education and Information Technologies. – 2022. – С. 1-18.

МРНТИ 14.35.01
УДК 378.01

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.026>

А.Б. Керімбердина^{1*}, А.К. Садвакасова¹, Г.Н. Казбекова², С.Ш. Тілеубай³

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

² Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ, Қазақстан

³ Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ, Қазақстан

*e-mail: Kerimberdina.a@gmail.com

ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚҰРУДЫ СЫЗЫҚТЫҚ АЛГЕБРА КӨМЕГІМЕН АБСТРАКЦИЯЛАУ

Аңдатпа

Білім мазмұнының жаңаруына байланысты жалпы білім беретін мектептерге арналған информатика пәні де жаңа тақырыптармен толықтырылып, жасанды нейрондық желілермен жұмыс жасау бағыты оқу бағдарламасына енгізілген болатын. Соған байланысты, зерттеу жұмысымыздың мақсаты бойынша бірқатар жоғарғы оқу орындарында жасанды нейрондық желілерді болашақ информатика педагогтарына игерту бағытында эксперимент жүргізілуде. Жасанды нейрондық желілер адамның жүйке жүйесінің құрылымына негізделген математикалық модельдер және олардың бағдарламалық жасақтамасы болып табылады. Биологиялық нейронның жұмысын салыстырмалы түрде қарапайым математикалық тәсілдермен модельдеуге болады, сонымен қатар адамның ойлауының барлық тереңдігі мен икемділігі және жүйке жүйесінің басқа да маңызды қасиеттері нейрондардың күрделілігімен емес, олардың көптігімен және нейрондардың арасындағы күрделі байланыс жүйесінің болуымен анықталады.

Болашақ информатика педагогтарын оқыту барысында жасанды нейрондық желілердің қалай құрылатынын, оның математикамен байланысын түсіндіру арқылы күрделі есептерді шығартуды үйретуде тиімді болатынына көз жеткіздік. Осы мақалада жасанды нейрондық желілердің жұмысын сызықтық алгебраның көмегімен түсіндіру әдісі ұсынылған.

Түйін сөздер: жасанды нейрондық желілер, желілер құру, абстракциялау, болашақ информатика педагогтары, сызықтық алгебра элементтері, нейрондық қабаттар.

Аннотация

А.Б. Керімбердина^{1*}, А.К. Садвакасова¹, Г.Н. Казбекова², С.Ш. Тілеубай³

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

² Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан Казахстан

³ Кызылординский университет им. Коркыт ата, г. Кызылорда, Казахстан

АБСТРАГИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ

Предмет информатики для общеобразовательных школ дополнен новыми темами в связи с обновлением содержания образования, и в учебный план включено направление работы с искусственными нейронными сетями. В связи с этим, согласно цели нашего исследования, в ряде высших учебных заведений проводится эксперимент в направлении освоения искусственных нейронных сетей для будущих учителей информатики. Искусственные нейронные сети, это математические модели, основанные на структуре нервной системы человека и их программном обеспечении. Работу биологического нейрона можно смоделировать относительно простыми математическими методами, а вся глубина и гибкость человеческого мышления и другие важные свойства нервной системы определяются не сложностью нейронов, а их количеством и наличием связи между ними.

В ходе обучения будущих учителей информатики мы убедились, что при объяснении создания искусственных нейронных сетей демонстрируя их связь с математикой, они эффективнее обучались решать сложные задачи. В этой статье представлен метод объяснения работы искусственных нейронных сетей с помощью линейной алгебры.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, создание сетей, абстрагирование, будущие учителя информатики, элементы линейной алгебры, нейронные слои.

Abstract

ABSTRACTING THE CREATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS USING LINEAR ALGEBRA

Kerimberdina A.B.^{1}, Sadvakassova A.K.¹, Kazbekova G.N.², Tileubay S.Sh.³*

¹ *L.N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, Kazakhstan*

² *Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkistan, Kazakhstan*

³ *Korkyt ata Kyzylorda university, Kyzylorda, Kazakhstan*

In connection with the updating of the content of education, the subject of computer science for secondary schools has been supplemented with new topics, and the curriculum includes the direction of work with artificial neural networks. In this regard, according to the purpose of our research, an experiment is being conducted in a number of higher educational institutions in the direction of mastering artificial neural networks for future computer science teachers. Artificial neural networks are mathematical models based on the structure of the human nervous system and their software. The work of a biological neuron can be modeled by relatively simple mathematical methods, and the whole depth and flexibility of human thinking and other important properties of the nervous system are determined not by the complexity of neurons, but by their number and the presence of a complex communication system between them.

During the training of future computer science teachers, we were convinced that, when explaining the creation of artificial neural networks, demonstrating their connection with mathematics, they were more effectively trained to solve complex problems. In this article, we present a method to explain the operation of artificial neural networks using linear algebra.

Keywords: artificial neural networks, network creation, abstraction, future computer science teachers, elements of linear algebra, neural layers.

Кіріспе

Жасанды нейрондық желілер әлем деңгейінде өз орнын белгілеп, дамуы қарқын алып жатқан бағыттардың бірі. Бұл жаңашылдық күнделікті тұрмысқа еніп, адамзатқа қызмет ететін әртүрлі салаларда пайдаланылып жатыр. Оның бір мысалы ретінде интернет пайдаланушыларына «ақылды жарнамалар» көрсету, валюта бағамын болжау, өртті анықтау, медицинада түрлі ауруларды диагностикалау, видеоматериалдардағы қажет объектілерді анықтау сияқты көптеген бағыттарды қамтуда. Еуразиялық экономикалық одақ мүшелері қатысқан Digital Almaty форумында президент Қ. Тоқаев Ұлттық жасанды интеллект кластері Назарбаев Университет базасында құрылатындығын сонымен қатар оқушылардың, студенттердің және Одақтың басқа да азаматтарына технология мен жасанды интеллектке қатысты мемлекетаралық білім инициативаларын құру мүмкіндіктерін қарастыруды ұсынған болатын [1].

Жасанды нейрондық желілермен жұмыс жасау, оны білім саласына енгізу тек қана біздің елімізде емес, әлем бойынша жаңадан енгізіліп жатқан, зерттеуді қажет ететін бағыт. Жасанды нейрондық желілер қазіргі уақытта зерттеудің ең көрнекті бағыттарының бірі болып табылады [6]. Мазмұндық материалдардың құрылымдалмауы, сабақ берудегі әдістеме ерекшеліктері және бұл саланы жеткілікті деңгейде игерген мамандар тапшылығы жасанды нейрондық желілер саласына қатысты сұраныстың жоғары екендігіне негіз бола алады.

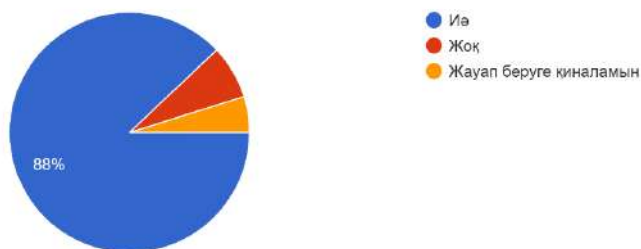
Информатикаға қатысты білім саласы үнемі толықтырылып отыратындықтан, қазіргі таңда жалпы білім беретін мектептердің оқу бағдарламаларына да жасанды интеллект, жасанды нейрондық желілерге қатысты жаңа бағыттар қосылды. Осы ретте информатика педагогтарына білім мазмұнына қатысты жаңашылдықтарды игерту, университеттегі оқу бағдарламаларын толықтыру қажеттілігі туындады және біз экспериментті осы бағытта жүргіздік. Жасанды нейрондық желілерді ғылыми негізде түсіндіру мақсатында математика арқылы абстракциялау тәсілдерін қолдану тәжірибесі тақырыптарды үйретуде тиімді болды. Сызықтық алгебра нейрондық желілерді абстракциялаудың маңызды құралы болып табылады, өйткені нейрондық желілерде орындалатын көптеген операцияларды сызықтық алгебра тұрғысынан ұсыну түсінікті болуда.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеу жұмысы сауалнама алу, бақылау және абстракциялау әдістерін қолдана отырып жүргізілді. Жасанды нейрондық желілерді оқу үдерісінен енгізбес бұрын білім алушылардың осы бағытты игеруге қатысты ынтасын анықтау мақсатында сауалнама алынды. Осы 2022-2023 оқу жылының бірінші семестрі бойынша алынған аралық нәтижесін диаграмма түрінде ұсынып отырмыз (сурет 1).

7. Оқу пәндерін игеруде нейрондық желілер бағытында біліміңізді толықтырғыңыз келе ме?

83 ответа

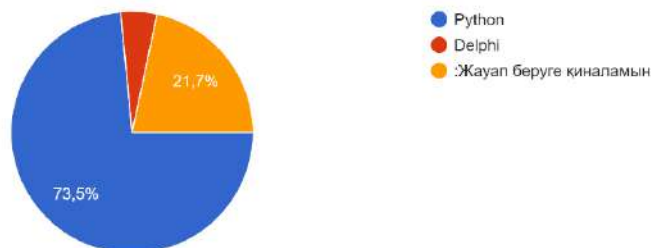


Сурет 1. Респонденттердің ынтасын анықтау диаграммасы

Жасанды нейрондық желілермен жұмыс барысында қолдануға ыңғайлы бағдарламалау тілін таңдау үшін берілген сауалнамада респонденттердің басым бөлігі Python тілін таңдады Сурет 2.

11. Нейрондық желілермен жұмыс барысында қолдануға ең ыңғайлы бағдарламалау тілі қандай деп ойлайсыз?

83 ответа



Сурет 2. Жасанды нейрондық желілермен жұмыс жасайтын бағдарлама тілін таңдау

Python – бұл жасанды нейрондық желілермен жұмыс істеуге ыңғайлы бағдарламалау тілдерінің бірі. Оның қарапайымдылығы мен ыңғайлылығы, нейрондық желілермен жұмыс істеуге арналған кең құжаттамасы және көптеген кітапханалары болуы осы тілді таңдауға негіз бола алды. Сонымен қатар, Python-да деректер мен жасанды нейрондық желілердің оқу нәтижелерін визуализациялауға арналған көптеген құралдар бар және ол үлгілердің жұмысын түзету және талдау процесін жеңілдетеді.

Зерттеуге қатысты негізгі ұғымдарға тоқталатын болсақ, нейронды желі дегеніміз – компьютерлерді адамның миы сияқты деректерді өңдеуге үйрететін технология деуге болады. Үдеріс барысында компьютерлер өз қателерінен қорытынды шығарады және үнемі жетілдіретін адаптивті жүйені жасайды. Компьютерлік желінің моделі адамның жүйке жасушаларының, яғни биологиялық нейрондық желілердің жұмыс принципіне негізделсе, нейрондық желілердің жұмыс жасау қағидаты күрделі математикаға негізделген. 1948 жылы Н.Винердің кибернетика туралы кітабы жарық көрді. Кітаптағы негізгі идея – күрделі биологиялық процестерді математикалық модельдер арқылы көрсету болды [2]. Нейрондық желілер әртүрлі есептерді шешу үшін кеңінен қолданылады. Жасанды нейрондық желілердің басты артықшылықтарының бірі - олардың оқу қабілетінің деректерге негізделуінде. Жасанды нейрондық желілер күрделі тәуелділіктерді деректерді талдаудың дәстүрлі әдістері арқылы анықтау қиын болуы мүмкін деректерден шығара алады. Сондықтан жасанды нейрондық желілер әртүрлі салалардағы әртүрлі мәселелерді шешудің қуатты құралы болуымен ерекшеленеді. Үнемі дамып келе жатқан оқыту алгоритмдері, желілерді оңтайландырудың және архитектураның жаңа әдістері жасанды нейрондық желілерді қолдану мүмкіндіктерін кеңейтуге және олардың өнімділігін жақсартуға мүмкіндік береді.

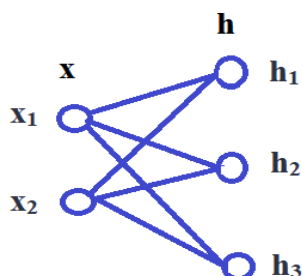
Жасанды нейрондық желілерді математика тұрғысынан қарастыратын болсақ, скаляр, вектор, матрица терминдерін қолданамыз. Бұл ұғымдар біздің экспериментіміз үшін өте маңызды, өйткені олар деректер мен модельдерді абстракциялауға мүмкіндік береді. Скалярлар, векторлар және матрицалар -

бұл машиналық оқытуда модельдер мен есептеулерді абстракциялау үшін қолданылатын сызықтық алгебраның негізгі элементтері болып табылады. Скаляр - бұл жай сан. Жасанды нейрондық желілермен жұмыс барысында скалярларды тауардың бағасы, сақталу уақыты, салмағы және т. б. сияқты мәндерді көрсету үшін пайдалануға болады. Вектор-белгілі бір заңдылықпен реттелген скалярлар жиынтығы. Жасанды нейрондық желімен жұмыс барысында оқытудағы векторларды көбінесе объектілердің белгілерін көрсету үшін қолданамыз. Мысалы, кескінге арналған белгілер векторы кескін пикселдерінен, ал мәтінге арналған белгілер векторы сөздерден немесе әріптерден тұруы мүмкін. Матрица-белгілі бір ретпен жіктелген векторлар жиынтығы. Біз есептеулерімізде матрицаларды көбінесе олардың белгілері бар объектілер жиынтығын көрсету үшін қолдана аламыз. Мысалы, кескіндер жиынтығына арналған белгілер матрицасы әр кескін үшін ерекшелік векторларынан тұруы мүмкін.

Жасанды нейрондық желілердегі модельдерді абстракциялау есептеулерді жеңілдетуге және модельдердің жұмысын жақсартуға мүмкіндік беретін маңызды процесс болып табылады. Жасанды нейрондық желілермен жұмыс жасау барысында модельдерді абстракциялау үшін деректер мен модельдерді матрицалар мен векторлар түрінде ұсынамыз.және оларды сызықтық алгебра операциялары арқылы өңдей аламыз. Мысалы, сызықтық регрессия моделін оқыту-әрбір кіріс белгісі мақсатты айнымалыға қалай әсер ететінін анықтайтын салмақ векторын табу арқылы орындалады. Модельдің болжамдарын есептеу үшін матрицаны векторға көбейту сияқты сызықтық алгебра операциялары қолданылады. Мысалы, деректер жиынындағы әрбір жазбаны көп өлшемді кеңістікте вектор ретінде көрсетуге болады [3] және нейрондық желі параметрлері матрицалар ретінде абстракцияланады. Жасанды нейрондық желілерде матрицаларды екі өлшемді тензорлар ретінде қарастырамыз

Тензор – сандардың көп өлшемді массиві [4]. Негізінде оның екі өлшемнен көп өлшемі бар, сондықтан оны сандардың көп өлшемді торы ретінде бейнелеуге болады. Демек бұл нысандарға бірдей ережелер қолданылады. Тензорлар TensorFlow сияқты машиналық оқыту құрылымдарымен танымал. TensorFlow математикалық өрнектерді ұсыну және манипуляциялау үшін есептеу графигін қолданады, бұл оған үлкен мәліметтер жиынтығымен операцияларды тиімді орындауға мүмкіндік береді.

Жасанды нейрондық желілермен жұмыс жасау барысында, студенттерге мазмұнды түсіндіру үшін көрнекі түрде сызбанұсқалар арқылы көрсету қабылдауға жеңілірек болады. Нейрондық желілерді схема ретінде түсіндіру олардың жұмысын түсіну және жаңа модельдерді жасау үшін үлкен маңызға ие. Көрнекі бейнелеу нейрондық желілерге қатысты күрделі математикалық ұғымдарды жақсырақ елестетуге және есте сақтауға және деректердің желі ішінде қалай қозғалатынын және түрленетінін көруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, визуалды схема модельдегі қателер мен мәселелерді анықтауға көмектеседі. Мысалы, егер нейрондық желі дұрыс жұмыс істемесе, схема проблемалық аймақты анықтауға және модельдің жұмысын жақсарту үшін қандай параметрлерді өзгерту керектігін түсінуге көмектеседі. Сол себепті, біз қарастыратын толық байланысты нейрондық желілер жұмысын сурет 3 түрінде келтіреміз, мұндағы x_1, x_2 -кіріс қабаттары, h_1, h_2, h_3 - шығыс қабаттары. Толық байланысқан нейрондық желі (ағылш. fully connected neural network) - бұл әр қабаттағы әрбір нейрон алдыңғы және келесі қабаттардағы барлық нейрондармен байланысатын нейрондық желінің түрі болып табылады.



Сурет 3. Толық байланысты нейрондық желі

Нейрон қабаттары элементтер тізбегінде қолданылатын нейрондық желілердің негізгі құрамдас бөліктері болып табылады, олардың әрқайсысы кіріс мәліметтерін өңдеу және оларды келесі деңгейге беру функциясын орындайды. Әрбір қабат жиналған қабаттан өлшенген мәндерді алатын нейрондардан тұрады, содан кейін олардың сигналдарын осы қабатқа жібереді.Толық байланысты

нейрондық желілер дегеніміз бұл әрбір нейрон көрші қабаттарда орналасқан барлық басқа нейрондармен байланысатын және барлық байланыстар кіріс нейрондарынан шығысқа қарай қатаң бағытталған желі [5]. Толық байланысты нейрондық желілер үшін бір қабат келесі формуламен есептелетіні белгілі: $h=F(Wx+b)$. Матрицаларды жолдар мен бағандардың саны бірдей болса ғана элемент бойынша қосуға немесе азайтуға болады. Бірінші матрицадағы бағандар саны екінші матрицадағы жолдар санына тең болған жағдайда ғана екі матрицаны көбейтуге болады. Матрицаларда машиналық оқытудың, терең оқытудың және жасанды интеллект қосымшаларының кейбір мүмкіндіктерін түсінгіміз келсе, біз оқып-үйренуіміз керек бірнеше операциялар бар. Мұндай операциялардың бірі транспозиция операциясы болып табылады. Бұл операцияның нәтижесі транспозицияланған матрица деп аталады. Бұл негізгі диагональ бойымен матрицаның айнадағы бейнесі. Бұл жол матрицаның жоғарғы сол жақ бұрышынан басталып, төмен және оңға қарай жылжиды. Осы принциптерді пайдаланып, біз, толық байланысты нейрондық желілерді есептеу үшін тиімдірек болатындай жолмен есептеуді қарастырдық.

$$h=F(xW+b),$$

$$x=[x_1, x_2];$$

$$h=[h_1, h_2, h_3];$$

$$b=[b_1, b_2, b_3]$$

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \end{bmatrix}$$

Енді бірінші қабат бойынша есептеулер жүргізетін боламыз. Ол үшін x жолы мен w бағанындағы элементтерді сәйкесінше көбейтіп, өзара қосамыз:

$$h_1=F(x_1W_{11}+x_2W_{21}+b_1);$$

$$h_2=F(x_1W_{12}+x_2W_{22}+b_2);$$

$$h_3=F(x_1W_{13}+x_2W_{23}+b_3).$$

Келесі қадамда есептеуге ыңғайлы болуы үшін, толық байланысты қабаттың сызықты және сызықты емес бөліктерін ажыратып аламыз.

$$h=F(xW+b) \Rightarrow \begin{cases} t = (xW + b) \\ h = F(t) \end{cases}$$

Жасанды нейрондық желілерді қолдану арқылы әртүрлі есептер шығара аламыз. Соның бір мысалы ретінде классификациялау арқылы орхидея гүлінің қандай қандай сортқа жататынын анықтайтауды нейрондық желі арқылы қалайша құруға болатынын тәжірибе жүзінде жасап көрейік. Біздің есебімізде орхидеяның үш түрі берілген деп келісеміз (сурет 4).



Калантэ (Calanthe) Плейоне (Pleione) Туния (Thunia)

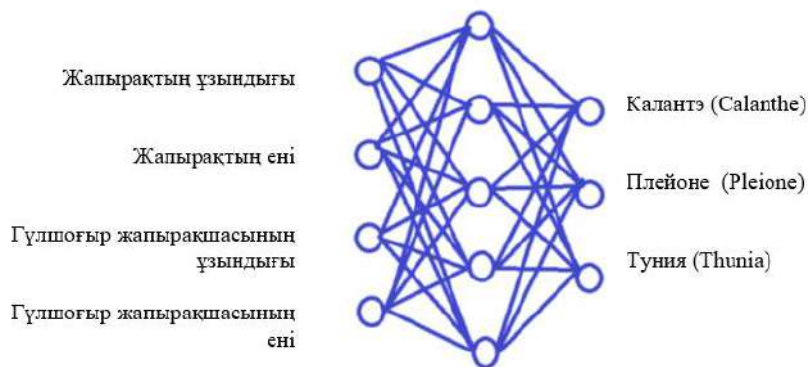
Сурет 4. Орхидея гүлдері (<https://cvetoshki.ru>)

Осы гүлдерге қатысты төрт түрлі параметрлерді белгілеп алуға болады:

- Жапырақтың ұзындығы;
- Жапырақтың ені;
- Гүлшоғыр жапырақшасының ұзындығы;
- Гүлшоғыр жапырақшасының ені.

Нәтижесі

Эксперимент барысында осы берілген бастапқы мәліметтерді жасанды нейрондық желілердің жұмыс жасау принципін сызбанұсқалар арқылы көрсетіп, есептелу барысын формулалар арқылы жазып шығамыз. Бізде берілген бастапқы мәліметтердің санына сәйкес кіріс мәліметтерді белгілейміз. Екі қабаттан тұратын нейрондық желіні қарастырайық, мұндағы қабаттар саны басқа да гиперпараметрлер сияқты эмперикалық тұрғыдан беріледі. Бірінші қабатында бес нейрон болсын, ал соңғы қабаттар саны үшке тең, себебі біз қарастырып отырған есепте шартты түрде орхидеяның үш түрін алып отырмыз *сурет 5*.



Сурет 5. Есеп мәліметтерін жасанды нейрондық желідегі кіріс және шығыс қабаттарымен сәйкестендіру

Зерттеу жасырын қабат және шығыс қабаттарын қоса алғанда, кемінде үш қабаттан тұратын көп қабатты перцептрон [7] деп аталатын нейрондық желі құраушылары арқылы жасалды. Нейрондар бір-бірімен әртүрлі жолмен қосылуы мүмкін, бірақ нейрондық желінің мәні әрқашан бірдей болып қалады. Желіге енгізілген кірістердің жиынтығы бойынша шығыс сигналы қалыптасады [8]. Кіріс қабаты-бұл кіріс сигналдарын қабылдайтын және оларды келесі деңгейлерге жіберетін нейрондық желідегі бірінші қабат. Жасырын (есептеу) қабаты кіріс деректеріне әртүрлі түрлендірулерді қолданады. Жасырын қабаттағы барлық нейрондар келесі қабаттағы әрбір нейронмен байланысады. Шығыс қабаты-бұл соңғы жасырын қабаттан деректерді алатын желідегі соңғы қабат. Оның көмегімен біз қажетті диапазондағы мәндердің қажетті санын ала аламыз [9].

Кіріс векторы x болса, онда

$$t_1 = xW_1 + b_1$$

$h_1 = F(t_1)$, бұл жердегі 1 индексі вектор элементі емес, қабаттың деңгейін білдіреді.

$$t_2 = h_1W_2 + b_2$$

$$S(t) = \left\{ \frac{e^{t_i}}{\sum_j e^{t_j}} \right\}$$

$z = \text{Softmax}(t_2) = S(t_2)$, мұндағы z ықтималдылық векторы

$$F(t) = \text{Relu}(t) = \max(0, t)$$

Бұл мәліметтерді кодтау арқылы Python тілінде сызықтық алгебра базасымен жұмыс жасайтын NumPy библиотекасын [10] қосып, қарапайым жасанды нейрондық желі арқылы біздерге берілген орхидеялардың түрі қандай екендігін анықтай аламыз. NumPy (Numerical Python) - ғылыми есептеулер мен машиналық оқытуға арналған ең танымал және қуатты кітапханалардың бірі. NumPy- массивтер мен матрицаларда математикалық операцияларды орындау үшін ыңғайлы интерфейсті қамтамасыз ететін Python бағдарламалау тіліне арналған кітапхана болып табылады. Біз мәліметтер жиынын scikit-learn арқылы алып [11], әрбір үлгі үшін таңдаған төрт түрлі параметрлерімізді көрсетеміз. scikit-learn сызықтық регрессия, логистикалық регрессия, шешім ағаштары, , градиентті күшейту сияқты машиналық оқыту модельдерінің кең ауқымын ұсынады. Бізде гүлдің үш типі қарастырылатындықтан жапырақтарының ұзындығы мен ені функцияларын ғана пайдалануымызға болады.

```
import numpy as np
from sklearn.datasets import load_iris
data = load_iris()
X = data.data[:, 2:]
y = data.target
```

Әрі қарай, біз деректерді оқыту және тестілеу жиынтықтарына бөлеміз және деректерді қалыпқа келтіреміз, оларды нөлдік орташа және бірлік дисперсиялы болуы үшін масштабтаймыз.

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)
```

Нейрондық желі моделін жасап, 10 нейроннан тұратын бір жасырын қабаты бар қарапайым нейрондық желіні және гүлдердің 3 түріне сәйкес келетін 3 нейроны бар softmax шығыс қабатын қолданамыз.

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
model = Sequential([
    Dense(10, activation='relu', input_shape=(2,)),
    Dense(3, activation='softmax')])
model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])
Модельді 100 эпоха ішінде 10 өлшемін пайдаланып үйретеміз.
from tensorflow.keras.utils import to_categorical
y_train_categorical = to_categorical(y_train)
y_test_categorical = to_categorical(y_test)
model.fit(X_train, y_train_categorical, epochs=100, batch_size=10, validation_data=(X_test,
y_test_categorical))
```

Сынақ жиынтығында модельді бағалаймыз:

```
loss, accuracy = model.evaluate(X_test, y_test_categorical)
print(f"Test loss: {loss:.3f}")
print(f"Test accuracy: {accuracy:.3f}")
```

Есептің шартын түрлендіре отырып, әртүрлі бағытта қолдануға болады. Білім алушылар абстракциялау әдістерін өз нейрондық желілерін Python тілінде нейрожелілік фреймворктарды пайдаланбай да құра алды. Python-да сызықтық алгебра мен нейрондық желілерді қолдана отырып жасауға болатын көптеген қызықты бағдарламалар бар. Жоба ретінде білім алушыларға сабақ барысында орындауға болатын әртүрлі есептерді беруге болады:

- Кескіндерді, музыканы және мәтінді генерациялау үшін генеративті нейрондық желілерді құру;
- Берілген деректер жиынтығы негізінде мәтін үшін рекурренттік нейрондық желілерді құру;

- Электрондық поштаның спам немесе спам емес екенін анықтау сияқты жіктеу мәселелерін шешу үшін нейрондық желілерді құру;
- Бұрынғы сату деректері негізінде жылжымайтын мүлік бағасын болжау сияқты регрессия мәселелерін шешу үшін нейрондық желілерді құру;
- Бетті тану немесе фотосуреттегі нысандарды анықтау сияқты кескіндерді талдау және жіктеу үшін нейрондық желілерді құру;
- Сатып алушыларды сатып алу әдеттеріне қарай топтастыру сияқты деректерді кластерлеу мәселесін шешу үшін нейрондық желілерді құру;
- Мәтіннің тоналдылығын анықтау үшін табиғи тілді талдау және өңдеу үшін нейрондық желілерді құру.

Бұл Python тілінде сызықтық алгебра мен нейрондық желілерді қолдану арқылы көптеген есептерді шешуге болады. Біз экспериментімізде жасанды нейрондық желілер үшін сызықтық алгебраның ең маңызды және айқын қолданбаларын ғана қарастырдық. Сызықтық алгебраны нейрондық желілерде деректерді сығу және өлшемді азайту сияқты операцияларды орындау үшін де қолдана болады. Мысалы, негізгі компонент әдісін сызықтық алгебраны деректерді сығымдау және шуды жою үшін пайдалануға болатын кірістердің ковариациялық матрицасының меншікті мәндері мен меншікті векторларын есептеу үшін қолдана аламыз. Әрине, жасанды нейрондық желілер саласындағы нақты жұмыс үшін осы мақалада келтірілген ақпараттардан да көбірек мазмұнды үйрену керек болады. Сол себепті Кесте 1 түрінде жасанды нейрондық желілермен қарапайым жұмыс барысында қолданылатын математика салаларына қатысты бағыттарды да қосымша ұсынып отырмыз.

Кесте 1. Математика арқылы жасанды нейрондық желілермен жұмыс жасау мүмкіндіктері

№	Математиканың саласы	Жасанды нейрондық желілерде қолданылуы
1	Сызықтық алгебра	Матрицалармен жұмыс: жасанды нейрондық желілердің көпшілігін матрица түрінде ықшам жаза аламыз
2	Математикалық анализ	Дифференциалдау: алгоритмдердің көпшілігі экстремум, градиент тб арқылы оқытылады
3	Ықтималдықтар теориясы	Логикалық операторлар: жасанды нейрондық желілер архитектурасын түсіну үшін ықтималдықтар трактовкалары қажет
4	Сандық әдістер	Сандық бағалау: жасанды нейрондық желілер үшін мәліметтерді өңдей отырып туындыны, интегралдарды есептеуде қажет.

Қорытынды

Жасанды нейрондық желідегі модельдерді абстракциялау есептеулерді жеңілдетуге және модельді оқытуды жақсартуға мүмкіндік беретін маңызды процестердің бірі екендігіне көз жеткіздік. Сызықтық алгебраның негізгі элементтері-скалярлар, векторлар және матрицалар модельдерді абстракциялауда маңызды рөл атқарады. Олар деректер мен модельдерді матрицалар мен векторлар түрінде ұсынуға мүмкіндік берді, бұл есептеулерді жеңілдетті және оларды тиімді ете алды. Қарапайым классификация есептерін Python тілінде имплементация жасап, толық байланысты нейрондық қабаттарда жүретін үдерістерді сызықтық алгебра арқылы абстракциялау жасанды нейрондық желілер жұмысының қағидаттарын түсінуге жеңіл болды. Сызықтық алгебраны жасанды нейрондық желілер контекстінде қолданудың тағы бір маңыздысы модельді регуляризациялау болып табылады. Регуляризация әдістері желіні оқыту деректеріне шамадан тыс орнатуды болдырмау және жалпылау өнімділігін жақсарту үшін қолданылады. Сондықтан, сызықтық алгебраны терең түсіну жасанды нейрондық желілермен жұмыс істегісі келетін және машиналық оқытудың әртүрлі қосымшаларында өз күшін тиімді пайдаланғысы келетін кез келген үйренуші үшін өте маңызды. Жасанды нейрондық желілердегі модельдерді абстракциялау саласындағы қосымша зерттеулер модельдердің өнімділігін жақсартып, олардың оқуын жеделдете алады, бұл әртүрлі тапсырмаларды орындау үшін тиімдірек және дәлірек үлгілерді жасауға әкелуі мүмкін. Мұндай зерттеулердің нәтижелерін компьютерлік көру, табиғи тілді өңдеу, ұсыныс жүйелері сияқты әртүрлі салаларда қолдануға болады.

Жасанды нейрондық желілердегі модельдерді абстракциялау саласындағы қосымша зерттеулер модельдердің өнімділігін жақсартып, олардың оқуын жеделдете алады. Бұл мүмкіндік әртүрлі тапсырмаларды орындау үшін тиімдірек және дәлірек үлгілерді жасауға әкелуі мүмкін.

Мұндай зерттеулердің нәтижелерін компьютерлік көру, табиғи тілді өңдеу, ұсыныс жүйелері сияқты әртүрлі салаларда қолдануға болады. Жасанды нейрондық желілер матрицалық операцияларға негізделгендіктен сызықтық алгебраны пайдалану осы операцияларды тиімді есептеуге және оңтайландыруға мүмкіндік беретініне көз жеткіздік. Сондықтан осы зерттеуімізді жасанды нейрондық желілерді құру және жүзеге асыру бағытында жалғастырып, болашақ информатика педагогтарына оны тиімді меңгерту әдістерін тәжірибелік жұмыстар арқылы жетілдіру жоспарлануда.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 «Токаев предложил создать в ЕАЭС межправительственную образовательную систему». [Электронный ресурс]:- URL: <https://lsm.kz/okolo-500-mlrd-tenge-planiruet-privlech-kazahstan-v-tehnologii> (дата обращения: 01.11.2022)
- 2 Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: «Советское радио», 1958.
- 3 Трухан А.А., Кофтуненко В.Г. Линейная алгебра и линейное программирование. Издательство «Лань». Санкт Петербург, 2020
- 4 Аквис М. А., Гольдберг В. В. Тензорное исчисление. — М.: Наука, 1969.
- 5 Хайкин С. Нейронные сети. — М.; СПб.; Киев, 2006. — 89 с
- 6 Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A.J. et al. Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *J Big Data* 8, 53 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- 7 Masoud, M., Zahra, F., Bahareh, D., et al. Chapter 12 - Machine learning in surface plasmon resonance for environmental monitoring. *Artificial Intelligence and Data Science in Environmental Sensing Cognitive Data Science in Sustainable Computing 2022*, Pages 269-298. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90508-4.00012-5>
- 8 Гафаров Ф.М., Галимиянов А.Ф. Г12 Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие. — Казань: Университет Казан., 2018. — 121 с.
- 9 Всё, что нужно знать о нейронных сетях. [Электронный ресурс]:- URL: <https://proglib.io/p/about-neural-networks#:~:text=> (дата обращения: 01.11.2022).
- 10 Robert Johansson. *Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib* – Apress, 2018. — 723 с.
- 11 Raul Garreta, Guillermo Moncecchi. *Learning Scikit-Learn. Machine Learning in Python*. — Packt Publishing, 2013. — 118 с.

References:

- 1 «Tokayev predlozhlil sozdat' v EAES mezhpavitel'stvennyuyu obrazovatel'nyuyu sistemu» [Tokayev proposed to create an intersystem educational system in the EAEU] [Electronic resource]:- URL: <https://lsm.kz/okolo-500-mlrd-tenge-planiruet-privlech-kazahstan-v-tehnologii> (date of application: 01.11.2022). (In Russian)
- 2 Viner N. (1958) «Kibernetika, ili Upravlenie i svyaz' v zhivotnom i mashine» [Cybernetics, or Control and Communication in Animal and Machine], M.: «Sovetskoe radio », (In Russian)
- 3 Trukhan A.A., Koftunenkov V.G. (2020). *Linejnaya algebra i linejnoe programmirovaniye* [Linear algebra and linear programming]. Publishing house «Lan». St. Petersburg, (In Russian)
- 4 Akivis M. A., Goldberg V.V. (1969) Tenzornoe ischislenie [Tensor Calculus]. — M.: Nauka,.
- 5 Khaikin S. (2006) *Nejronnyye seti* [Neural networks]. — M.; Spb.; Kiev, 2006. — 89 p, (In Russian)
- 6 Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A.J. et al. Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *J Big Data* 8, 53 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- 7 Masoud, M., Zahra, F., Bahareh, D., et al. Chapter 12 - Machine learning in surface plasmon resonance for environmental monitoring. *Artificial Intelligence and Data Science in Environmental Sensing Cognitive Data Science in Sustainable Computing 2022*, Pages 269-298. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90508-4.00012-5>
- 8 Gafarov F.M., Galimiyanov A.F. (2018) *G12 Iskusstvennyye nejronnyye seti i prilozheniya: ucheb. Posobie* [Artificial neural networks and applications: textbook]. — Kazan: Kazan University, 2018. — 121 c. (In Russian)
- 9 Vsyo, chto nuzhno znat' o nejronnyh setyah [Everything you need to know about neural networks]. [Electronic resource]:- URL: <https://proglib.io/p/about-neural-networks#:~:text=> (date of application: 01.11.2022). (In Russian)
- 10 Robert Johansson. (2018) *Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib* — Apress.
- 11 Raul Garreta, Guillermo Moncecchi. (2013). *Learning Scikit-Learn. Machine Learning in Python*. — Packt Publishing.

МРНТИ 20.01.45
УДК 372.8

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.027>

Ж.К. Нурбекова¹, А.К. Узакова^{1*}

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: uzakova.w@gmail.com

ИНФОРМАТИКА САЛАСЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ДАМУЫН ЕСКЕРЕТІН ОҚИТУ МАЗМҰНЫН ЖАСАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Информатика саласының қарқынды дамуы жағдайында өзекті және сапалы оқытуды қамтамасыз өте маңызды. Сондықтан осы пәндік саладағы тұрақты өзгерістер мен жаңартуларды ескеру қажет. Оқыту процесінің нәтижелі болуы үшін оқу мазмұнын уақтылы сапалы жаңартуды қамтамасыз ету маңызды. Ақпараттың жылдам өзгеруі, технологиялардың жаңаруы оқу материалын жасаудың ерекшеліктерін өзгертеді, сонымен қатар білім беру мазмұнының қарқынды динамикалық өзгеруін талап етеді. Мақалада информатика саласының динамикалық дамуына сәйкес информатиканы оқыту мазмұнын құру ерекшеліктері: оқыту мазмұнындағы енгізілуі қажет бөлімдер, білім алушыларда конструктивтік іс-әрекет нәтижесінде зерттеу дағдысын қалыптастыру ұсынылған. Бұл ерекшеліктер информатика студенттерінің осы үнемі өзгеріп отыратын салада сәтті жұмыс істеуі үшін қажетті дағдыларға ие болуын қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Түйін сөздер: оқыту мазмұны, оқыту мазмұнын жасау, динамикалық даму, информатика, HolonIQ, конструктивизм.

Аннотация

Ж.К. Нурбекова¹, А.К. Узакова¹

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

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ, УЧИТЫВАЮЩЕЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ

В свете быстрого развития области информатики критически важно обеспечивать актуальное и качественное обучение. Поэтому необходимо учитывать постоянные изменения и обновления в этой предметной области. Для эффективности процесса обучения важно своевременно обеспечивать качественное обновление содержания обучения. Быстрая смена информации, обновление технологий меняет как специфику создания учебного материала, так и требует динамического изменения содержания обучения. В статье представлены особенности создания содержания информатики в соответствии с динамичным развитием предметной области компьютерных наук: разделы, которые необходимо включить в содержание обучения, формирование исследовательских умений у студентов как результат конструктивистской деятельности. Эти особенности имеют решающее значение для обеспечения того, чтобы студенты, изучающие информатику, обладали навыками, необходимыми им для успешной работы в этой постоянно меняющейся области.

Ключевые слова: содержание обучения, проектирование содержания обучения, информатика, HolonIQ, конструктивизм.

Abstract

FEATURES OF THE CREATION OF TRAINING CONTENT, TAKING INTO ACCOUNT THE DYNAMIC DEVELOPMENT OF THE FIELD OF COMPUTER SCIENCE

Nurbekova Zh.K.¹, Uzakova A.K.¹

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

In light of the rapid development of the field of informatics, it is critical to provide relevant and high-quality training. Therefore, it is necessary to take into account the constant changes and updates in this subject area. For the effectiveness of the learning process, it is important to ensure timely quality updating of the learning content. The rapid change of information, the updating of technologies changes both the specifics of the creation of educational material and requires a dynamic change in the content of education. The article presents the features of creating the content of computer science in accordance with the dynamic development of the subject area of computer science: sections that need to be included in the content of education, the formation of research skills among students as a result of constructivist activity. These features are critical to ensuring that computer science students have the skills they need to succeed in this ever-changing field.

Keywords: teaching content, design teaching content, computer science, HolonIQ, constructionism.

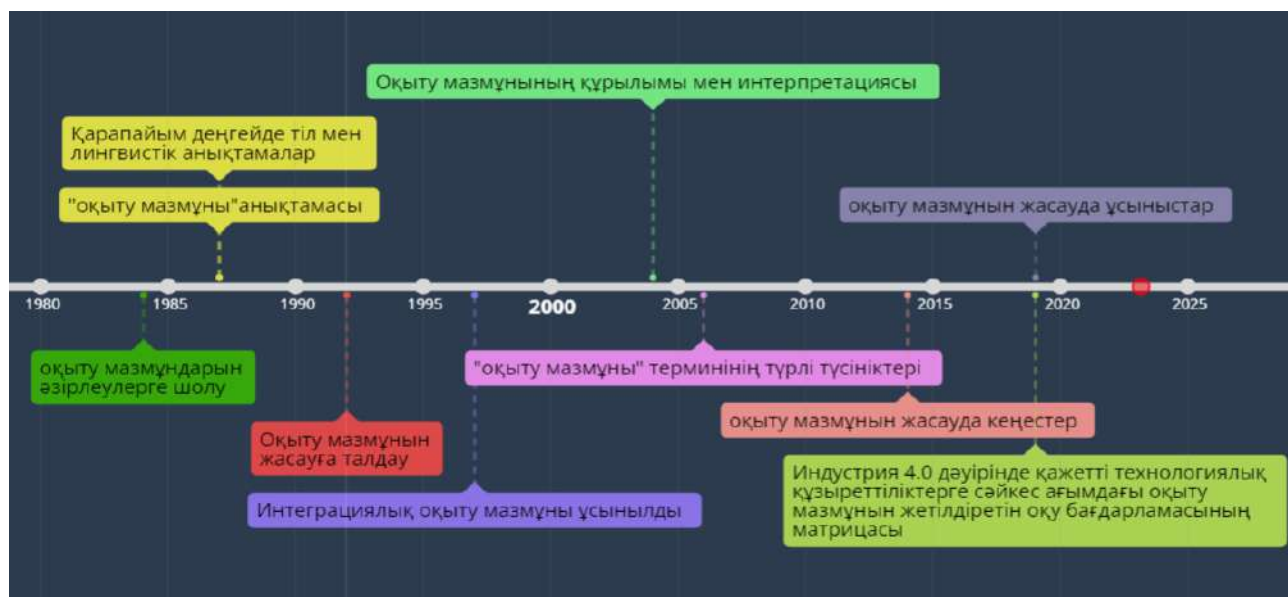
Кіріспе

Технологиялық прогрестің жылдам қарқынымен информатика саласы үнемі дамып келеді, сондықтан оқыту мазмұны зерттеп, уақытылы өндеуді талап етеді. Осы динамикалық салада білім мен дағдыларды тиімді жеткізу үшін технологиялардың интерактивтілік, мультимедиялық интеграция, бейімделу және қол жетімділік сияқты негізгі ерекшеліктерін ескеру қажет. Бұл ерекшеліктер білім алушы мен мамандарға дидактикалық принцип бойынша қазіргі ғылыми-техникалық прогрестің жетістіктеріне сәйкес информатика саласындағы соңғы жетістіктер мен тенденциялардан хабардар болу арқылы оқыту мазмұнын қызықты, өзекті және тиімді етуге көмектеседі.

Білім беру жүйесінің жаңа бағдарлары оның дамуының әртүрлі бағыттарында көрінеді: үздіксіз білім беру жүйесін құруда, баламалы оқыту нысандарының пайда болуында, білім беру мазмұнын қалыптастырудың жаңа тәсілдерін әзірлеуде, жаңа ақпараттық-білім беру ортасын құруда және т.б. Мұндай жағдайларда оқыту үрдісін қажетті деңгейде жетілдірілген оқу-әдістемемен қамтамасыз ету өзектілігі артады. Ерекшеліктерді ескере құру оқыту мазмұнының динамикалық дамуын іске асыратын бір жолы болып табылады.

Зерттеу әдістемесі

Зерттеу барысында келесі әдістер қолданылды: жалпы ғылыми әдістер: информатика саласындағы оқыту мазмұнын жетілдірудің әдіснамалық негіздерін анықтау мақсатында философиялық, психологиялық-педагогикалық әдебиеттерді, мерзімді баспа материалдарын контент-талдау; болашақ информатика мұғалімінің оқыту мазмұнының педагогикалық тәжірибесін талдау және жалпылау; HolonIQ [1, 2] платформасына сүйене отырып салыстырмалы зерттеу жүргізу. Ғылыми дереккөздерді теориялық талдау информатика саласының динамикалық дамуын ескеретін оқыту мазмұнын құруда негізге алынған идеяларды бөліп көрсетуге мүмкіндік берді. Оқыту мазмұнын жасауда [3-11] әдебиеттерді талдау негізінде жасалған келесідей хронологияны қарастырайық (1-сурет).



Сурет 1. Оқыту мазмұнын жасауда зерттеулердің хронологиясы

Оқыту мазмұнын келесідей анықталды: ең қарапайым деңгейде үйренуге болатын нәрсе туралы мәлімдеме ретінде сипаттауға болады (1987). Бұл тіл мен лингвистикалық сипаттамаларды көрсетеді. Білім беру мазмұндарын әзірлеу туралы пікірлердің ауқымы мен әртүрлілігіне шолу жасалды (1984). Оқыту мазмұнын жасауға талдау жасалды (1992). Интеграциялық оқыту мазмұнын бірқатар ғалымдар математикалық және инженерлік ғылымдарды оқытуда ұсынды (1997).

Ұлыбританияда (2006) жоғары білім беру саласында жұмыс істейтін қызметкерлер "оқыту мазмұны" терминін әр түрлі түсінетіндігін атап өтілді:

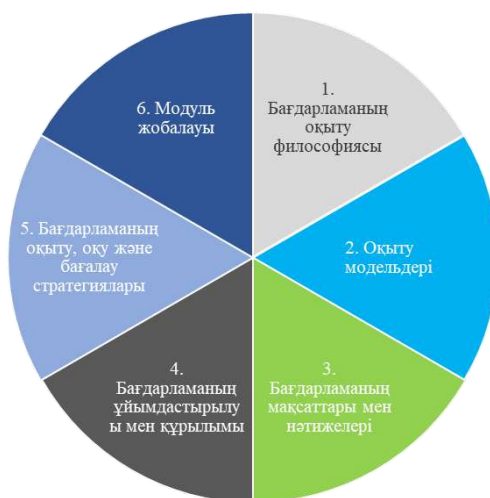
- Оқу бірлігінің (пәннің) құрылымы мен мазмұны;
- Оқыту бағдарламасының құрылымы мен мазмұны;
- Студенттерді оқыту тәжірибесі;

- Динамикалық және интерактивті оқыту және игеру процесі.

Оқыту мазмұнын жасауда бірқатар ұсыныстар мен кеңестер әр жылдары берілген (2014, 2019). Индустрия 4.0 дәуірінде қажетті технологиялық құзыреттіліктерге сәйкес ағымдағы оқыту мазмұнын жетілдіретін оқу бағдарламасының матрицасы ұсынылды (2019).

Оқыту мазмұны - бұл оқытудың жүргізілетін тілі мен табиғаты туралы пікір білдіру; ол мұғалімге де, оқушыға да нұсқаулық болып табылады, сонымен қатар, қол жеткізуге болатын кейбір мақсаттарды көрсетеді [12]. Яғни, білім мазмұнын айқындай отырып, нақты жүргізілетін тәртіп реті көрсетілетін жоспарын көрсете аламыз. Оқыту мазмұны дидактикалық және эксперименттік жағдайларда оқытушылар мен студенттердің өзара әрекеттесуін басқарудың негізі болып табылады [13].

Жақсы жүйеленген оқыту мазмұны оқытушыға да, білім алушыға да жол көрсетер нұсқаулық болып, жетістіктерге жеткізетіні анық. O.Geraldine [14] ұсынған ЖОО-ға арналған оқыту мазмұнын құру электронды кітабында бұл үдеріс бірнеше қадамнан тұрады (2-сурет).

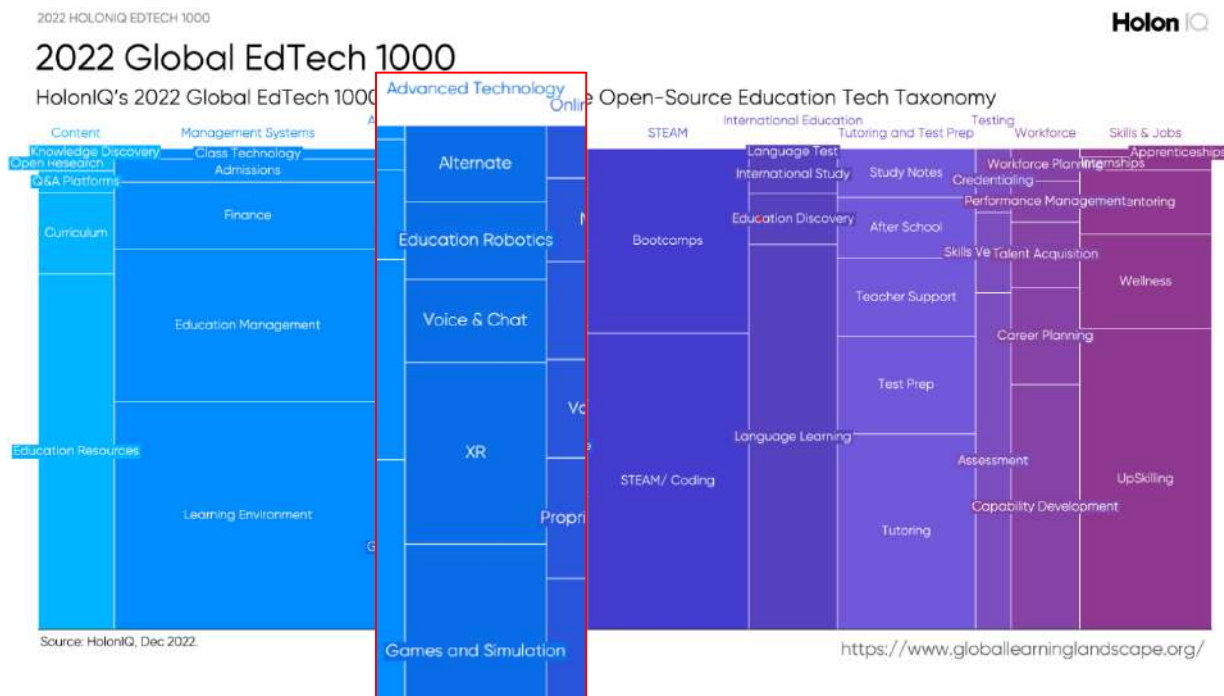


Сурет 2. Оқыту мазмұнын құру үдерісі

Алдымен оқыту мазмұнының өзектілігі және қажеттілігі анықталады. Оқыту мазмұнының философиясын анықтағаннан кейін, оқыту модельдерін зерттеп, мазмұнның нәтижелерін әзірлеуге алғашқы әрекеттен кейін оның компоненттерінің байланысы анықталады. Бағалау және оқытудың негізгі стратегиялары белгіленіп, үдерістің негізгі бөліктерінің бірі болып саналатын модельдерді жобалау нүктесіне жетеміз. Бұл өте маңызды себебі, сабақта онлайн және офлайн, аралас оқытуды ұсына отырып жасалатын оқыту мазмұнын құруға мүмкіндік береді. Оқытушының әрбір жаңа құралдар мен технологияның пайда болуы мен жаңаруынан хабардар болуы маңызды. Ізденіс пен керекті әзірлемелерді сұрыптау және тексеру уақыт алатыны белгілі. Сондықтан, осы мәселені шешуде HolonIQ интеллектуалды платформасының ұсынған ашық таксономиясы [15] таптырмас көмекші болары анық (3-сурет). Кестеде білім беру саласының кез келген категориясы бойынша ұяшықтар бейнеленген. Әрбір ұяшық ішінде соған сәйкес жаңа әзірлемелер көрсетілген, яғни оқытушы да білім алушы да сапалы технологиялармен жұмыс жасау мүмкіндігін алады. Платформаның бірден бір ерекшелігі – динамикалық өзгеріп отыруы.

Бұл қасиеті арқылы мұғалім тиімді құралдарды пайдалану арқылы оқыту үрдісін сапалы ете алады. 2022 жылғы таксономияға сәйкес оқыту мазмұнына қандай ерекшеліктерді енгізу қажеттілігін көре аламыз. Мысалы, дамыған технология (Advanced technology) бағаны бойынша балама, білім робототехникасы, дыбыс және чат, XR, ойындар және симуляция ұяшықтары ұсынылған. Аталған бөлімдер қазіргі таңда білім саласында өзекті және оқыту мазмұнына әсерін беретіні анық.

Информатиканы оқытудың мазмұны серпінді дамуды көрсететін көптеген функцияларды қамтуы керек және мамандарды осы салада жетістікке жету үшін қажетті соңғы білім мен дағдылармен жабдықтауы керек. Мұғалімнің оқыту әдісі студенттің жетістігіне тікелей әсер ететіні анық. Білім беру теориясының бастаушыларының бірі Джон Дьюи білім бір ұрпақтан келесі ұрпаққа зерттелушілерге ақпарат беру және оқушыларға осы ақпаратты қайта құру арқылы беріледі, бұл адамның осы жаңа ақпаратты түсінуін күшейтетінін айтты (1916). Конструктивистер студенттер жаңа білім алудың орнына білім құрастырады деп мәлімдейді.



Сурет 3. HolonIQ платформасының 2022 жылғы 1000 білім беру технологияларын ұсынған ашық таксономиясы

Білім берудегі конструктивизм - бұл адамдар өздерінің тәжірибесі мен өзара әрекеттесуі арқылы әлемді түсіну мен білуді қалыптастырады деп болжайтын оқыту теориясы. Конструктивизм бойынша студенттер мұғалімді тыңдау немесе бақылау жүргізіп ақпаратты алу арқылы саналы түрде ойлануы керек және осы бақылау арқылы оқушылар өздерінің білімдерін құрастырады [16]. HolonIQ ұсынған Дыбыс және Чат бөліміне сәйкес ChatGPT ботының мүмкіндігін қарастырайық. Бот жиналған мәліметтерден өзінің тұжырымдамасын құрастырады. Нәтиже бойынша эффективті оқыту мазмұнының ерекшеліктері бойынша құрылған граф-құрылымды ұсынамыз (4-сурет).

ChatGPT мүмкіндігін пайдалана отырып, зерттеу дағдысын қалыптастыруға болады. Оқыту мазмұны осындай конструктивистік іс- әрекетті модельдейтіндей мазмұнда болу қажет.

Зерттеу талқылаулары мен тұжырымдамалары

А.М. Пышкалоның анықтамасы бойынша оқытудың әдістемелік жүйесі оқыту мақсаттары, оқыту мазмұны, оқыту әдістері, оқыту формасы мен құралдары құрамдас бөліктер болып табылатын құрылым болып табылады(1975). Ғалым жүйенің компоненттері мен олардың өзара байланыстарының мәні мен мазмұнын ашуда көрінетін өзіндік ерекшелігі бар екенін атап өтті.

Жүйеге біріктірілген бірлікте және бір-бірімен ақылға қонымды үйлесімде оқытуды ұйымдастыру формалары жоғары оқу орнындағы оқу процесін, оның ішінде информатика мұғалімдерінің оқыту процесін оңтайландыруға, студенттердің кәсіби дайындық деңгейін тұрақты және дәйекті түрде арттыруға, оны әр студенттің тәрбиесімен және жеке дамуымен тығыз байланыстыруға мүмкіндік береді. Динамикалық өзгеріске сәйкес оқыту мазмұнын ұсыну арқылы сәйкесінше оқыту құралы, оқыту әдістері, оқыту мақсаттары да өзгеріске ұшырайды.

Әр түрлі алгоритмдер оқыту әдістерін таңдау кезінде оқу мазмұнының мақсаттары мен сипатын ескеруді қамтиды. Оқыту әдістерін таңдаудың барлық тәсілдердің мүмкіндіктерін ескере отырып, біз конструктивистік сипаттағы оқыту әдістерінің ауқымын белгілі бір жолмен шектейтін қажетті оқыту моделін таңдаймыз. Оқыту мазмұнының әрбір оқу элементін қарастырған кезде біз студенттің оған жаңа ақпаратты игеруін ғана емес, сонымен қатар оның негізінде кәсіби мәселелерді шешу жағдайына имитационды модельдеу немесе әлеуметтік оқыту модельдерін таңдаймыз. Мамандардың әртүрлі топтары үшін оқытудың нақты әдістерін таңдау материалды игерудің қажетті дәрежесімен тікелей байланысты.



Сурет 4. Эффе́ктивті оқыту мазмұнының граф-құрылымы

Оқыту мақсаттары, оқыту мазмұны, оқыту әдістері және оқыту құралдары сияқты элементтердің оңтайлы байланыстары мен өзара әрекеттесу жүйесі ғана оқытуды ұйымдастыру формаларының ең қолайлы жүйесін белгілейді. Студенттердің оқу жұмысын ұйымдастыру формасын таңдауға оқу мазмұнының қиындық, жаңашылдық дәрежесі, оқу құралдарындағы материалды ұсынудың толықтығы сияқты сипаттамалары да әсер етеді. Оқытуды ұйымдастыру формасын таңдау келесідей жүзеге асырылуы мүмкін. Тиісті ғылыми және әдістемелік материалды зерттегеннен кейін сабақтың түрін оның дидактикалық мақсаты, оқу процесінің жүйесіндегі орны бойынша анықтау, сондай-ақ оның құрылымын ұсыну қажет. Оқу іс-әрекетін ұйымдастырудың қандай да бір формасының құрылымын қалыптастыру материалды "үш мүше" формуласы бойынша бөлумен ғана байланысты емес: кіріспе (проблемалар мен міндеттерді қою) – негізгі бөлім (шешу процесі) – қорытынды (шешім мен салдардың нәтижесі), сонымен қатар негізгі бөлімді мақсаттар, мазмұн, әдістер мен құралдар тұрғысынан ойластырумен байланысты оқыту. Осылайша құрылған оқытуды ұйымдастыру нысаны мақсатты көзқарастарды, ғылыми білімнің құрылымын, таным әдістері мен құралдарын көрсетеді.

Болашақ информатика мұғалімдерінің ақпараттық-білім беру жүйелеріне оқыту құралдарын талдау кезінде олардың мамандандырылған дайындығы шеңберінде біз "оқыту құралдары" терминін тар мағынада түсінуден бастаймыз. Осы бағыттар бойынша оқыту студенттерде ақпараттық-білім беру жүйелерін жобалау мен іске асырудың практикалық дағдыларын қалыптастыруды ғана емес, сонымен қатар студенттерде формальды-семиотикалық және логикалық ойлау стилін қалыптастыруды көздейді.

Білім беру стандартында екі компонент ерекшеленеді — *инвариантты* (өзгермейтін) білім беру ядросы, ол салыстырмалы түрде сирек қайта қаралады және өзгереді, ал *вариативті* бөлігі — қоғамның сұраныстарына сай өзгеріске ұшырап отырады. Бұл бөлік жүйелі түрде жаңартылып, қайта қаралуды талап етеді. Сол себепті, оқытушы үнемі оқыту мазмұнын уақыт талабына сай жаңартып отыруы қажет.

Жоғарыдағы оқытудың әдістемелік жүйесіне сүйене отырып, біз информатика саласының динамикалық дамуын ескеретін оқыту мазмұнының құру ерекшеліктерін анықтадық.

Нәтижесінде келесі тұжырымдамаларға келдік:

1. «Оқыту мазмұны» түсінігін нақтылау. Оқытудың мазмұны оқытудың әдістемелік жүйесінің элементі болып табылады, осыған байланысты "оқыту мазмұны" ұғымы толығымен дербес дидактикалық мәртебеге ие.

2. Оқыту мазмұнының принциптерін таңдау. Әрі қарай, біз оқыту мазмұнын таңдау принциптері оқыту мазмұнын қалыптастыру кезіндегі қызметтің негізгі бағыттарын анықтайтын бастапқы ережелер деген көзқарасты ұстанатын боламыз. Оқыту мазмұнын таңдаудың жетекші принциптерін еске түсірсек: парадигмалық рефлексия принципі, мазмұнды игеру стратегияларын есепке алу принципі, білім беру семиотикасының құрамдас бөліктерін есепке алу принципі, оқыту мазмұнының құрылымдық бірлігі принципі және т.б.

Нәтижесінде: аталған принциптерді ескеру болашақ информатика мұғалімдерінің технологиялық дайындығын жақсартуға және кәсіби қызметтің жалпы білім беру және технологиялық білімінің негізін қалауға ықпал етуі керек.

3. Оқыту мазмұнын қалыптастыру кезінде біз басшылыққа алу керек мәселелерді қарастырдық:

- жылдам қарқынды дамудың тигізетін әсерін ескеру үшін информатиканың оқыту мазмұнының вариативті бөлігін өңдеу қажет.

- саланың дамуына байланысты терминология да белгілі бір уақыт аралығында өзгереді және тұрақталады. Сәйкесінше, оқыту мазмұнының инварианттық бөлігі де өзгеріске ұшырайды.

4. Оқыту құралдардың жаңартылып отыруы. Динамикалық өзгерістегі HolonIQ ашық таксономиясы арқылы қол жеткізу мүмкіндігі бар.

5. Практикалық дағдыларға назар аударатын, соңғы технологияларды енгізу, проблемаларды шешуге назар аудару, топтық жұмыс пен ынтымақтастықты біріктіру және практикалық жағдайлық зерттеулерді пайдалану арқылы оқыту мазмұны студенттерге информатиканың динамикалық және үнемі өзгеріп отыратын саласында табысқа жету үшін қажетті негізді қамтамасыз ете алады.

6. Оқыту мақсаты - конструктивтік білім ортасын, зерттеу дағдысын қалыптастыру. Студенттердің өзінің ойын, көзқарасын алға тарта алатындай пікірталас ұйымдастыру, өмірлік жағдаяттарды ұсынып шешу, эксперимент мен жобалық жұмыстар ұйымдастыру, түрлі оқыту әдістерін қолдану және білім алушыда өзіндік білім қалыптасатындай талқылау жасау және оқыту мазмұнына енгізу арқылы білім сапасын арттыру мүмкіндігі бар.

Қорытынды

Оқыту мазмұнын динамикалық дамуға сәйкес жетілдіру оқу үрдісін жақсарту үшін өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Зерттеу барысында оқыту мазмұнын жаңарту үшін ұсыныстар тереңірек зерттеліп көрсетілді. Бұл ерекшеліктер ең алдымен оқытушының жұмысын оңтайландыруға және білім алушының зерттеу қабілетін дамытуға мүмкіндік береді. Аталған HolonIQ платформасы бойынша конструктивтік сипаттағы талдаулар әлі де зерттеледі.

Алғыс айту

Бұл зерттеу OR 11465474 "Білім және ғылым жүйесін жаңғыртудың ғылыми негіздері" зерттеу тақырыбын бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру аясында Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрлігі Республикалық ғылыми-практикалық білім мазмұнын сараптау орталығы мен Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім Академиясы бірлесіп жүргізілді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Нурбекова Ж.К., Баймендинова А.Н. Оқыту барысында виртуалды объектілерді қолдануға жүйелі шолу. // ҚазҰПУ хабаршысы, «Физика және математика» сериясы – 2022. - №2 (78). -С.220-227 <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-7901.27>

2 <https://www.holoniq.com/>

3 Hutchinson, T. & Waters, A. (1987) *English For Specific Purposes: A Learning Centred Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.

4 Brumfit, C. J. (ed.) 1984. *General English Syllabus Design*. Oxford: Pergamon.

5 Long, M.H. and Crookes, G. (1992), *Three Approaches to Task-Based Syllabus Design*. *TESOL Quarterly*, 26: 27-56. <https://doi.org/10.2307/3587368>

6 D. Cordes, A. Parrish, B. Dixon, R. Borie, J. Jackson and P. Gaughan, "An integrated first-year curriculum for computer science and computer engineering," *Proceedings Frontiers in Education 1997 27th Annual Conference. Teaching and Learning in an Era of Change*, Pittsburgh, PA, USA, 1997, pp. 1354-1358 vol.3, doi: 10.1109/FIE.1997.632674.

7 Fraser, S.P., Bosanquet, A.M. (2006) *The Curriculum? That's just a unit outline, isn't it?* *Studies in Higher Education*, 31(3), 269-284.

8 Brame, C. J. (2019). *Spotlight 2. Considerations for Syllabus Writing*. *Science Teaching Essentials*, 49-53. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814702-3.00026-3>

9 Matloob Ellahi, R., Ali Khan, M. U., & Shah, A. (2019). *Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0*. *Procedia Computer Science*, 151, 699-708. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.093>

10 Riviere, J., Picard, D., & Coble, R. (2014). *Syllabus Design*. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/syllabus-design/>.

11 Felleisen, M., Findler, R., Flatt, M., & Krishnamurthi, S. (2004). *The structure and interpretation of the computer science curriculum*. *Journal of Functional Programming*, 14(4), 365-378. doi:10.1017/S0956796804005076

12 Roberto Rabbini *An Introduction to Syllabus Design and Evaluation //The Asian Conference on Education / ACE 2020 Surviving & Thriving: Education in Times of Change. Tokyo, Japan / March 29-31, 2020*

13 Wagner, Jamie & Smith, Kathryn & Johnson, Chris & Hilaire, Michelle & Medina, Melissa. (2022). *Best Practices in Syllabus Design. American Journal of Pharmaceutical Education. 8995. 10.5688/ajpe8995.*

14 O'Neill, G. (2015). *Curriculum Design in Higher Education: Theory to Practice, Dublin: UCD Teaching & Learning. ISBN 9781905254989 <http://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLP0068.pdf>*

15 https://assets-global.website-files.com/620ed79721f9271deec09721/63c49555ab4c864831c40b15_Screenshot%202023-01-15%20at%2018.07.35.png

16 Alanazi, Ahmed. (2019). *A Critical Review of Constructivist Theory and the Emergence of Constructionism.*

References:

1 Nurbekova Zh.K., Baymendingova A.N.(2022) *Okytu barysynda virtualdy obyektilderdi қoldanuga zhuyeli sholu[A systematic review of the application of virtual objects in learning]. // ҚазҰПУ habarshysy, «Fizika zhane matematika» serijasy. №2 (78), 220-227. (In Kazakh) <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-7901.27>*

2 <https://www.holoniq.com/>

3 Hutchinson, T. & Waters, A. (1987) *English For Specific Purposes: A Learning Centred Approach. Cambridge: Cambridge University Press.*

4 Brumfit, C. J. (ed.) 1984. *General English Syllabus Design. Oxford: Pergamon.*

5 Long, M.H. and Crookes, G. (1992), *Three Approaches to Task-Based Syllabus Design. TESOL Quarterly, 26: 27-56. <https://doi.org/10.2307/3587368>*

6 D. Cordes, A. Parrish, B. Dixon, R. Borie, J. Jackson and P. Gaughan, "An integrated first-year curriculum for computer science and computer engineering," *Proceedings Frontiers in Education 1997 27th Annual Conference. Teaching and Learning in an Era of Change, Pittsburgh, PA, USA, 1997, pp. 1354-1358 vol.3, doi: 10.1109/FIE.1997.632674.*

7 Fraser, S.P., Bosanquet, A.M. (2006) *The Curriculum? That's just a unit outline, isn't it? Studies in Higher Education, 31(3), 269-284.*

8 Brame, C. J. (2019). *Spotlight 2. Considerations for Syllabus Writing. Science Teaching Essentials, 49-53. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814702-3.00026-3>*

9 Matloob Ellahi, R., Ali Khan, M. U., & Shah, A. (2019). *Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0. Procedia Computer Science, 151, 699-708. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.093>*

10 Riviere, J., Picard, D., & Coble, R. (2014). *Syllabus Design. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/syllabus-design/>.*

11 Felleisen, M., Findler, R., Flatt, M., & Krishnamurthi, S. (2004). *The structure and interpretation of the computer science curriculum. Journal of Functional Programming, 14(4), 365-378. doi:10.1017/S0956796804005076*

12 Roberto Rabbini *An Introduction to Syllabus Design and Evaluation //The Asian Conference on Education / ACE 2020 Surviving & Thriving: Education in Times of Change. Tokyo, Japan / March 29-31, 2020*

13 Wagner, Jamie & Smith, Kathryn & Johnson, Chris & Hilaire, Michelle & Medina, Melissa. (2022). *Best Practices in Syllabus Design. American Journal of Pharmaceutical Education. 8995. 10.5688/ajpe8995.*

14 O'Neill, G. (2015). *Curriculum Design in Higher Education: Theory to Practice, Dublin: UCD Teaching & Learning. ISBN 9781905254989 <http://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLP0068.pdf>*

15 https://assets-global.website-files.com/620ed79721f9271deec09721/63c49555ab4c864831c40b15_Screenshot%202023-01-15%20at%2018.07.35.png

16 Alanazi, Ahmed. (2019). *A Critical Review of Constructivist Theory and the Emergence of Constructionism.*

Н.Т. Ошанова^{1*}, Г.Б. Нұрбекова², И.Т. Салгожа¹

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

²Қазақстандағы ICU Халықаралық коучинг қауымдастығы, Астана қ., Қазақстан

*e-mail: nurzhamal_o_t@mail.ru

КОУЧИНГ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ДАЯРЛАУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ

Аңдатпа

Мақалада информатика мұғалімдерін даярлауда коучинг технологиясын қолдану мүмкіндіктері қарастырылып, коучингтің негізгі құралдары, сондай-ақ коучингтің инновациялық білім беру технологиясы ретіндегі перспективалары сипатталады. Коуч-жаттықтырушы болашақ информатика мұғалімінің алға қойған мақсатына, қажетті нәтижеге жетуіне не кедергі болатынын анықтауға, белгілі бір жағдайда өзекті коучинг құралдарын пайдалана отырып, табысқа жету қадамдарын анықтауға көмектеседі. Мақалада қазақстандық білім беруде коучингті пайдалану тәжірибесі талданады. Зерттеу барысында педагогикалық практика нәтижелері бойынша студенттерге сауалнама жүргізілді. Сауалнамаларды талдау барысында студенттер, яғни болашақ информатика мұғалімдері өз қабілеттеріне сенімді емес және кәсіби қызметті жүзеге асыруда белгілі бір қиындықтарға тап болатынын көрсетті. Коучинг технологиясын қолдана отырып, болашақ информатика мұғалімдерін даярлауға ұсынылған тәсіл студенттердің өзіне деген сенімділігін, мақсаттар қою және оларға қол жеткізуді жоспарлау қабілетін, сабақта оқушыларды басқару дағдыларын дамытуды, коммуникативтік дағдыларды жетілдіруді қамтамасыз етеді. Мұның бәрі болашақ информатика мұғалімдеріне табысты және кәсіби қызметіне сенімді болуға көмектеседі.

Түйін сөздер: коучинг, коучинг құралдары, білім беру, білім берудегі инновациялық құралдар, информатика мұғалімі.

Аннотация

Н.Т. Ошанова¹, Г.Б. Нурбекова², И.Т. Салгожа¹,

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

²Международная ассоциация коучей ICU в Казахстане, г. Астана, Казахстан

КОУЧИНГ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ

В статье рассматриваются возможности использования технологии коучинга в подготовке учителей информатики, описываются основные инструменты коучинга, а также перспективы коучинга как инновационной образовательной технологии. Коуч-тренер помогает определить, что мешает будущему учителю информатики достичь поставленной цели, желаемого результата, помогает в определении шагов к успеху, используя при этом инструменты коучинга, актуальные в определенной ситуации. В статье анализируется опыт использования коучинга в казахстанском образовании. В ходе исследования был проведен опрос студентов по результатам педагогической практики. Анализ анкет показал, что студенты, будущие учителя информатики, не уверены в своих силах и испытывают определенные трудности в осуществлении профессиональной деятельности. Предложенный подход к подготовке учителей по информатике с использованием технологии коучинга обеспечит развитие у студентов уверенности в себе, умения ставить цели и планировать их достижение, навыков управления учащимися на уроке, совершенствования коммуникативных навыков. Все это может помочь будущим учителям информатики стать более успешными и уверенными в своей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: коучинг, инструменты коучинга, образование, инновационные инструменты в образовании, учитель информатики.

Abstract

COACHING AS AN INNOVATIVE TOOL FOR PREPARING INFORMATICS TEACHERS

Oshanova N.T.¹, Nurbekova G.B.², Salgozha I.T.¹,

¹Abai Kazakh National Pedagogical University named after, Almaty, Kazakhstan

²International Association of ICU Coaches in Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

The article explores the possibilities of using coaching technology in the training of informatics teachers. It describes the main coaching tools and discusses the prospects of coaching as an innovative educational technology. A coach-trainer

helps identify obstacles preventing future informatics teachers from achieving their goals and desired outcomes. They assist in defining steps to success using relevant coaching tools for a specific situation. The article analyzes the experience of coaching implementation in the education system of Kazakhstan. During the research, a survey was conducted among students based on their pedagogical practice results. The questionnaire analysis revealed that future informatics teachers lack confidence and encounter difficulties in their professional activities. The proposed approach to informatics teacher training using coaching technology aims to develop students' self-assurance, goal-setting and planning skills, student management abilities during lessons, and improvement of communication skills. All of these aspects can help future informatics teachers become more successful and confident in their professional endeavors.

Keywords: coaching, coaching tools, education, innovative tools in education, informatics teacher.

Кіріспе

Жоғары білім беру жүйесін реформалаудың қазіргі кезеңінде болашақ мұғалімдерді оқыту мен тәрбиелеуді басқарудың жаңа заманауи технологияларын іздеу қажеттілігі туындады. Педагогикалық жоғары оқу орнын бітірушінің арнайы дайындығына (пәнді және оқыту әдістемесін білуге) ғана емес, оның жеке қасиеттері мен жетістіктерін бағалауға да жоғары талаптар қояды. Өзін-өзі дамытуға, жаңа техниканы, технологияны, жұмыс әдістерін игеруге дайындық бірінші орында. Заманауи білім берудің мақсаты білім алушылардың ұтқырлығын, жаңа технологияларды меңгеру, жетіспейтін ресурстарды іздестіру және пайдалану, өзін-өзі тәрбиелеу, білімді өз бетімен меңгеру қабілетін қамтамасыз ететін білім берудің табиғи функцияларын ояту. Сонымен қатар өзін-өзі тәрбиелеу мәселесі де ерекше өзектілікке ие. Білім алушылардың оқу іс-әрекетінің бұл бөлігі осы әрекетке сәйкес жаңа инновациялық технология негізінде ұйымдастырылса, онда оқу-тәрбие процесінің сапасын арттыруға мүмкіндік береді. Осыған байланысты білім алушының жеке мүмкіндіктері мен қабілеттерін ашуға негізделген жоғары педагогикалық білім беруді даралаудың перспективалы бағыттарының бірі ретінде коучинг тәсілін атап айтуға болады.

Коучинг дегеніміз не? Коучинг – бұл басқа салада бұрыннан белгілі, білім беру саласына енді қолданылып жатқан әдіс. Коучингтің бастаушысы Гарвард университетінің профессоры және спортшы Тимоти Голуэй /Timothy Gallwey/. Коучинг – бұл адамның қалаған мақсаттарға жету жолында қозғалысын жеңілдететін ортаны (әңгімелесу және мінез-құлық арқылы) жасау өнері. Т.Голуэйдің өзінің еңбегінде коучингті «адамның мүмкіндігін оның тиімділігін арттыру мақсатында ашу технологиясы» деп анықтады [1].

ICF (Халықаралық коучинг федерациясы) коучингті келесідей анықтайды «Клиенттің ойы мен шығармашылығын ынталандыратын серіктестік процесі, онда ол коуч-тренер көмегімен өзінің жеке және кәсіби әлеуетін барынша арттырады» [2]. Басқаша айтқанда, коучинг басқа адамға А нүктесінен В нүктесіне жетуге көмектесу. Адамның ішкі әлеуетін белсендіретін арнайы сұрақтар арқылы қалаған нәтижеге жету қадамдарын анықтау, іске асыруға көмектесу.

Коучинг – жоспарланған нәтижеге жетуде білім алушының ішкі ресурстарын жаңартудың инновациялық технологиясы. Коучинг сонымен қатар білім алушылардың жеке дамуы мен оқытудағы инновациялық қолдау технологиясы болып табылады, бұл әсіресе білім алушыға бағытталған білім беру жағдайында маңызды. «Коуч» терминін 20 ғасырда Томас Леонард мақсатқа жету үшін кеңес беру термині ретінде енгізген [3].

Қазіргі уақытта коучинг шетелде өте кең тараған. Ол тек спортта ғана емес, бизнесте, экономикада, саясатта, білім беруде және адам қызметінің басқа да маңызды салаларында қолданылуда. Коучинг – ішкі әлеуетті жұмылдыру, қажетті қабілеттерді дамыту және жаңа дағдыларды қалыптастыру арқылы адамға оңтайлы уақытта маңызды мақсаттарға жетуге көмектесетін консультативтік қолдаудың бір түрі. Коучинг оқыту үдерісіне жаңа көзқарас құруға, интерактивті элементтерді енгізуге, мұғалімдер үшін де, оқушылар үшін де жаңа мағына беруге, нәтижеге деген ынта мен жауапкершілікті арттыруға мүмкіндік береді.

Әдіснама. Қазіргі уақытта көптеген табысты адамдар, кәсіпкерлер, ірі корпорациялардың топ-менеджерлері коуч-тренерлерге жүгінеді.

Коучинг қолданылу саласына байланысты келесі түрлері бар:

- Өмірлік коучинг – бұл ұғым өте кең, өйткені ол өмірдің барлық дерлік салаларын қамтиды: жеке тиімділікті арттыру, отбасын құру және әртүрлі қарым-қатынастар, физикалық жағдайды жақсарту және жеке өсу.

- Бизнес коучинг – келесі аспектілерді қамтиды: бизнесті ашуға, жылжытуға және кеңейтуге көмектесу, сонымен қатар қызметкерлер мен менеджерлерді оқыту.

- Мансап бойынша коучинг – бұл клиенттің бұрын тартылмаған жасырын қабілеттері мен ресурстарын анықтауға көмектесетін оқыту түрі. Сондай-ақ лайықты жұмыс табуға және мансап құруға көмектесу.

Бұл негізгі классикалық классификация.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Мақсаты: Білім беру жүйесінде коучинг құралдарын пайдалану мүмкіндіктерін зерттеу. Білім беру жүйесінде оқытудың тиімділігін арттыру құралы ретінде коучингті екі бағытта қолдануға болады:

1) коучингтің көмегімен мұғалім өз мамандығы бойынша қай жерде даму керектігін және өзінің педагогикалық шеберлігін қалай жетілдіру керектігін жақсы біледі;

2) мұғалім оқудағы белсенділігін, саналылығы мен жауапкершілігін арттыра отырып, білім алушылар арасында авторлық позицияны танытуға көмектеседі.

Әдіснама: педагогикалық қызмет саласындағы педагогтардың шетелдік және отандық әдістемелік тәжірибесін талдау және жүйелеу. Коучинг және коучинг құралдарын білім беруде пайдалану мүмкіндіктері зерттелген 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.

Н.А. Зырянованың айтуынша, оқытудағы коучингтің мақсаты – білім білім алушыға белсенді және саналы түрде білім алуға көмектесу, олардың өз бетінше білім алу ниетін қолдау, олардың әлеуетін барынша арттыруға, дағдыларын дамытуға, оқу міндеттерін жақсы орындауға және соның нәтижесінде алға қойылған мақсатқа жетуге көмектесу [4].

«Коучинг» ұғымының классикалық интерпретациясын шындыққа негізделген кейбір нақтылаулармен қолданамыз. Біздің зерттеуіміздегі коучинг – бұл тұлғаның маңызды мақсаттарына жетуге, жоспарлаудың тиімділігін арттыруға, ішкі әлеуетті жұмылдыруға, қажетті дағдыларды дамытуға, нәтиже алудың озық технологияларын меңгеруге бағытталған оқытудың өзара әрекеттестік технологиясы [5]. Қазіргі таңда көптеген коучинг мектептері мен коучинг түрлері бар. Коучинг негізін салушылар қатарында Тимоти Галуэй, Т.Дж.Леонард, Дж.Уитмор және т.б. Коучингте психологиялық аспект өте маңызды рөл атқарады. Коучинг психологияда, білім беруде белсенді түрде қолданылады, бірақ әлі де іскерлік қызмет аясында басымдырақ болып табылады.

Коуч-тренер тек клиентке қажетті жауаптарды, шешімдерді өз ішінде табуға бағыттайды және көмектеседі. Коучинг тәсілі күшті алға ұмтылуға жаңа серпін береді, бірақ, кеңес беруден айырмашылығы, арнайы білім бермейді. Кеңес беруде маман өзінің жеке тәжірибесімен, ақпаратымен және білімімен бөліседі. Ал коуч-тренер клиентті шешімдерді өзі қабылдап, мақсатқа жетудің нақты анықталған қадамдарын өзі анықтауға бағыттайды.

Коучингтің менторлықтан айырмашылығы жалпы дамудың орнына нақты анықталған мақсаттарға жетуге бағытталған.

Ал тәлімгерліктен айырмашылығы, коучинг икемді және өзгермелі және ол әртүрлі салаларда қолданылады: бизнестен денсаулыққа және жеке дамуға дейін.

Жеке коуч-тренердің болуы нәтиже мен табысқа жету жолын айтарлықтай қысқартады. Қазіргі уақытта көптеген табысты адамдар, кәсіпкерлер, ірі корпорациялардың топ-менеджерлері коуч-тренерлерге жүгінеді.

Коучинг пен кеңес беруді кез келген тақырып пен бағытта, соның ішінде білім беру саласында қолдануға болады. Қоғамдық өмірдің басқа салаларындай білім беру саласы да дер кезінде жаңғыртуды қажет етеді және заманауи технологиялар мен жаңа тәсілдерді қолдануы керек. Осы саладағы инновациялық шешімдердің бірі мұғалімдер мен білім алушыларға оқу нәтижелеріне оң әсер ететін жаңа мүмкіндіктер мен идеялар беретін білім беруде коучинг құралдарын қолдануда оның принциптерін ескеру қажет.

Коучингтің негізгі принциптері: барлық адамдарда күнделікті өмірде көрсететін ішкі қабілеттерге қарағанда әлдеқайда үлкен ішкі қабілеттер бар; сәтсіздіктен емес, табыстан үйрену; мәселеге емес, оны шешуге назар аудару; бағдарлық: бүгіннен болашаққа (өткен шақ жоқ) (1-сурет); барлық жауаптар адамның ішінде – адам өзін бағалайды, сыртқы кеңес пен бағалау қажет емес. Бұл принциптер

мақсатты анықтауға, жоспар құруға, әрекетке көшуге, шабыттандыруға, ынталандыруға, қобалжудан арылуға көмектеседі. Ол адамдардың күшті жақтарын ашады, ең жақсы жеке нәтижеге жету үшін оларға жеке кедергілер мен шектеулерді жеңуге көмектеседі; оларды топ мүшелері ретінде тиімді жұмыс істеуге ынталандырады.



Сурет 1. Коучингтің негізгі принциптерінің бірі

Коучинг Милтон Эриксонның бес принципіне негізделген [6]:

Бірінші – барлық адамдарда бәрі «жақсы». Барлығы «ОК». Көбінесе біз өзімізді, әрекеттерімізді «дұрыс емес» немесе басқа адамдарды «қалыптан тыс/ауытқуы бар» деп санаймыз. Міне, біз өзімізбен жұмыс істеуді тоқтатамыз, бас тартамыз немесе басқа адамды түсінуден, онымен қарым-қатынас орнатудан бас тартамыз. Эриксонның бірінші қағидасы бойынша априори біз бәріміз қалыптымыз/жақсымыз, бәрі «ОК». Сіз өмірлік қиындықтарды, сәтсіздіктерді балалық шақтағы жарақаттармен немесе ащы өмір тәжірибесінен туындаған таңқаларлық нәрселермен ақтамауыңыз керек. Дәл осындай принцип басқа адамдарға да қатысты - оларда бәрі жақсы, дәл қазір біз оларды түсіне алмаймыз немесе мұны істегіміз келмейді.

Екінші – сізде мақсатқа жету үшін қажет нәрсенің /ресурс/ бәрі бар. Әрбір адамның (оның ішінде сізде) сыртқы (ақша, байланыс, адамдар және басқа да материалдық және ақпараттық ресурстар) және ішкі (тәжірибе, білім, дағдылар, таланттар) барлық қажетті ресурстар бар. Бұл принципті білу сізге дәл қазір қалаған нәрсеге қол жеткізе алмауыңыздың барлық мүмкін болатын «себептерін» жоюға мүмкіндік береді, сонымен қатар мақсаттарыңызға жетуге және «Дәл осы жерде» және «қазір» бақытты болуға көмектеседі. Әр адамда өз мәселесін шешуге қажетті ресурстың бәрі бар. Бұл ұстаным адамның әлеуеті зор екенін, ең бастысы оны аша білу екенін білдіреді.

Үшінші – барлық адамдар оң ниетпен қозғалады. Әр адам тек өз игілігі үшін әрекет етеді. Ешкім өзіне зиян келтіргісі келмейді. Адамның табиғаты кез келген әрекетінің мақсаты – өзіне жақсылық тілеу екендігінде. Осылайша, адамдардың әрекеттері, тіпті басқаларға зиян келтіретін әрекеттері бастапқыда теріс зарядты алып жүрмейді. Мәселе мынада, адамдар мақсатқа жету үшін әрқашан экологиялық таза жолды таңдай бермейді. Бірақ мұны түсіну адамның әрекетінің себебін жақсы түсінуге және онымен ортақ тіл табуға мүмкіндік береді. Біздің әрбір әрекетіміздің негізінде ниет оң болуы қажет, тек жақсы ойлар, жақсы ниеттер болуы керек.

Төртінші – әрқашан өзгерістер болары сөзсіз, біз одан қаша алмаймыз. Бұл қағидада біз кез келген өзгерістерге қарсы тұрмауымыз керек, өйткені олар бәрібір болады және олар біздің дамуымызға ықпал етеді. Бәрі өзгереді, біз өзгереміз. Тағы бір нәрсе - қай бағытта? Жалпы жағдайда бізде әрқашан таңдау бар: Бірде жоғары - бақыт, сәттілік, махаббат, өз таланттарын дамыту, басқа адамдар мен Әлемнің игілігі үшін; Не төмен – қайғыру, реніш, ашу, ауру, жалғыздық т.б.

Бесінші – біз әрқашан ең жақсы таңдау жасаймыз, біз таңдаған шешім көп шешімнің ішіндегі ең жақсысы. Өткенге көз жүгіртсек, біздің тарапымыздан атқарылған істер мен шешімдер көп. Көбінесе біз бұл әрекеттер мен шешімдерді қате деп бағалаймыз. Дегенмен, біз қандай шешім қабылдасақ та, сол нақты жағдай үшін және сол сәтте біз үшін ең жақсы шешім екенін мойындау маңызды. Сондықтан ешкімді сөгуге немесе айыптауға болмайды. Бұл принцип мәселені шешудің барлық мүмкін нұсқаларын салыстыра отырып, барлық артықшылықтар мен кемшіліктерді бағалай отырып, біз ең жақсысын таңдаймыз дейді. Бұл принцип бойынша біз кінәліні іздемей, ренжімей қорытынды жасап, тек алға жылжимыз. Біз таңдаған шешім – ең жақсы шешім.

Коуч-тренер жұмыстың осы негізгі қағидалардың орындалуын қамтамасыз ете отырып, өзінің коуч құралдары мен бағдарламаларын әрбір білім алушыға жеке таңдайды.

Кәсіби-педагогикалық білім берудің алдында тұрған тағы бір маңызды мәселе – болашақ мұғалімдердің өзін-өзі дамытуға дайындығын қалыптастыру. Білім алушы ұмтылуы тиіс өзін-өзі дамыту мақсаттарын анықтау – өте күрделі міндет. Білім алушы коуч-мұғаліммен бірлесе отырып, өзінің жеке мақсаттарын анықтай алуы, оқу іс-әрекетінің не үшін қажет екенін түсінуі, мамандығы

бойынша өзі туралы ойлануы және өз ісінде қандай биіктерге қол жеткізгісі келетінін түсінуі өте маңызды.

Коучинг әдістерін пайдалану және оқыту процесінде білім алушымен арнайы жұмыс ең алдымен заманауи мұғалімнің кәсіби дайындығында талап етілетін, олардың мақсат қою, жоспарлау және мақсатқа жету дағдыларын қалыптастыруды қамтамасыз ету үшін қажет. Бұл дағдыларды меңгертуде коучингтің келесі принциптеріне сүйенуге болады.

Коучингтің негізгі принциптері:

- болашаққа бағдарлау (коучинг болашақта дамуға, мақсат қоюда дұрыс бағытты таңдауға негізделген);

- дербестік (коучингтің негізгі міндеті - өзін-өзі дамытуға және нәтижелерді арттыруға көмектесу);

- даралық (әр адам өзінің табиғи мүмкіндіктеріне сүйене отырып, өз бетінше мақсат құруы керек);

- мақсаттарды нақты анықтау (бұл принцип белгілі бір уақыт шеңберінде материалистік мақсатты тұжырымдау қажет екендігіне негізделген);

- жеке мотивация (бұл принцип алға қойылған мақсаттарға жету жолын анықтайтын тиімді мотиваторларды табуға көмектеседі).

Коучинг технологиясын қолдану кезінде жеке мақсаттарды қоюға (анықтауға) және оларға жету жоспарын құруға ерекше назар аудару керек. Коуч болашақ мұғаліммен бірге аралық мақсатқа жету процесін үнемі қадағалап, әр кезеңнен кейін орындалатын жетістікті бағалауы қажет.

Е.И. Рогов айтуынша, білім берудегі коучингтің мақсаты білім алушыларға саналы түрде білім алуға, білімді қызығушылықпен меңгеруге, олардың әлеуетін мүмкіндігінше ашуға, барынша арттыруға, іскерліктер мен дағдыларды дамытуға, бағдарламаны тиімдірек меңгеруге және тапсырмаларды орындауға көмектесу болып табылады [7].

Білім беруде тұлғаға бағдарланған оқыту идеялары қарқынды дамып келеді, оның ішінде олар көптеген елдердің білім беру стандарттарында білім алушыны өз ойын еркін жеткізе алатын, оқығанынан ой қорыта алатын тұлға дайындау қажет делінген. Осыған орай, оқу-тәрбие жұмысында тұлғаға бағытталған білім беруді жүзеге асырудың практикалық технологияларын, сондай-ақ педагог кадрларды даярлау жүйесін дамыту біздің елде де біршама қалыптасып келеді. Сондықтан коучингті оқу-тәрбие үдерісін жаңғыртудың тиімді құралы ретінде қарастыруға болады, өйткені ол тәжірибеде тексерілген, өзара әрекеттестік жүйесі.

Мемлекеттік білім беру стандартында бекітілген негізгі жалпы білім берудің негізгі білім беру бағдарламасын меңгеру нәтижелеріне қойылатын талаптар, сонымен қатар, білім берудің мақсаттарын өз бетінше анықтау мүмкіндігін қамтитын мета-пәндік талаптар білім алушыдан белсенділік, әртүрлі жағдайларда сәтті стратегияларды таңдау және оқу іс-әрекетін өз бетінше жоспарлау және жүзеге асыру, сонымен қатар жеке білім беру бағытын құра алуды талап етеді. Ал, білім беруде коучинг технологиясын пайдалану білім алушыларға осы дағдыларды игеруде тиімді құрал болып табылады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Алматыда өткен Erickson Coaching International ұйымының ашық отырысында коучинг шекарасы кеңейтіп, кәдімгі іскерлік ортадан шығып, бірте-бірте білім беруде тамыр жайып келе жатқандығы айтылды. Қазақстандық білім беру жүйесіне келетін болсақ, оған коучинг бұрыннан енгізілген және соның бір мысалы – Назарбаев мектептерінде мұғалімдермен және кураторлармен белсенді жұмыс жүргізіліп келеді. Қазақстанда коучинг 2003 жылы тарай бастады, алғашқыда оның не екенін көп адамдар түсіне бермеді. Бірақ кейін кәсіби коуч-тренерге дейін жеткен «алғашқы коуч тренерлер» де болды. Қызығушылықтың екінші толқыны 2007-2008 жылдары бизнес қауымдастықтан келді, бірте-бірте менеджерлер белгілі бір құралдарды пайдалана бастады [8].

Қазіргі білім беруде білім алушылардың оқу-кәсіби бағдарын арттыру құралы ретінде коучинг әдістерін дамытуға жағдай жасау қажет. Коучинг әдістерін қолдану кезінде адам әрқашан белсенді тұлға, өз білімінің кез келген процесінің бастамашысы ретінде әрекет ететінін есте ұстаған жөн [9].

Осыған орай Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті өз қызметкерлеріне 2021-2022 ж. оқу жылында «Білім берудегі коучинг» атты біліктілікті арттыру курсының ұйымдастырды.

Курс барысында білім беруде, білім беру жүйесіндегі басқару ісінде қажетті коучинг құралдарымен танысып, өз білімдерін арттырды. Коучинг құралдары – бұл маманның мақсатқа жету үшін қолданатын құралдары. Коучинг әдістері мен құралдарының айырмашылығы туралы айтатын болсақ: әдіс - бұл клиентпен жұмыс түрі, ал құрал арқылы коуч-тренер мақсатқа қол жеткізеді. Коучинг сессия кезінде

білім беруде қолданылатын коучинг құралдарын пайдаланудың қыр-сырымен танысып, тәжірибе алмасты. Атап айтсақ:

«Сұрақ-жауап» әдісі – коучингте кең тараған. Бұл әдістің негізгі құралдары бірнеше түрдегі сұрақтар болып табылады:

Жабық – нақты жауаптарды қамтамасыз етіңіз, иә/жоқ жауаптар: «Сіз нешедесіз?», «Сізге жұмысыңыз ұнай ма?» және т.б.

Ашық – нақты жауап алуды білдірмейді. Клиентке өзі, мансабы және т.б. туралы еркін сөйлесу мүмкіндігін беру.

Сұрақ қою – бұл сұрақтар клиенттің түсінігін тексеру үшін қойылады: «Мен мұны дұрыс түсінемін бе ...?».

Клиентке – бірнеше жауаптардың болуын қамтамасыз ету.

«... болса ше?» Бұл жағдайда коуч-тренер клиенттің күмәнімен жұмыс істейді. Мысалы, адам: «Менде бұған ... жоқ», «Бұл идея ешкімге ұнамайды» дейді. Коуч-тренер: «Егер сіз ... тапсаңыз ше?», «Егер сіздің идеяңыз біреуге ұнаса ше?» деп сұрауы мүмкін. Осының арқасында адам өзінің сенімсіздігі мен теріс пікірмен қарамауды үйренеді, мәселелерді шешудің жаңа жолдарын табады.

Коучингтің бұл әдісі клиентке оны шешу жолында отырып, жағдайды өз бетінше бағалауға және сипаттауға көмектеседі. Кейде адам маманға сұрақ қойғысы келеді және сұрақты құрастыру кезінде оған жауап келеді. «Сұрақ-жауап» дәл осындай фокусқа ие. Коуч-тренер жетекші адамға оны шешуге біркелкі апаратын сұрақтар қояды.

GROW моделі – мақсаттарға жету әдістемесі болып табылады, мұнда (2-сурет):

G (Goal) – Мақсат. Мақсаты: Біз неге қол жеткізгіміз келеді? Мақсат – бұл адам қол жеткізгісі келетін соңғы нүкте. Мақсат өте анық белгіленуі керек – оған жеткен адам оны бірден түсінеді.

R (Reality) – шындық. Шындық: қазір не бар? Шындық – қазіргі жағдай. Мәселе неде, мақсат қаншалықты алыс?

O (Options) – параметрлер. Мүмкіндіктер: қандай мүмкіндіктер бар, қалаған нәрсеге жетудің қандай жолдары бар?

W (Way Forward) – алдағы жол. Әрі қарайғы қадамдар. Мүмкіндіктер мақсатқа жету үшін қажетті әрекеттерге айналуы керек [10].



Сурет 2. GROW моделі

SCORE моделі ойлауды мәселеден шешімге ауыстыруға көмектеседі. SCORE моделі - мәселелерді шешу және мақсаттарға жету үшін ақпарат жинаудың әмбебап әдісі. Бұл жағдайды сұрыптауға және ағымдағы күйден қажетті күйге қалай өту керектігін түсінуге көмектеседі. Модельді 1987 жылы нейролингвистикалық бағдарламалау бойынша сарапшылар Роберт Дилтс пен Тодд Эпштейн жасаған.

SCORE моделі психологияда, копирайтингте, бизнесте, коучингте, клиенттермен кез келген жұмыста, күнделікті мәселелерді шешуде, мақсат қоюда, перспективаларды талқылауда т.б. қолданылады. Клиенттермен жұмыс істеуде SCORE моделін қалай пайдалануға болады? Алдымен «белгілерді» анықтаймыз, сосын себептерін анықтаймыз, содан кейін біз қажетті нәтижелерді анықтаймыз, ресурстарды түгендеп, ұзақ мерзімді перспективада мәселені не шешетінін анықтаймыз.

SCORE:

S (*symptoms*) – белгілер. Не дұрыс емес?

C (*causes*) – себептері. Неге олай?

O (*outcomes*) – нәтижелер. Мәселені шешкеннен кейінгі идеалды сурет (қалай болды - қалай болуы керек).

R (*resources*) – ресурстар. «Симптомдарды» қалай жоюға болады, мәселені қалай шешуге болады?

E (*effects*) – әсерлер. Егер сіз қалаған нәрсеге қол жеткізе алсаңыз, не болады? Ұзақ мерзімді пайдасы қандай?

SMART моделі. Мәселені қалай шешуге керектігін білмеген уақытта, мақсатқа жетуді неден бастау керектігін түсіну үшін SMART моделін пайдалануға болады. Бұл әдіс өмірдің әртүрлі салаларында қолдануға болатын әмбебап әдіс. SMART-талдау сізге жеке (қысқа, орта немесе ұзақ мерзімді жоспарды) жоспарлауда әрі қарай даму жолын және олардың басымдылықтарын анықтауға көмектеседі. SMART технологиясы бизнесте де өте тиімді. Ол компанияларды басқаруда белсенді қолданылады. Бұл әдісті нәтижені болжауға болатын жағдайларда қолданған жөн. SMART – бұл қойылған мақсаттың 5 белгісі:

Specific – нақтылық. Мақсат нақты және түсінікті болуы керек, ол процесс емес, нәтиже болуы керек. Оны мүмкіндігінше анық көрсету қажет.

Measurable – өлшенетін. Бұл критерийсіз мақсатқа қол жеткізудегі прогресті қадағалау, жетістік процесін кезеңдерге, ішкі мақсаттарға бөлу және сәйкесінше мотивацияны сақтау мүмкін емес. Мақсатты мәре сызығында қол жеткізу қажет нақты сандық көрсеткіш түрінде көрсетіңіз.

Achievable – қол жеткізуге болатын. Мақсат қоймас бұрын, оған жетудің жолы бар екеніне көз жеткізіңіз, ал мақсатқа жету сіздің жауапкершілік аймағыңызда жатыр. Мақсаттың шынайы екеніне көз жеткізіңіз. Сіз қойған мақсат өлшенетін нәтижелерге ие болуы керек. Нәтижені қалай өлшеуге болатынын түсіну қиын болған кезде масштабтауды қолданамыз (Мақсатыңызға қазір қаншалықты жақын екеніңізді 1-ден 10-ға дейін бағалаңыз. Мақсатыңыз орындалды деп санау үшін қанша ұпай алғыңыз келетінін 1-ден 10-ға дейін бағалаңыз.). Сіз бұл нәтижеге жеткеніңізді қайдан білесіз? Оған қол жеткізу үшін сізде ресурстар (сыртқы және ішкі) болуы керек немесе сіз осы ресурстарды алуыңыз керек. Сіздің қорларыңыз бен ресурстарыңызды қараңыз.

Realistic/Relevant – шынайы/ сәйкес. Мақсатқа жету үшін өз мүмкіндіктерін бағалау қажет. Мақсатқа жету үшін не қажет екенін және қазіргі уақытта не жетіспейтінін анықтау. Сондай-ақ, ол мақсат басқа өмірлік мақсаттарыңызбен сәйкес болуы керек, оларға қайшы келмеуі керек.

Timed – уақыты анықталған. Мақсатқа жету үшін нақты мерзімдер болуы керек. Кейбіреулер үшін бұл тармақ ең қиын болады - біз мақсатымызға нақты мерзім белгілейміз. SMART моделіне сәйкес сұрақтар жіктемесін 3-суреттен көруге болады.

SMART моделі			
S	Specific	нақты	Қандай нәтижелерге қол жеткізу керек? Күтілетін нәтижелердің сапалық көрсеткіштері мен сипаттамалары қандай?
M	Measurable	өлшемді	Сандық көрсеткіштер қандай? Олардың сипаттамалары/өлшемдері қандай? Мақсатқа жетуді бағалауға не мүмкіндік береді?
A	Achievable	қол жетімді және тартымды	Қандай әрекеттер жасау керек? Әрекеттер тізбегі қандай болуы керек, басымдықтар қандай? Мақсатқа жету үшін қандай күш қажет? Мақсатқа жету үшін қандай нәтижелер қажет?
R	Relevant Realistic	шынайы ресурсты	Алға қойылған мақсат табысқа жету үшін маңызды ма? Орындаушы немесе сіз мақсатқа жете аласыз ба?
T	Time- framed	уақыты анықталған	Мақсатқа қашан, қай уақытта жету керек?

Сурет 3. SMART моделіне сәйкес мақсатты анықтау сұрақтары

Коучинг дөңгелегі немесе өмірлік тепе-теңдік (баланс) дөңгелегі. Баланс дөңгелегі - коучинг құралы. Дөңгелек қызығушылық аймағын әртүрлі бұрыштардан көруге көмектеседі. Ең көп назар аударуды қажет ететін аймақтарды анықтайды. Және осы бағыттардағы әрекеттер туралы шешім қабылдауға көмектеседі. Әдетте, баланс дөңгелегі бір жылға, кейде жарты немесе екі жылға жасалады. Дөңгелекті өмірдің жеке салаларын қарастыру үшін де, командалармен жұмыс істеу үшін қолдануға болады. Бұл құралдың арқасында адам өзінің күшті жақтарын анықтай алады, сондай-ақ оның өмірінің қай саласы әлсірегенін және түзетуді қажет ететінін анықтай алады. Бұл құралда «Уақыт шкаласын» негізге ала отырып, «1-ден 10-ға дейінгі шкала» мақсатқа жету дәрежесін өлшейді: Сіз қазір қайдасыз? Масштабты жоғарырақ нүктеге жылжыту үшін басқаша не істейсіз?

Өмірлік тепе-теңдік дөңгелегі - сіздің өміріңізде нені өзгерткіңіз келетінін түсінуге көмектесетін әдіс. Тепе-теңдік дөңгелегі секторларға бөлінген шеңбер болып табылады. Әдетте 8 сектор болады, көбірек жасауға болады. Шеңбердегі әрбір сектор адам өмірінің маңызды аймағын, рөлін немесе аспектісін білдіреді. Өмірдің тепе-теңдік дөңгелегі мысалында әдетте классикалық 8 сектор тандалынады: мансап; отбасы; достар; денсаулық; хобби; ақша; демалыс; өзін-өзі дамыту. Бұл құрал сіздің қызығушылық аймағыңыздың маңызды бағыттарын қарастыруға және жоспарлауға мүмкіндік береді. Мысалы, жобаны әзірлеу, негізгі клиенттермен жұмыс және т.б.

Баланс дөңгелегі өміріңіздің барлық маңызды элементтерін өте көрнекі түрде елестетуге көмектеседі. Сондай-ақ, басымдықты белгілеуге, ең көп нәтиже беретін нәрсені таңдауға, келесі қадамдарды жоспарлауға мүмкіндік береді. Бұл коучинг құралдарының негізгі идеясы ақпарат беру және іс-әрекеттің нақты алгоритмін көрсету емес, адамның ойлау қабілетін өз санасының тереңінен жауап іздеуге ынталандыру. Бұл адамның өзіндік пікірін қалыптастырудың өте маңызды факторы, тәуелсіздікке үйретеді, онсыз кез келген қызмет түріне кәсіби маман болу мүмкін емес. Білім беруде коучинг әдістерін қолдану оқытуға жаңалық әкеліп, оны оқушыларға ыңғайлы және қызықты етіп, мәселелерді өз бетінше зерделеуге деген ынтасын арттырып, эксперименттік және шығармашылық әрекеттерге еркіндік береді. Коучинг оқытуды мақсат етпейді, «үйренуге үйретуге» көмектеседі.

Қазіргі әлемде коучинг әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады: менеджмент, спорт, білім беру, маркетинг, бизнес. Ол сондай-ақ жеке өсу тәжірибесінде белсенді түрде қолданылады, бұл оның тиімділігін дәлелдейді. Коучинг барлық жауаптар, идеялар мен шешімдер адамның өзінде болатын «Сократтық» аксиомаға негізделген. Сонымен қатар, коуч-тренердің басты міндеті – білім алушыға білім беріп, бірдене үйрету емес, оның санасын, сана-сезімін сұрақтар арқылы ояту. Сұрақтар логикалық және себепті байланыстарды құруға көмектеседі, жауаптар мен шешімдерді іздеуді ынталандырады, шығармашылық пен стандартты емес шешімдерге орын береді. Жоғарыда айтылғандардың барлығы, әсіресе, білім беру, оның ішінде жоғары оқу орындары үшін өзекті. Бұдан шығатыны, мұғалім – коуч-тренердің негізгі мақсаты – білім алушыға оқытылатын ақпараттың маңыздылығы мен қажеттілігін, оның негізділігі мен қолдану мүмкіндігін көрсету, жетекші сұрақтардың көмегімен алған білімдерін табуға, тексеруге және түсіндіруге үйрету, білім алушыларға бастапқы деректерді анықтауға және кері байланыс алуға көмектесу, осылайша өздігінен білім алуды ынталандыру. Осыған байланысты біз білім беру ұйымдары өз оқушылары мен тыңдаушыларына жақсы нәтижелерге қол жеткізу үшін коучингтің бірнеше құралдарын пайдалану мүмкіндіктерін қарастырып, білім беру ұйымдарындағы коучинг бастамалары оқушыларға да, тәрбиешілерге де оң тәжірибе беруге бағытталғандығын байқадық [11].

Білім берудегі коучингтің негізгі идеясы тұлғалық нәтижеге жағдай жасау, оқуға деген ынтасын арттыру және ішкі білімімен тең құқылы серіктес ретінде қабылданатын білім алушының саналы өмірлік ұстанымын қалыптастыру болып табылады. Сондықтан коучинг оқыту әдісі емес, оның тиімділігін арттыру құралы ретінде қарастырылады, мұнда мұғалім арнайы сұрақтардың көмегімен білім алушылардың логикалық және себеп-салдарлық байланыстарды өздері құруға көмектеседі, жауаптар мен шешімдерді іздеуді ынталандырады, оларға орын береді. Идеялар мен шығармашылық, бұл әсіресе заманауи білім беру саласы үшін маңызды.

Зерттеу барысында Абай университеті Информатика бағыты білім беру бағдарламасының 3-4 курс студенттеріне педагогикалық практикадан кейін сауалнама жүргізілді. Сауалнамаға барлығы 128 студент қатысты. (3 курс-50 студент, 4 курс -78 студент). Сауалнама нәтижелері бойынша студенттерге мұғалімдерге қойылатын талаптарға толық жауап беру қабілетіне деген сенімділік жетіспейді (37%), болашақ қызметіңіздің мақсаттарын қоюға және оларға жету қадамдарын нақтылауға дайын емес (18%); сыныптағы оқушыларды басқару, олармен қарым-қатынас жасау (20%) және қалғандары болашақ кәсіби қызметке толық дайындығы мен болашақ педагогтар өздерінің кәсіби қызметі барысында кездесетін басқа қиыншылықтарды (20%) көрсетті (4-сурет).

Тәжірибеде бұл мәселелер болашақ мұғалімнің оқу-тәрбие, дамытушылық және тәрбиелік іс-әрекетінің жаңа формалары мен түрлерін іздестіруді қажет ететіндігін көрсетті. Осыған орай, студенттерге коучинг құралдарын пайдаланып, қосымша курстар өткізілді. Курс барысында студенттер жоғарыда айтылған модульдер туралы кеңірек танысты. Болашақта өздерінің кәсіби қызметінде кездесетін мақсаттарды нақтылап, соған жетуге қадамдарды нақтылау барысында жоғарыда көрсетілген модульдерді пайдаланды.

Коучинг құралдарын оқыту нәтижесі



Сурет 4. Болашақ информатика мұғалімдеріне коучинг құралдарын оқыту алдында алынған сауалнама нәтижесі

Коучинг құралдары болашақ информатика мұғалімдерінің дамуында маңызды рөл атқара алады, оларға білім беру процесінде коучинг модельдерін қолданудағы педагогикалық дағдылары мен тиімділігін арттыруға көмектеседі. Болашақ информатика мұғалімдері даярлауда коучинг құралдарын қолданудың бірнеше мысалдары келтіретін болсақ:

1. Педагогикалық шеберлікті дамыту: Коучинг құралдары болашақ информатика мұғалімдеріне сабақтарды жоспарлау, тиімді презентациялар өткізу, оқушылармен өзара әрекеттесу және олардың жетістіктерін бағалау сияқты педагогикалық дағдыларын дамытуға көмектеседі, олардың практикалық дағдыларын жақсарту үшін кері байланыс пен ұсыныстар бере алады.

2. Ақпараттық технологияларды интеграциялау: Коучинг құралдары болашақ информатика мұғалімдеріне оқу процесіне әртүрлі ақпараттық технологияларды игеруге және біріктіруге көмектеседі.

3. Инновациялық тәсілдерді әзірлеу: Коучинг болашақ информатика мұғалімдеріне өз тәжірибелерінде инновациялық тәсілдерді әзірлеуге және енгізуге көмектеседі.

4. Көшбасшылық дағдыларды дамыту: Коучинг болашақ информатика мұғалімдеріне коммуникация, көшбасшылық және сыныпты басқару сияқты көшбасшылық дағдыларды дамытуға көмектеседі.

Коучинг арқылы ұйымдастырылған болашақ информатика мұғалімдерін даярлау құрылымды және мақсатты болуға мүмкіндік береді. Курс соңында студенттерден сауалнама алу барысында олардың көзқарастары өзгергенін байқауға болады (5-сурет).

Коучинг құралдарын оқыту нәтижесі



Сурет 5. Болашақ информатика мұғалімдеріне коучинг құралдарын оқыту нәтижесі

Осыған орай болашақ педагогикалық практикаға баратын білім алушыларына жоғарыда айтылған коучинг құралдарымен таныстырылып, коучинг ұғымымен, оның басқа да құралдарымен, ол құралдарды білім беруде пайдалана білу туралы кеңестер берілді. Нәтижесінде болашақ мұғалімдердің тәрбиелік және тұлғалық ерекшеліктерін және олардың танымдық және шығармашылық әлеуетін диагностикалау арқылы білім алушылардың проксимальды даму аймағындағы белгілі бір мәселелерді сәтті шешуді қамтамасыз ететіндігіне көз жеткіздік.

Теория мен практиканы талдау коучинг идеяларын болашақ мұғалімдерді даярлауда табысты қолдануға болатынын көрсетті. Олар оқу процесіне жаңа көзқараспен қарап интерактивті элементтерді енгізуге, мұғалімдер үшін де, оқушылар үшін де пайдалы іс-шараларды ұйымдастыруға, нәтижеге деген ынта мен жауапкершілікті арттыруға мүмкіндік беретіні анықталды.

Болашақ мұғалім оқушы кезінен-ақ оқушының оқу, санау, есеп шығару қабілетін емес, өзіне деген оң көзқарасын, өзіне деген сенімділігін, сыртқы әлемге ашықтығын, дербестігін, бастамашылдығын, қызығушылығын, ынтасын бағалауды үйренуіне тәрбиелеуді коучинг әдістемесімен іске асыруына болады.

Қорытынды

Коучинг технологиясын қолданудың нәтижесінде білім алушылардың мақсат қою және жетістікке (нәтижеге) жету, уақытты тиімді басқару дағдыларын, ақпаратты талдау және құрылымдау, топта жұмыс істеу, проблемалық жағдайда тез шешім қабылдау, қақтығыстарды жеңу, өз жетістіктеріне және басқалардың күшті жақтарына назар аудару, коммуникативті және ұйымдастырушылық қабілеттерін, өзінің оқу іс-әрекетін және басқалардың іс-әрекетін болжау және жобалау қабілетін дамыту мүмкіндігіне қол жеткізуге болады.

Қортындылай келе, коучинг білім беруде саналылықты, бастамашылдықты, мақсат қою дағдыларын, дербестікті дамытуға мүмкіндік береді және коучинг құралдарын пайдалану арқылы оқыту білім алушылардың бойында оқу мақсатын өз бетінше анықтай білу, мақсатқа жету жолдарын, оның ішінде баламалы жолдарды өз бетінше жоспарлау, оқу-танымдық міндеттерді шешудің тиімді жолдарын саналы түрде таңдау, өз іс-әрекетін жоспарланған нәтижелермен байланыстыра білу, өзін-өзі бақылау, өзін-өзі бағалау, шешім қабылдау және оқу-танымдық іс-әрекетте саналы таңдауды жүзеге асыру негіздерін меңгеру секілді дағдыларын қалыптастырады.

Сонымен, білім беруде коучингті заманауи мұғалімнің кәсіби шеберлігін арттырудың инновациялық технологиясы ретінде қарастыруға болады және коучинг құралдарын оқу үдерісіне белсендірек енгізу қажет. Мұның бәрі оқушылардың да, мұғалімдердің де жеке интеллектуалдық және шығармашылық мүмкіндіктерін ашуға жол сілтейді.

Білім беруде коучинг құралдарын қолдану ойлауды, шығармашылықты, дербестікті дамытуға мүмкіндік береді, өзіне және өзінің күшті жақтарына сенімін нығайтады, сонымен қатар жеке тұлғаның даралық және психологиялық жетілуін дамытуға ықпал етеді. Өзін-өзі тану қабілеті және жауапкершілікті өз мойнына алу қабілеті кәсіби қызметте табысқа жету жолындағы және әрбір адамның жеке тиімділігінің маңызды қасиеттері болып табылады. Инновациялық құралдардың бірі болып табылатын коучинг технологиясын меңгеріп, коуч-тренер рөлін атқаруды үйренуі керек. Бұл коуч-тренер білім алушымен жұмыс жасау барысында әлеуетін ашып, оның күшті жақтарын анықтап, дарыны мен қабілетін дамытуға мүмкіндік береді. Білім алушы өз мақсатына жету үшін бастапқыда өз бойында болған ресурстарды пайдаланады, бұл білім алушылардың өзіне сенуіне және ішкі ресурстарды пайдалануды үйренуіне көмектеседі деп қорытынды жасауға болады. Жалпы, коучинг болашақ информатика мұғалімдеріне сенімді, сауатты болуға көмектеседі.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Голви У. Тимоти. Работа как внутренняя игра: Фокус, обучение, удовольствие и мобильность на рабочем месте = *The Inner Game of Work: Focus, Learning, Pleasure, and Mobility in the Workplace*. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 252 с.
- 2 Что такое коучинг? <https://erickson.ru/coaching/index.php> (01.01.2023)
- 3 Баранова О. И. Коучинг-технология как способ формирования умений самоуправления учением у студентов – будущих учителей начальных классов и младших школьников // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. – 2015. – Т. 9. – С. 6–10. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95018.htm> (05.01.2023)
- 4 Зырянова Н.М. Коучинг в обучении подростков // *Вестник практической психологии образования*. – 2004. – №1. – С. 46–49.

5 Кларин М.В. Новая развивающая практика — коучинг. Новая профессия — коуч // Образовательные технологии. – 2014. – №1. – С.72.

6 Зотов А.В. Учебник по коучингу. Базовый уровень: учебное пособие / А.В. Зотов: Институт консалтинга и управления. Высшая Школа Коучинга. ИСМ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом Академии Естество знания, 2020. – 172 с.

7 Rogov E.I., Pankratova I.A. Коучинг в образовании. Издательство Ипполитова, 2016. 88 с.

8 Шаповалова А. Коучинг постепенно укореняется в образовании. <https://kz.kursiv.media/2018-04-05/kouching-postепенно-ukorenyaetsya-v-obrazovanii/>

9 Таликова Г. Т., Кхегай А. Ю. Білім беру кеңістігінде коучингті дамыту және қолдану тенденциялары. NovaInfo.Ru - No46, 2016 Педагогика ғылымдары. 312-315 беттер. <https://novainfo.ru/article/6352> (01.11.2022)

10 Barr, M., & van Nieuwerburgh, C. (2015). Teachers' experiences of an introductory coaching training workshop in Scotland: An interpretative phenomenological analysis. *International Coaching Psychology Review*, 10(2), 190–204. <https://psycnet.apa.org/record/2015-48361-007> (10.01.2023)

11 Van Nieuwerburgh, C., and Barr, M. (2016). "Coaching in Education", in Tatiana Bachkirova, Gordon Spence and David Drake (Eds.) *The SAGE Handbook of Coaching*. Sage. <https://au.sagepub.com/en-gb/oc/the-sage-handbook-of-coaching/book245418> (5.01.2023)

References:

1 Golvi U. Timoti. (2005) *Rabota kak vnutrennjaja igra: Fokus, obuchenie, dovol'stvie i mobil'nost' na rabochem meste = The Inner Game of Work: Focus, Learning, Pleasure, and Mobility in the Workplace*. – М.: Al'pina Biznes Buks. 252 s. (in Russian)

2 Chto takoe kouching? <https://erickson.ru/coaching/index.php> (01.01.2023) (in Russian)

3 Baranova O. I. (2015) *Kouching-tehnologija kak sposob formirovaniya umenij soupravlenija ucheniem u studentov – budushhih uchitelej nachal'nyh klassov i mladshih shkol'nikov // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept»*. – Т. 9. – С. 6–10. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95018.htm> (05.01.2023) (in Russian)

4 Zyrjanova N.M. (2004) *Kouching v obuchenii podrostkov // Vestnik prakticheskoy psihologii obrazovanija*. №1. – С. 46–49. (in Russian)

5 Klarin M.V. (2014) *Novaja razvivajushhaja praktika – kouching. Novaja professija – kouch // Obrazovatel'nye tehnologii*. №1. – С.72. (in Russian)

6 Zotov A.V. (2020) *Uchebnik po kouchingu. Bazovyy uroven': uchebnoe posobie / A.V. Zotov: Institut konsaltinga i upravlenija. Vysshaja Shkola Kouchinga. ИСМ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Izdatel'skij dom Akademii Estestvo znaniya*. 172 s. (in Russian)

7 Rogov E.I., Pankratova I.A. (2016) *Kouching v obrazovanii. Izdatel'stvo Ippolitova*. 88 s. (in Russian)

8 Shapovalova A. *Kouching postепенно ukorenyaetsya v obrazovanii*. <https://kz.kursiv.media/2018-04-05/kouching-postепенно-ukorenyaetsya-v-obrazovanii/> (in Russian)

9 Talikova G.T., Khegaj A.Ju. (2016) *Bilim беру кеңістігінде kouchingti damytu zhәне қолданu tendencijalary*. NovaInfo.Ru - No46. *Pedagogika ыlymdary*. 312-315 better. <https://novainfo.ru/article/6352> (01.11.2022) (in Russian)

10 Barr, M., & van Nieuwerburgh, C. (2015). Teachers' experiences of an introductory coaching training workshop in Scotland: An interpretative phenomenological analysis. *International Coaching Psychology Review*, 10(2), 190–204. <https://psycnet.apa.org/record/2015-48361-007> (10.01.2023) (in English)

11 Van Nieuwerburgh, C., and Barr, M. (2016). "Coaching in Education", in Tatiana Bachkirova, Gordon Spence and David Drake (Eds.) *The SAGE Handbook of Coaching*. Sage. <https://au.sagepub.com/en-gb/oc/the-sage-handbook-of-coaching/book245418> (5.01.2023) (in English)

МРНТИ 14.5.09
УДК 378.004

<https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.81.1.029>

М. Серик¹, G. Dimirovski², Н. Нұрым^{3*}

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

²Университет Святых Кирилла и Мефодия в Скопье, г.Скопье, Северная Македония

³Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

*e-mail: nurdaulet.nurym@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКЕ

Аннотация

В статье рассматривается влияние использования роботов на изучение языка программирования в реальном режиме времени при формировании вычислительного мышления учащихся на уроке образовательной робототехники. Описана возможность использования конструкторов при совместном обучении робототехнике в школе. Результаты проведенного исследования показали, что учащиеся продемонстрировали высокий уровень знаний и хорошее сотрудничество при совместном овладении учебной программы по робототехнике. Авторы анализируют особенности роботизированных конструкторов и рекомендуют их для выбора и использования по мере необходимости в тренировочном процессе. Программирование движения робота дает возможность наблюдать за работой, выполняемой физическими роботами, в режиме реального времени. Кроме того, предпринимаются попытки решить проблемы, связанные с отсутствием четкого определения вычислительного мышления, что является одной из самых больших проблем в обучении робототехнике.

Ключевые слова: образовательная робототехника, тренажер, язык программирования, формирование вычислительного мышления, моделирование.

Аңдатпа

М. Серік¹, G. Dimirovski², Н. Нұрым³

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

²Скопьедегі Әулие Кирилл мен Мефодий университеті, Скопье қ., Солтүстік Македония

³Ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

РОБОТОТЕХНИКАНЫ БІРЛЕСІП ОҚЫТУ ПРОЦЕСІНДЕ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ЕСЕПТЕУ ОЙЛАУЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Бұл мақалада роботтарды қолданудың білім беру робототехникасы сабағында оқушылардың есептеу ойлауын қалыптастыру кезінде нақты уақыт режимінде бағдарламалау тілін үйренуге ықпалы қарастырылады. Мектепте робототехниканы бірлесіп оқытуда конструкторларды қолдану мүмкіндігі сипатталған. Жүргізілген зерттеу нәтижелерінен оқушылардың робототехниканы бірлесіп оқу барысында жоғары білім деңгейі мен жақсы ынтымақтастықты көрсететіндігі байқалды. Авторлар робот конструкторының сипаттамаларын талдайды және қажет болған жағдайда оларды таңдау және оқыту процесінде пайдалануды ұсынады. Роботтың қозғалысын бағдарламалау физикалық роботтар орындайтын жұмысты нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, робототехниканы оқытудағы ең үлкен мәселелердің бірі - есептеу ойлауының нақты анықтамасы болмауы себебінен туындайтын қиындықтарды шешуге деген талпыныстар жайлы баяндалады.

Түйін сөздер: білім беру робототехникасы, симулятор, бағдарламалау тілі, есептеу ойлауын қалыптастыру, моделдеу.

Abstract

FORMATION OF THE COMPUTATIONAL THINKING OF STUDENTS IN THE PROCESS OF JOINT TRAINING IN ROBOTICS

Serik M.¹, Dimirovski G.², Nurym N.³

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

²University of Saints Cyril and Methodius in Skopje, Skopje, North Macedonia

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

In this article, the impact of using robots on learning the programming language in real-time mode during the formation of computational thinking of students in the lesson of educational robotics is considered. The possibility of using constructors during joint training of robotics at school is described. The results of the research showed that the

students demonstrated a high level of knowledge and good cooperation when mastering the robotics curriculum together. The authors analyze the features of robotic designers and recommend them for selection and use as necessary in the training process. Programming the movement of the robot makes it possible to observe the work performed by physical robots in real time. In addition, attempts are being made to solve problems related to the lack of a clear definition of computational thinking, which is one of the biggest problems in teaching robotics.

Keywords: educational robotics, simulator, programming language, formation of computational thinking, modeling.

Введение

В настоящее время робототехника, как учебный предмет, активно внедряется в образовательный процесс средней школы. Изучение робототехники дает возможность освоить такие технологии, как программное обеспечение для вычислительного мышления. Однако отсутствие исследований, направленных на формирование вычислительного мышления учащихся, может вызвать проблемы в области преподавания предмета. Более десяти лет назад известный ученый-информатик и педагог D.Boon предложил вычислительное мышление в качестве нового «базового навыка» для всех людей [1]. Одной из самых больших проблем в этой области является отсутствие консенсуса в отношении точного определения вычислительного мышления.

Проведенные исследования показывают успешность процесса формирования вычислительного мышления учащихся путем обучения языку программирования. D.Boon отмечает, что вычислительное мышление – это способность переформулировать и решать задачи так, как это могут сделать компьютеры. Kuo & Hsu утверждают, что вычислительное мышление можно сформировать без компьютера, используя в качестве учебного материала настольную игру «Город роботов» [2, 3].

David Weintrop в работе «Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms» представляет определение вычислительного мышления в виде таксономии, состоящей из четырех основных категорий (методы обработки данных, методы симуляции и моделирования, методы решения вычислительных задач и методы системного мышления) [3]. Несмотря на то, что робототехника только начала внедряться в сферу образования, она уже начала способствовать определенному прогрессу в формировании вычислительного мышления учащихся. Об этом говорят работы, освещающие проблемы разработки, внедрения и оценки программ профессионального развития учителей для обучения компьютерному мышлению с помощью робототехники. [Servet Kılıç & Ünal Çakıroğlu](#) рассматривают вопросы интеграции концепции вычислительного мышления в курсы робототехники [4]. Образовательная робототехника (ER) оказывает положительное влияние на учащихся и во многих случаях может помочь им успешно усваивать знания и навыки [5]. Как академическая дисциплина и область практического применения робототехника охватывает очень широкий спектр современного образования в различных профессиях (областях знаний). Следовательно, это означает, что робототехника междисциплинарна. В статье Керимбаева и др. рассматривается изучение взаимодействия робота и человека, перспективы участия детей со всего мира в международных соревнованиях по развитию робототехники, а также результаты и опыт сотрудничества [6].

Робототехника также является важным ресурсом, который можно использовать для помощи в решении проблем обучения детей с низким уровнем внимания и мотивацией. Patiño-Escarcina, R.E. и др. предлагают новый набор методов с рекомендациями и стратегиями для применения стандартной учебной программы по образовательной робототехнике для детей под названием EDUROSC-Kids. Авторы предлагают инструменты, которые необходимы при организации учебных тем по робототехнике для детей, включая желаемые результаты в процессе обучения [7].

Интересен инновационный опыт преподавательского партнерства Bers, M.U., и Portsmore, M. в области обучения математики с помощью робототехники [8]. Подход данных авторов предполагает создание партнерских отношений между учащимися дошкольного возраста и студентами инженерных специальностей для планирования, разработки, реализации и оценки учебной программы в области математики, естественных наук и технологий с использованием робототехники, и процесса инженерного проектирования.

Shang, X. и др. представляют исследование программы лагеря STEM по робототехнике и её эффективное влияние на вычислительное мышление учащихся сельских начальных школ [9].

Систематический обзор по образовательной робототехнике для развития вычислительного мышления у младших школьников представлен Ching, Y.H. и Hsu, Y.C. Они показывают, что различные версии LEGO Mindstorms являются наиболее часто используемыми роботизированными

наборами. Робототехника включает в себя совместные занятия на основе проектов, что влияет на развитие вычислительного мышления младших школьников [10].

Развитие вычислительного мышления учащихся происходит посредством взаимодействия ученика и робота в обучении робототехнике. По мнению ученых, в отличии от взаимодействий ребенок-робот (R -R), которые исследуются в области социальных роботов, взаимодействия ученик-робот (S-R) сосредоточены в основном на процессе взаимодействия между учащимися и программируемыми комплектами роботов [11].

Использование робототехники и игрового дизайна для повышения самооффективности детей, отношения к STEM и навыков вычислительного мышления описано в работе Leonard, J. и др. Результаты исследования показали, что оценки самооффективности студентов до и после завершения работы с компьютером значительно снизились, в то время как конструкты видеоигр и компьютерных игр остались неизменными [12].

Ardito G. и другие изучают развитие навыков вычислительного мышления учащихся посредством проведения совместных занятий с помощью шестинедельной программы робототехники LEGO. Эта программа робототехники направлена на развитие у учащихся четырех основных навыков вычислительного мышления, таких как проектирование, кодирование, решение проблем и сотрудничество [13]. Большинство исследований, определяющих роль робототехники в образовании, до сих пор сосредоточены на эффективности инструментов робототехники и конкретных стратегиях реализации без учета модели учебного проекта, которая приводит к разработке успешных программ обучения робототехнике [14]. Для внедрения робототехники в школу должна быть разработана педагогически обоснованная учебная программа и соответствующим образом обучать учителей. В настоящее время из-за отсутствия систематизированной учебной программы по робототехнике учителя полагаются на материалы или руководства, доступные в Интернете, а также на примерные планы уроков. Подобные проблемы побудили нас изучить условия обучения робототехнике в средней школе.

Эта работа предназначена для учителей всех предметных областей, которые хотят узнать больше о том, как использовать вычислительное мышление в образовательной среде. Целью статьи является демонстрация эффективных способов формирования вычислительного мышления учащихся посредством программирования роботов при совместном обучении предмету робототехника.

Методология

Совместное обучение робототехнике, осуществляемое с помощью компьютерной поддержки, является не только образовательной, но и стимулирующей деятельностью, которая побуждает роботизированных приложений, способствует сотрудничеству между учащимися, положительно влияет на их обучение и эмоциональное состояние. А с помощью роботизированных систем можно создать синергетический эффект между участниками образовательного процесса. Важность исследований в этой области связана с созданием гибкой системы образования, учитывающей индивидуальные потребности обучающихся. Такая форма обучения создает ряд возможностей для школ и учителей.

Организация совместного обучения робототехнике осуществляется во время занятий, на специальных (факультативных) курсах, при проведении кружковых и лабораторных работ. Такая форма обучения является основным фактором обучения робототехнике. Совместное обучение-это образовательный подход, который включает в себя обучение двух или более людей при совместной работе над общей задачей в направлении общей цели (например, решения проблемы или создания продукта). Большинство кружков робототехники предназначены для детей младшего и основного школьного возраста. Им было поручено через конструкторов составлять различные игры, организовывались командные соревнования.

Занятия по робототехнике для учащихся осуществлялись путем совместного обучения с классом, индивидуально или группой не более 2-3 учащихся. Логикой нашего исследования стала реализация этапов поиска, выявления, формирования методов развития вычислительного мышления учащихся на уроках робототехники. Мы не обязывали учеников посещать занятия, они принимали участие в добровольном порядке. В младших классах нами были использованы конструктор LEGO в соответствии с учебной программой, для старшеклассников мы использовали готовый лабораторный комплекс на аппаратной и программной платформе Ардуино.

Лабораторный комплекс позволяет проводить практические и лабораторные занятия по программированию микропроцессорных устройств и изучать основы робототехники (рис.1).



Рисунок 1. Момент проведения занятия с использованием лабораторного комплекса

На рисунке 2 приведены пример фрагмент программного кода микропроцессорного устройства. Этот код описывает движение двухколесного робота.

```
testing_car_with_bluetooth$
char t;

void setup() {

  pinMode(13,OUTPUT); //ок как насос алге журуй номер D1
  pinMode(12,OUTPUT); //ок как насос артка журуй кызык D2
  pinMode(11,OUTPUT); //ок как насос алге журуй оранж D3
  pinMode(10,OUTPUT); //ок как насос артка журуй сара D4
  Serial.begin(9600);
}
```

Рисунке 2. Фрагмент программного кода микропроцессорного устройства

Работу с роботами в среде совместного обучения можно рассматривать как деятельность учителя при организации различных видов деятельности, направленных на развитие вычислительного мышления учащихся. Анализ действий учителя при организации совместного обучения в робототехническом образовании представлен на рисунке 3.

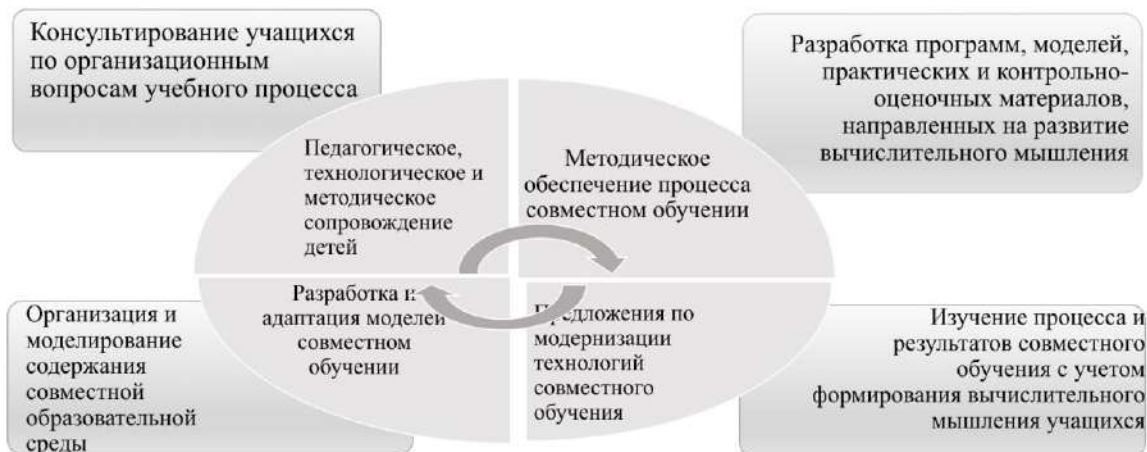


Рисунок 3. Деятельность педагога по организации совместного обучения

Осуществляя процесс обучения, учитель помогает учащимся преодолеть трудности, возникающие при построении конструкции робота, написании программы и загрузке ее в робот; вызывает положительные эмоции и мотивацию. Это, в свою очередь, способствует формированию у учащихся навыков вычислительного мышления. Современный учебный процесс характеризуется преобладанием устных методов обучения и воспитания, недооценкой значимости общения учащихся в решении ведущих задач, отсутствием форм и методов организации учебной деятельности, привлекающих учащихся. Поэтому необходимость современной системы образования в обучении робототехнике в средней школе заключается в внедрении новых форм и методов обучения и воспитания, обеспечивающих личностное развитие каждого учащегося.

В ходе проведения исследований нами был проведен открытый анкетный опрос, основанный на формировании у учащихся навыков вычислительного мышления с осуществлением совместного обучения на уроках робототехники. Из 48 опрошенных учащихся были проанализированы ответы 25 мальчиков и 23 девочек. В результате выяснилось, что у мальчиков преобладает интерес к изучению робототехники чем девочек.

Результат

Пилотное исследование по совместному обучению было организовано на базе государственных общеобразовательных школ. Совместное обучение робототехнике дает детям дополнительные возможности обучения. С 2020/2021 учебного года в средней школе № 69 г. Алматы было задействовано 254 ребенка. Школа расположена в центральной части города. Являясь общеобразовательной организацией для обучения, воспитания, развития и саморазвития учащихся, школа создает модель всего педагогического процесса, в которой главную роль играют не только учителя и ученики, но и различные составляющие образования.

Сначала мы провели соответствующий t-тест, основанный на предварительных и последующих тестах, чтобы определить, улучшило ли программирование роботов вычислительное мышление и творчество учащихся, условно разделив учащихся на три группы. Результаты предварительного теста t показали, что уровни знаний групп изначально были примерно равны. Две из этих групп были экспериментальными, одна-контрольной. По результатам предпроверочной проверки исходное среднее значение и стандартное отклонение (СА) двух групп: 76,1 (СА = 2,68), 77,0 (СА = 3,3), 75,2 (СА = 3,0). Во-вторых, на основе результатов перед тестированием на вычислительное мышление и творчество учащиеся были разделены на группы, набравшие более низкие, средние и более высокие баллы. Чтобы прояснить различия в уровне, мы удалили среднюю начальную группу баллов и провели соответствующий t-тест, основанный на предварительных и последующих тестах. Кроме того, мы использовали два независимых образца t-теста для определения средних различий. Средние значения и стандартные отклонения экспериментальных и контрольных групп в тестах после тестирования и хранения были сведены в таблицу 1. Каждый тест был составлен в виде t-теста, состоящего из 30 вопросов.

Таблица 1. Средние значения и стандартные отклонения при пост-тестировании и тесте на удержание

Группы	Тест на удержание		Пост-тест	
	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение
Экспериментальная группа-1	82,5	1,45	87,1	1,34
Экспериментальная группа-2	92,2	4,4	95,3	1,41
Контрольная группа-3	75,9	2,3	78,8	2,4

Процесс обучения робототехнике традиционно применялся в контрольной группе, в экспериментальных группах-метод совместного обучения. Причина, по которой мы выбрали здесь две

экспериментальные группы, заключалась в том, что они также позволяли проводить взаимное сравнение экспериментальных групп.

Экспериментальная группа-2 имела более высокое стандартное отклонение в ходе проведения теста на сохранение для учащихся. Это связано с тем, что при сдаче теста для проверки способности к расчетному мышлению в группе мы повторяли из ранее сданных тестовых заданий. Но в итоговом тесте все три группы получили одинаковые вопросы.

Полученные результаты показали высокий показатель экспериментальной группы-2, как видно на построенном графике (Рисунок 4).

Следовательно, только экспериментальная группа-2 сохранила свой приоритет, в то время как экспериментальная группа-1 не сильно отличалась от контрольной группы в этом тесте.

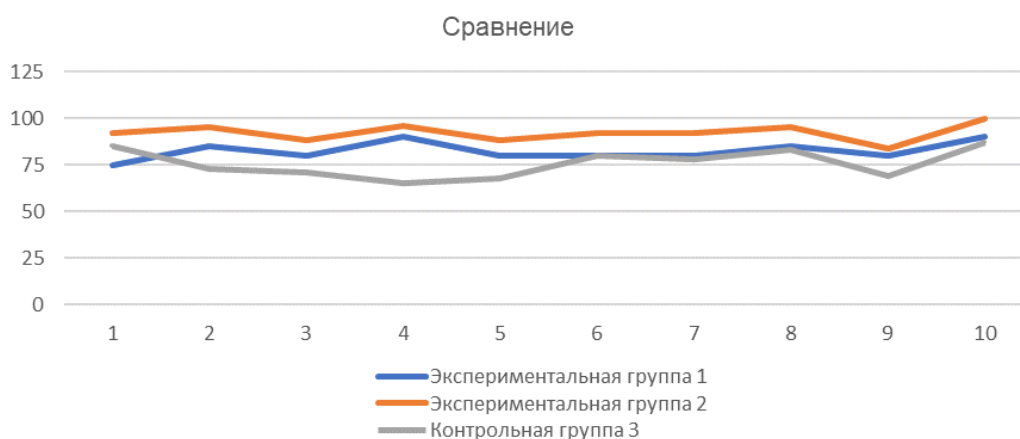


Рисунок 4. Сравнительный анализ групп

Мы также провели эксперимент ANOVA, используя корреляционный момент вычислительного мышления и результатов предварительного тестирования креативности. Для сравнения групп использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA).

Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Эмпирические значения одностороннего дисперсионного анализа (ANOVA).

Названия шкал	Эмпирическое значение F критерия	Уровень значимости БЕЗ ЗВЕЗДОЧЕК	Уровень значимости	Вывод про уровень значимости	Психологический вывод
Тестирование на креативность	23,2	25.2	25.0	1.080	0.371
Тестирование на вычислительное мышление	24,4	28,0	26.4	5.083	0.025*
Заключительный тест (пост-тест)	24,8	22.2	26,6	4.147	0.043*

* - $p < 0,05$

Вариативность результатов тестов по отношению к каждому учащемуся метода совместного обучения требует внимания. В результате эмпирических исследований изменение психологической готовности учащихся наблюдалось в ответах на вопросы тестирования на креативность (0.371), а наименьшее изменение наблюдалось в ответах на вопросы теста для проверки вычислительного мышления (0.025).

Обсуждение

В настоящее время важность совместного обучения очевидна. В ходе исследований возникла необходимость пересмотреть методы и способы организации обучения робототехнике в условиях совместного обучения. Это связано с тем, что на первый план выходят методы обучения и технологии формирования вычислительного мышления учащихся из робототехники. Взаимодействие и сотрудничество между учеником и учителем, учеником и учеником дает положительный результат развития. Совместное обучение позволяет ученику находиться в классе и взаимодействовать с другими членами класса. Цинью Чен, Минчжан Цзо, Линлин Лян исследуют совместное обучение при изучении робототехники. Авторы использовали совместный метод обучения на основе проектов, в качестве которых выступали светофоры, лабиринт и линейный патруль [15].

В процессе проекта преподаватели динамически контролировали ситуацию сопоставления и ход проекта. Результаты исследования показали, что совместное обучение положительно повлияло на обучение робототехнике.

Роботизированные образовательные средства позволяют управлять различными видами деятельности путем конструирования и программирования роботов, привлекающих внимание ребенка, развивающих психическую и эмоционально-волевую сферы. Метод совместного обучения способствует развитию познавательных способностей детей и формированию коммуникативных функций в процессе обучения.

Заключение

Анализ нашего опыта и исследований в области образовательной робототехники позволяет сформировать в обществе позитивное отношение к ее обучению в школе. В этом исследовании мы наблюдали статистически значимое улучшение вычислительного мышления и творческих способностей учащихся с помощью программирования роботов. При совместном обучении уроку робототехники не только создание конструкций, но и создание программы для робота полезно для развития мышления учащихся. Некоторым учащимся трудно овладеть программированием, и есть много различий в их предыдущих навыках. Поэтому при обучении учащихся программированию роботов необходимо учитывать предыдущие навыки.

Зарубежное и отечественное образование имеет два богатых содержательных ресурса для развития подхода совместного обучения в образовании. Это специальный и интегрированный образовательный опыт, и технологический опыт психолого-педагогического сопровождения участников образовательного процесса. Только профессиональные отношения между учителями в различных системах образования могут влиять на взаимообогащение и расширение возможностей совместного обучения и воспитания.

Таким образом, развитие вычислительного мышления учащихся при совместном обучении робототехнике позволяет удовлетворить образовательные потребности каждого ребенка, независимо от его физических и умственных возможностей.

Благодарность

Работа выполнена в рамках проекта No AP09259370 за счет грантового финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

References:

- 1 Boom K. D. et al. Relationships between computational thinking and the quality of computer programs // *Education and Information Technologies*. – 2022. – Т. 27. – №. 6. – С. 8289-8310. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10921-z>
- 2 Kuo W. C., Hsu T. C. Learning computational thinking without a computer: How computational participation happens in a computational thinking board game // *The Asia-Pacific Education Researcher*. – 2020. – Т. 29. – С. 67-83.. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00479-9>
- 3 Weintrop D. et al. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms // *Journal of science education and technology*. – 2016. – Т. 25. – С. 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- 4 Kılıç S., Çakiroğlu Ü. Design, Implementation, and Evaluation of a Professional Development Program for Teachers to Teach Computational Thinking via Robotics // *Technology, Knowledge and Learning*. – 2022. – С. 1-31. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09629-3>
- 5 Tselegkaridis S., Sapounidis T. Simulators in educational robotics: A review // *Education Sciences*. – 2021. – Т. 11. – №. 1. – С. 11. <https://doi.org/10.3390/educsci11010011>

6 Kerimbayev N. et al. *Robotics in the international educational space: Integration and the experience* // *Education and Information Technologies*. – 2020. – Т. 25. – С. 5835-5851. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10257-6>

7 Patiño-Escarcina, R.E., Barrios-Aranibar, D., Bernedo-Flores, L.S. et al. *A Methodological Approach to the Learning of Robotics with EDUROSC-Kids*. *J Intell Robot Syst* 102, 34 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10846-021-01400-7>

8 Bers, M.U., Portsmore, M. *Teaching Partnerships: Early Childhood and Engineering Students Teaching Math and Science Through Robotics*. *J Sci Educ Technol* 14, 59–73 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2734-1>

9 Shang, X., Jiang, Z., Chiang, FK. et al. *Effects of robotics STEM camps on rural elementary students' self-efficacy and computational thinking*. *Education Tech Research Dev* (2023). <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10191-7>

10 Ching, YH., Hsu, YC. *Educational Robotics for Developing Computational Thinking in Young Learners: A Systematic Review*. *TechTrends* (2023). <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>

11 Qu, J.R., Fok, P.K. *Cultivating students' computational thinking through student-robot interactions in robotics education*. *Int J Technol Des Educ* 32, 1983–2002 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09677-3>

12 Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R. et al. *Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills*. *J Sci Educ Technol* 25, 860–876 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9628-2>

13 Ardito G., Czerkawski B., Scollins L. *Learning computational thinking together: Effects of gender differences in collaborative middle school robotics program* // *TechTrends*. – 2020. – Т. 64. – №. 3. – С. 373-387. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00461-8>

14 Noh J., Lee J. *Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students* // *Educational technology research and development*. – 2020. – Т. 68. – С. 463-484.

15 Q. Chen, M. Zuo, L. Liang, Q. Zhong and H. Luo, "Pair Learning in Robotics Education: Design, Outcomes, and Lessons Learned," 2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology & Education (TALE), Wuhan, Hubei Province, China, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/TALE52509.2021.9678824.

А.Б. Тоқтарова^{1*}, Ж.Ж. Ажибекова², Д.Р. Сұлтан³, М.А. Керимбеков⁴

¹Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ., Қазақстан

²С. Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы қ., Қазақстан

³әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

⁴Академик Ә. Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университеті, Шымкент қ., Қазақстан

*e-mail: toktar.aigerim@list.ru

ОНЛАЙН КОНТЕНТТЕГІ ҚАЗАҚ ТІЛДІ БЕЙӘДЕП ПІКІРЛЕРДІ МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДА ЖИНАҚТАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада қазіргі таңда әлеуметтік желілердегі балағат тілде жазылатын пікірлерді жинау үшін оңай және автоматтандырылған қадамдарды машиналық оқыту арқылы жүзеге асыруға болатыны туралы айтылған. Бүгінде, онлайн контенттегі жағымсыз пікір қалдырушылар саны қаптап кетуі проблемалар қатарын көбейтуде. Біз Қазақстанда пайдаланатын әлеуметтік желілер мен бұқаралық ақпарат құралдарына жариялаған бейәдеп пікірлерден тұратын деректер қорын жинап жатырмыз. Көптеген әлеуметтік желілерден түскен шағымдарды зерделей отырып байқағанымыз: онлайн контентте кемсітетін яғни, балағаттау пікірлерінің жариялануы күн сайын артып келе жатқанын көруге болады. Біздің зерттеулер нәтижесі машиналық оқыту тәсілдерін қолдану арқылы әлеуметтік желілерде жарияланған дөрекі сөздердің түбірін зерттеп қана қоймай, сонымен қатар, ғадауат пікірлердің түрлерін ажыратып және автоматтандырылған деректер жиынына қол жеткізуге көмектеседі.

Түйін сөздер: ғадауат сөздер, машиналық оқыту, әлеуметтік желі, парсер.

Аннотация

А.Б. Тоқтарова¹, Ж.Ж. Ажибекова², Д.Р. Сұлтан³, М.А. Керимбеков⁴

¹Международный казахско - турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, Казахстан

²Казахский Национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова, г. Алматы, Казахстан

³Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

⁴Университет дружбы народов имени академика А.Куатбекова, г. Шымкент, Казахстан

СБОР НЕЦЕНЗУРНЫХ КОММЕНТАРИЕВ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ В ОНЛАЙН КОНТЕНТЕ С ПОМОЩЬЮ МАШИНОГО ОБУЧЕНИЯ

В статье обсуждается, как теперь с помощью машинного обучения можно предпринять простые и автоматизированные шаги для сбора оскорбительных комментариев в социальных сетях. Сегодня количество негативных комментариев к онлайн-контенту растет. Мы формируем базу данных нецензурных комментариев, размещенных в социальных сетях и средства массовой информации Казахстана, которые охватывающее большую аудиторию. Изучая жалобы из многих социальных сетей, мы заметили, что количество дискриминационных комментариев к онлайн-контенту растет с каждым днем. Результаты нашего исследования позволят не только изучить корень грубых слов, размещенных в социальных сетях, с использованием методов машинного обучения, но также помогут дифференцировать типы оскорбительных комментариев и получить доступ к автоматизированному набору данных.

Ключевые слова: язык ненависти, машинное обучение, социальные сети, парсер.

Abstract

COLLECTING OBSCENE COMMENTS IN ONLINE CONTENT OF KAZAKH LANGUAGE BY USING MACHINE LEARNING

Toktarova A.¹, Azhibekova Zh.², Sultan D.², Kerimbekov M.³

¹ Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh - Turkish University, Turkestan, Kazakhstan

² Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

³ al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

⁴ University Of Friendship Of People's Academician A. Kuatbekov, Shymkent, Kazakhstan

This article discusses how simple and automated steps can now be taken using machine learning to collect offensive comments on social media. Today, the number of negative comments on online content is on the rise. We are building a database of obscene comments posted on social networks and the media in Kazakhstan, which reach a large audience.

While studying complaints from many social networks, we noticed that the number of discriminatory comments on online content is growing every day. The results of our study will not only explore the root of rude words posted on social media using machine learning methods, but will also help differentiate types of offensive comments and access an automated dataset.

Keywords: hate speech, machine learning, social networks, parser.

Кіріспе

Қазіргі уақыттағы ғылым мен техниканың қарқынды дамуы көптеген салаларда жаңа ақпараттық технологияларды енгізуді қажет етіп отыр.

Интернеттің дамуы әртүрлі мәтін форматтағы ақпарат көлемінің бақыланбайтын экспоненциалды өсуіне әкеледі [1]. Интернетті пайдалану уақытының шексіз, яғни 24 сағат қол жетімділігі, жасырын пайдаланушы ретінде және саны көп онлайн аудиториялармен жұмыс жасай алу мүмкіндігін беріп отыр. Қазіргі уақытта интернеттегі зорлық-зомбылық, жағымысз пікірлер адамдардың психологиялық - эмоциональды денсаулығына қауіп төніп тұрғандықтан өзекті болып отыр.

Технологиялық процесстің дамуы оң мүмкіндіктерімен қатар оны теріс әсер ететін жақтары мен салдары бар екенін ескеруді талап етеді, бұл дегеніміз деструктивті іс әрекеттердің өсуіне алып келеді. Біздің жағдайымыздағы деструктивті деректер – бұл онлайн контент қолданушысына қандай да бір түрде залал келтіру, яғни бейәдеп пікірлерді қалдыру арқылы зиянын тигізу болып табылады [2].

Заманауи желідегі орасан зор ақпарат көлемі жеке тұлғалардың мүдделері мен құқықтарын қорғауды талап етеді. Тіпті, жаһандық деңгейде де өз салдарын тигізуге болатынын көрумізге болады, мысалы ретінде онлайн контенттегі халықаралық даулар мен қақтығыстардан көруге болады.

Мысалы, 2021 жылы жүргізілген әлем мемлекеттерінің интернетті қолдану деңгейі статистикасы бойынша Қазақстан мемлекеті жалпы халықтың 15,47 миллионы, яғни 81,9% көрсетіп отыр [3]. Желідегі ақпараттар аптасына 7 күн, 24 сағат бойы қолжетімді, интернеттегі «шабуылдан» қорғана алмайсың, себебі электрондық пошта, ұялы телефонға, түрлі жеке әлеуметтік желілер сайтына кез-келген уақытта келіп түсуі мүмкін. Бұл адамдарға, оның ішінде жасөспірімдерге психологиялық түрде әсер етеді. Сонымен қатар, интернетте жасырын қолданушы бола білу мүмкіндігі бар, яғни кімнен келген «шабуыл» екенін білмеуіңіз мүмкін. Физикалық зорлық – зомбылыққа қарағанда эмоционалдық «шабуылдың» соңы адамды психологиялық ауытқуларға әкеліп соғу қаупі жоғары екенін психологтар айтуда.

Әлеуметтік желілердің белсенді дамуы, интернетті «қылмыстық» қауіптерге ерекше назар аударуды талап етеді. Ақпаратты қорғаудың келесі жолдары бар [4]:

- қауіптің алдын алу – олардың туындау мүмкіндігін болжау және ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін алдын алу шаралары;
- қауіп-қатерлерді анықтау нақты немесе қауіптердің пайда болу ықтималдығын жүйелі талдау мен бақылауда ұстау, сонымен қатар, олардың алдын алу бойынша дер кезінде шаралар қабылдау;
- қылмыстық әрекеттерді оқшаулау және қауіпті немесе нақты қылмыстық әрекеттерді жою шараларын қабылдау;

Шартты түрде ақпараттық – технологияларды пайдалануда сыртқы қауіптерді «дәстүрлі» және «жаңа» деп бөліп қарастыруға болады. «Дәстүрлі» сыртқы қауіптер ретінде спам, фишинг, компьютерлік вирустар, трояндар және желілік шабуылдар жатқызуға болады [5]. Келесі тарауда «жаңа» сыртқы қауіптер қарастырылады

Зиянды ақпараттарды анықтау ақпараттық құралдардың негізі міндеті деп қарастырсақ, бұл міндетті жүзеге асыруда машиналық оқыту әдістері арқылы автоматтандыру тиімді болып саналады.

Зерттеу әдіснамасы

Ғылыми зерттеу әдебиеттерге шолу келесі зерттеу сұрақтарына негізделді:

1. Гадауат сөздерін анықтау үшін машиналық оқытудың ең тиімді әдістері қандай?
2. Мәліметтер жиынының қандай түрлері кеңінен қолданылады? гадауат сөздерін анықтауда машиналық оқытудың қай әдісі тиімдірек екенін білу мақсатында осы зерттеу сұрақтары таңдалды. Осылайша ең жақсы нәтиже алу үшін ғылыми зерттеу жұмыста ең тиімді әдісті қолдануға мүмкіндік алуға болады. Сондай-ақ екінші зерттеу сұрағын қоюдағы мақсат: болашақ зерттеулер үшін қай деректер жинағы жақсы екенін бақылап, зерттеуді талап етеді.

Ғылыми зерттеу жұмыстары мен ғылыми мақалаларды IEEE Xplore, Springer Link, Science Direct және ACM Digital Library сияқты онлайн дерекқор кітапханаларынан табуға болады. Барлық мақалалар 2015 жылдан бастап қазіргі уақытқа дейін ағылшын тілінде жазылған және осы зерттеу жұмысы

мақсатына сәйкес келетін белгілі критерийлерге жанасты. Іздеу кезінде пайдаланылған іздеу кілт сөздері немесе сөз тіркесі келесідей болды:

- («ғадауат тіл», қорлайтын тіл немесе кемсіту тілі),
- (нейрондық желі) және (машиналық оқыту).

Бірінші көрсетілген іздеу жолын қолданғанда онлайн желі кітапханаларының кеңейтілген іздеу мүмкіндігіндегі "мәтіннен немесе тақырыптардан кем дегенде біреуін табу" болып табылады. Ол ғадауат сөздерін анықтауға қатысты барлық құжаттарды іздеуге арналған. Екінші іздеу жолы онлайн іздеу мүмкіндігінен «дәл бірдей табу» үшін пайдаланылады. Бұл іздеу жолы нейрондық желілерге және машиналық оқытуға қатысы жоқ барлық ғылыми мақалаларды сүзу үшін пайдаланылады.

Ғылыми зерттеу жұмысы [6] ғадауат тілді сөздерді анықтау үшін ғадауат пен қорлаушы сөздерді жинауға прагматикалық яғни, тілдік таңбалардың қызметін зерттеу саласын басшылыққа алған. Деректер жинағы Crowdfower және басқа зерттеу жұмыстарында оған қолмен жинақталу арқылы пайдаланылған деректер жиынтығы [7] біріктірілген. Оқу жаттығуы жинағы 21 000 твиттерді, ал тестілеу мен тексеру жаттығуы жинағында 2 010 твиттер бар, әр класста 670 твиттен бар. Нәтижелер көрсеткендей, бұл зерттеу әдісі твиттің ғадауат немесе ғадауат емес екендігін екілік классификацияны пайдаланып анықтау кезінде 87,4% дәлдікке қол жеткізеді және үштік классификация арқылы твиттерді ғадауат тілді емес, таза немесе кемсіту сөздер кездеседі деп тапқан кезде 78,4% дәлдікке қол жеткізеді.

Келесі ұсынылып отырған ғылыми мақалада [8] Оңтүстік Африкалық твиттердегі ғадауат тілді сөздерді машиналық оқыту әдісі арқылы анықтауға арналған. Twitter - Оңтүстік Африкадағы ең танымал әлеуметтік желі. 2019 жылдың 5 мамыры мен 13 мамыры аралығында Twitter Achiver көмегімен барлығы 21 350 твит жиналды. Сесото, исизулу және африкан сөздері бар ағылшын тіліндегі аралас кодты твиттерден басқа, ағылшын тілі кездеспейтін твиттер жойылды. Бұл зерттеуде келесідей машиналық оқыту әдістері қолданылды: SVM, кездейсоқ орман (Random Forest), градиентті күшейту (Gradient Boosting) және логистикалық регрессия (Logistic Regression). Сипаттама n-граммы бар оңтайландырылған SVM 0,646 жалпы дәлдікпен өшпенділік сөздері үшін 0,894 ең жақсы шынайы оң көрсеткішті көрсетті, ал ғадауат сөздер үшін өте төмен шынайы оң көрсеткішті 0,069 тіркеді.

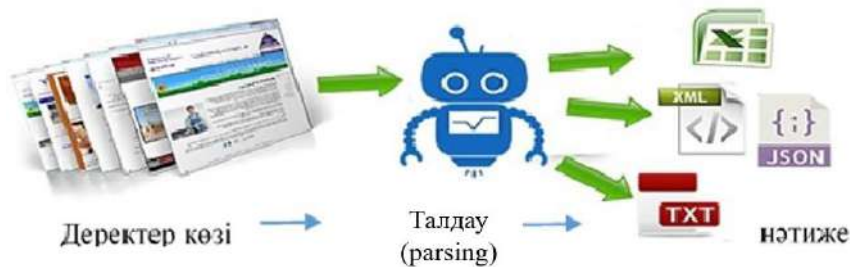
Зерттеу жұмысы [9] урду тіліндегі ғадауат сөздерді және урду тілінің роман тіліндегі сөздерді анықтауға арналған. Қолданылған римдік урду деректер жинағы Github сайтында 147 000 пайдаланушы түсініктемелерімен кез – келген адамға қол қолжетімді. Дегенмен, ғадауат тілді анықтау үшін қолдануға болатын стандартты урду деректер жинағы жоқ, оның орнына авторлар Үндістан мен Пәкістанда жүктеп салынған саясат, ойын-сауық, дін және спорт туралы Youtube бейнелерінен пайдаланушы пікірлерін қолмен жасап, жинады. Деректер жиынына аннотация жасау үшін 3 магистрант пен жергілікті спикерлер тағайындалады. Зерттеу жұмысында келесі әдістер қолданылады: LogitBoost, AdaBoost процедурасына негізделген, ол үлгіні дайын болған үлгілерде жаттықтырады. Ал басқа әдіс қарапайым регрессия функциясы (SimpleLogistic). Бұл зерттеу сонымен қатар SVM, Naive Bayes, Heffding ағашы және K-ең жақын көрші сияқты басқа әдістерді қолданды. SimpleLogistic символдық триграмманы пайдаланып урду деректер жинағында F1 ұпайына 95,8% және римдік урду деректер жинағында 98,3% жетті.

Ғылыми зерттеу жұмысында [10] индонезиялық твиттердегі ғадауат тілді сөздерді анықтауға арналған. Индонезия әлеуметтік медианы көптеген мақсаттарда қолданатын елдердің бірі. Деректер жинағы Twitter API арқылы қолмен сканерленді және сүзгілеуден өтті және 20 ерікті адам декректтер қорын жинауға көмек берді. Ол 100% аннотатордың келісімімен пайдаланылады, сондықтан басқа белгісі бар твиттер деректер жиынынан жойылады. Барлығы 2016 твиттер. Бұл зерттеуде келесі әдістер қолданылды: Naive Bayes, SVM және Random Forest Decision Tree (RFDT). Нәтиже көрсеткендей, Naive Bayes SVM және RFDT-тен жақсырақ, F1 ұпайы 86,43% сөз unigram мүмкіндігін шығару арқылы жүзеге асты.

Ғылыми жұмыста [11] онлайн контентте ғадауат сөздерді анықтау әдісі ұсынылды. Адамдардың (яғни аккаунттардың) басқа адамдарға (яғни, басқа аккаунт иегерлеріне) бірдеңе айтатын (мысалы, твиттер) аккаунттары киберкеңістіктегі цифрлық микроортаның анықтамасы болып табылады. Деректер жинағы 9 488 аннотацияланған твиттерді (пікірлерді) қамтиды. Жіктеу әдісі RFDT пайдаланады. Бұл зерттеу мәтіндік айнымалыларға қарағанда метадеректерге көбірек көңіл бөледі.

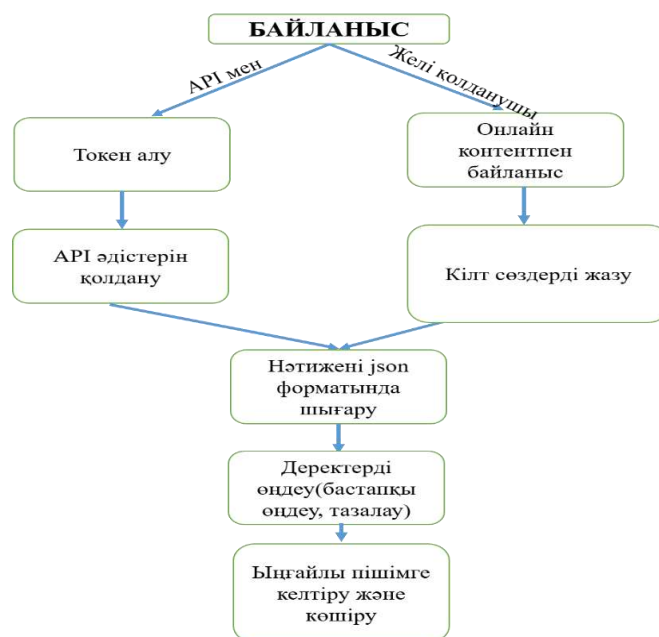
Зерттеу нәтижелері

Жоғарыдағы зерттеу жұмыстары көрсеткендей көптеген тілдер үшін бейәдеп немесе кемсіту сөздерінің корпусы бар екенін анықталды, ендігі кезекте онлайн контенттегі әлеуметтік желілерден қазақ тілі үшін ғадауат тілді пікірлер деректер қорын жинау қолға алынды, осы мақсатта машиналық оқыту және анықтау алгоритімін құру үшін онлайн контенттен мәліметтер қорын жинаймыз. Әлеуметтік желілерге, БАҚ құралдарына және сайттарға жарияланатын пікірлер мен құжаттар «сүзгілеуден» өтуді қажет етеді. Онлайн контенттегі қазақ тілді ғадауат сөздерге арналған тосқауылдар болмағандықтан, ғадауат сөздер қамтылған мәтіндер, сөздер корпусын құруды жөн көрдік. Текстік мәліметтер қоры сөздердің, сөз тіркестерінің немесе сөйлемдердің «эмоциясын» анықтау үшін жинақталады. Корпус екі бөліктен тұрады: бейәдеп және бейтарап, яғни ешқандай жағымсыз пікірлер кездеспейтін мәтіндер. Төмендегі сурет 1-де интернет көздерінен ақпараттар тізбегін парсинг (интернет ресурстардан ақпарат іздеу және жинау) жасау көмегімен алып, нәтижелерді JSON немесе Excel кестелік редакторында қол жетімді бола алатындығы бейнеленген.



Сурет 1. Мәліметтерді жинау

Мәліметтерді жинау барысында 2 типті парсинг құру туралы шешім қабылданды: API негізінде парсинг жасау және кілттік сөздерді пайдалану арқылы өзіңнің «веб - шолғышыңды» жасау. Әр типтің өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Қолданбалы бағдарламалау интерфейсі (API) – бір бағдарлама басқа бағдарламамен әрекеттесе алатын жаңа бағдарламалық қолданбаларды құруға арналған интерфейс түріндегі класстар, процедуралар мен функциялар жиынтығы. Бұл бағдарлама жасаушыларға өз өнімдерінің функционалдығын кеңейтуге және оны бағдарламалық жасақтамалармен байланыстыруға мүмкіндік береді. Төменде ұсынылып отырған сурет 2-де мәліметтер қорын жинау процессіндегі 2 типті парсинг жасаудың сызбасы көрсетілген. Төкен ала отырып API интерфейсі арқылы және желі қолданушы аккаунттарын пайдалана отырып отырып деректер базасына қол жеткізу алгоритмі баяндалған.



Сурет 2. Екі типті парсинг үшін мәліметтер қорын жинау

Бірінші схема бойынша API интерфейсындағы әзірлеуші жасаған парсер бойынша, бұл әдіспен жұмыс жасау үшін, алдымен, байланыс орнату керек, яғни токен алып, байланысқа қол жеткіземіз. Токенді бағдарлама жасақтаушы бөлімінен тікелей алып және кейінірек мәліметтер қорына қол жеткізу үшін де қолдана берсе болады. Деректерді кез – келген пішінге түрлендіру қызметтерін ұсына алады. Содан соң керекті мәліметтер қоры «тазалаудан» өтеді, келесі қадам бойынша бұл мәліметтер сақталады және оны машиналық оқыту кезінде ғадауат тілді сөздерді анықтауда қолдануға болады.

Екінші тармақ бойынша, бұл жерде байланыс басқаша орнатылады, веб беттерге кіру үшін, өз қолданушы интерфейсіңізді құрып, мәліметтер қорын жинай аласыз. Яғни, онлайн контент сайттарынан, әлеуметтік желілерден «эмоцияға» толы мәліметтерді жинаймыз. Бұл әдіс басында жалықтырғанмен, мәліметтерді жинап біткенде жұмыстың логикасы қилысатынын байқауға болады.

Әлеуметтік желілерде бағдарлама құрастушыларға арналған орта бар, әдістерді пайдалану арқылы ашық группалардан деректерді қауіпсіз түрде алуға мүмкіндік бар.

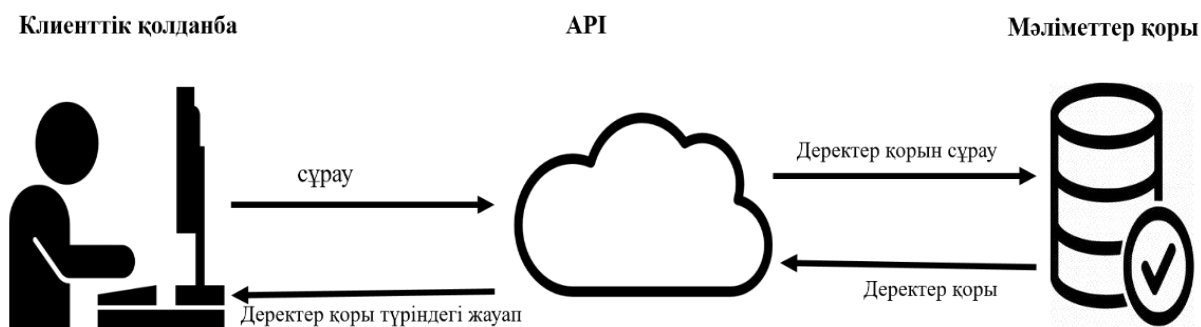
API дайын әдістерді қамтамасыз ететіндіктен, бағдарлама әзірлеуші іс жүзінде ештеңе жасай алмағандықтан, біз екі әлеуметтік желіні таңдадық: Вконтакте және Instagram желілері. API интерфейсімен және басқа әдістермен қалай жұмыс істеуі бойынша талдау жүргізсек, API интерфейсі бойынша деректерді, мәліметтерді жинау ешқандай қиындық тудырмайды, себебі дұрыс ұйымдастырылған алгоритмдер тізбегінен дұрыс және нақты ақпараттар алуға мүмкіндік бар.

Әлеуметтік желілерден жазбаларды алу үшін API қызметіне кіру қажет, кіру үшін ешқандай код жазудың қажеттілігі жоқ. «Токенді алу» түймесін басып, бағдарлама құрушы бөлімін ашып, содан кейін қызметке қосылу кезінде осы таңбалаушыты таңдауға мүмкіндік береді, бағдарлама әзірлеушіге пайдасы бар әдістер тізімі беріледі. (Кесте 1) [12].

Кесте 1. VK API бойынша әдістер жиыны

Әдістер	Анықтамасы
<i>users.get</i>	Пайдаланушы туралы ақпарат алу
<i>account.getInfo</i>	Ағымдағы аккаунт туралы ақпаратты қайтару
<i>groups.getMembers</i>	Қауымдастық мүшелерінің тізімін қайтарады
<i>Get</i>	Пайдаланушыдан немесе акаунттан жазбалар тізімін қайтарады
<i>wall.getById</i>	Идентификаторлары бойынша пайдаланушылардың әлеуметтік желілерінен жазбаларды қайтарады
<i>wall.getComment</i>	Пайдаланушылар әлеуметтік желісіне пікірлер тізімін қайтарады

Сонымен қатар, төмендегі сурет 3-те деректер қорын жинау процессіндегі API интерфейсі пайдалана отырып, қол жеткізу көрсетілген.



Сурет 3. Деректерді жинау процессінің схемасы API бойынша көрсетілімі

Көшірмелерден құтылу үшін функционалдықты дайындаймыз, бұл дегеніміз алдында кездескен, ғадауат сөздердің қайталануына жол бермейміз. Қолданушылар пікір жазу барысындағы грамматикалық қателерді кетіреді, мысалы ретінде «шошқа» сөзінің мағынасынан жағынан «шошқа» сөзінен айырмашылығы болмағанымен, жазылу емлесіне сәйкес келмейтіндігін аңғаруға болады. [10]

Ғадауат сөздерден тұратын мәліметтер қоры төмендегі типтегі мазмұнды тексттерді қамтиды:

1. *Адамның бойы бойынша*, демек бойының ұзындығын немесе қысқалығын басшылыққа ала отырып, сөз арқылы жәбір көрсету, мысалы, «мыртыған қортық», «бойы сорайған керік» деген сияқты сөз тіркестері кездеседі.

2. *Жасы бойынша (эйджизм)* – адамның жасына байланысты алалау, егде жастағы адамдарды, кішкентай балаларды кемсітуде жиі қолданылатынын байқауға болады. Мысалы, «кәрі кемпір», «кәрі қарға», «алжыған қақпас», «қаршадай болып бәлесін қарашы» деген сияқты сөз тіркестері кездеседі.

3. *Қасталық дискриминация* – белгілі бір тұрғылықты жердегі адамдарды, шығу тегіне немесе санының аз болуына қарай қоғамдық топтарды құқығын шектеу немесе бөлу, мысалы, солтүстік тұрғындарын «орыстар», «мәңгірттер», оңтүстік тұрғындарын «ежиктер» деген сияқты атаулы сөз тіркестерін кездестіруге болады.

4. *Мамандығына немесе жұмыс сферасы бойынша дискриминация*, қандай да бір мамандық иесін кемсіту, мысалы әншілерді «секеңдеген ешкі» немесе дәрігерлерді «қолына ақша бермесең өлгеніңмен жұмысы жоқ», сонымен қатар «топастар ғой, дипломын сатып алған» деген мағынадағы сөз тіркестерін кездестіруге болады.

5. *Эйлизм немесе дисаблизм* – адамдарды мүгедектік сипатына немесе физикалық ерекшеліктері бойынша алалауды жатқызуға болады, мысалы «кеміс», «жынұрған», «топас», «құбыжық» деген сөздер топтамасын осы бөлімге жатқызуға болады.

6. *Расизм* – этникалық шығу тегіне және нәсіліне қарай адамдарды бөліп қарау. Нәсілшілдер адамның түр – түсіне, өзін -өзі ұстау ерекшелігі мен жүріп-тұру әдебіне қарай оны өзгелерден бөліп көрсетуге, басқаша екенін кемсіту арқылы дәлелдеуге тырысады, мысалы «өзбек», «сарт», «кәпір», «орысқұл», «шошқақұл», «арапқұл» деген сөз тіркестерінен тұратын сөйлемдерді кездестіруге болады.

7. *Діни сенімі бойынша дискриминацияда* адам өзі сенетін және ұстанатын дінін басқалардан жоғары қояды, яғни өзге дінді ұстанатындарды төмендетіп, алалауға тырысады, «исламистер», «арапқұлдар», «кәпірлер» деген сөз тіркестерінен байқауға болады.

8. *Сексизм* – адамды жынысына байланысты бөліп, бірінен екіншісін артық қою. Гендер теңсіздігімен байланыстыруға болады. Сексизм – әйел мен ер адамдарды жынысына қарай алалау, күші мен құқығын тең етіп қабылдамау, мысалы «гейлер», «лесбилер», «қатын екенсін» деген ғадауат тілді сөздер бар сөз тіркестерін байқауға болады.

Нәтижені талқылау

Жиналған деректерді сүзгіден өткізу нәтижесі

Ақпаратты жинау модулі – интернеттегі ашық көздерден ақпаратты алуға және оны одан әрі өңдеуге жауапты. VKontakte әлеуметтік желісіндегі деректерді талдау үшін Python бағдарламалау тілін пайдалана отырып, әлеуметтік желіден пікірлерді жинақтау құрылымы жасалды. Біз ресми VK API қолдандық және Қазақстандық әлеуметтік желі профильдерін ішінара талдадық, сонымен қатар деректерді Excel деректермен жұмыс жасаушы бағдарламасында сақтадық.

Біз жиналған деректердің бәрін пайдаланбаймыз, өйткені деректерге талдау жүргіземіз, мысалы біздің тақырыбымызға сәйкес келмейтін пікірлерді қамтымаймыз. Біз әрбір ұяшықта бізге қажетті кілт сөздердің бар – жоғын тексердік, жаздық, «шошқа», «жексұрын», «сені жек көргенім сонша, өлтіремін» деген сияқты сөздерден тұратын сөз қоржынын жасақтадық.

Автоматтандыру арқылы онлайн контенттен жиналған мәліметтерді, мағынасына және кездесетін жағымсыз сөздерді ескере отырып, ғадаут тілді сөздерді және сол сөздерден тұратын сөйлемдер қатарын сурет 4-те көрсетілгендей 1 кодымен ерекшеледі, ал ондай классқа жатпайтын сөздер мен сөйлемдер қатарын 0 – мен белгілеп, ұяшықтарға орналастырдық.

	A	B	C	D	E
19	Қарғайың келіме??ш *й*н емесіңо бәрібір қарғасың куда денешьса	1			1
20	Народ за измени себя...мужа не пасадил в тюрьму ...бетин де тирлигинде ноль го !	1			1
21	Обыңды тоқызған ду мысы ☹	1			1
22	Телефонды қарасақ болды жылт етіп шыға қойат осы «*»н кетш	1			1
23	Ертегі айтқанды қашан қояды а		1		1
24	*таңның басы	1			1
25	бағдыда алдын *терем деп артын *теріп киберилпін болып тұр гой ☹	1			1
26	Билікесілер *жалымыздан,бұрын өлтіретін болды ау	1			1
27	Ешні бастаған қой *ңбас қ*тын бастаған ел оңбас!!!	1			1
28	Бл* басталды	1			1
29	жепсындер пошли на ...	1			1
30	К*тине тык н*х сол вакцинанды	1			1
31	Страна д*рков. Большое сказать не чего	1			1
32	К*тлар д*лба*бтар керек пе өздеріне сала бермей ме бля как а**бал все я вышел бы воевать	1			1
33	С*ка заставляет жұмыстан шығыб кеткендер өздері скориды амдасын	1			1
34	Анау апайды *тып тастау керек деп ойлаймын	1			1
35	Ал с *мелек казактар Шукрбайлар қ*л болуға дайындалындар *...т*рпилье	1			1
36	П*ад*ц с*на мыналар барго ш*ш*н сг*нд*р	1			1
37	Айтып отқан к*ғынды жоқмын жұмыстан п*здуй н*күйз	1			1
38	Бастықтарыңды үйінің алдынан ұстап алып к*тін айырып тастау керек одан басқа ажал қалмады			1	
39	ағайындар 90шы жылдардағыдай	1			1
39	Мына *нбаған к*ғынды жұмысынан шығару керек ақенаузын *райыңды!	1			1
40	Т*пас	1			1
41	К*тын *йрайық	1			1
42	Ондай т*пас өз тілін бізмейтін министр смақ не керек ☹☹☹☹	1			1
43	Бас басына би болған ақпей қ*қым!	1			1
44	Әй қоналың пи...	1			1
45	*сылып қалшы	1			1
46	К*рбақ	1			1

Сурет 4. Жинақталған мәліметтер қоры

Жоғарыдағы Excel форматындағы жинақталған қазақ тілді мәліметтер қорынан байқағанымыздай, гадауат сөздерден құралған сөйлемдердің қазақ тілінің эмлесіне сай жазылмағандығын байқауға болады. Яғни, машиналық оқыту әдістерін пайдалану арқылы қазақ тілі үшін онлайн контенттегі гадауат сөздерді анықтауда, осы мәселені басты назарда ұстауды қарастырады. Сөздердің жазылуы әр түрлі болғанымен, адам оның мағынасын түсіне алады. Мысалы, «сен шошқасын» сөйлемінің қазақ тілі эмлесі бойынша жазылу нұсқасы «сен шошқасын», дегенмен сөйлемнің мағынасы түсінікті. Сонымен қатар, қазақ тіліндегі кейбір жалғаулар сөздің түбірін өзгертеді. Сөз түбіріне жалғауларды жалғау кезінде «п» әрпі «б» әрпімен, «қ» әрпі «ғ» әрпімен, «к» әрпі «г» әрпімен ауыстырылады. Мысалы, «ы» жалғауын «кітап» сөзіне жалғағанда «кітабы» сөзін аламыз. Осы ережені ескере отырып, негізді дұрыс анықтау үшін арнайы checkWord() әдісі қазақ тілі үшін қолданылады. Дерекқорда соңы жоқ сөз бар - жоғын тексереді. Мәліметтер қорында мұндай сөз жоқ болса, сөздің соңғы әрпі checkWord() әдісімен тексеріледі.

Қорытынды

Қазіргі таңда, әлемде әлеуметтік желіні пайдалану күннен күнге артып келеді, қазақ тілді контенттер саны да күн сайын көрсеткіші жоғарылауда. Онлайн білім беру, бизнестердің онлайн түрде дамуы үлкен жетістіктерге жетелеуі және уақытты үнемдеуі зор ықпалын тигізуде. Дегенмен, онлайн контенттегі қолданылатын бейәдеп сөздердің өсуіне де әкеліп соғады. Бұндай сөздер басқа қолданушыға жеткенше машиналық оқытуды әдістерін пайдалана отырып, жағымсыз пікірлер анықталып және бұғатталуы тиіс. Осы істі жүзеге асыру мақсатында бейәдеп сөздер корпусын жианқтадық. Болашақта қазақ тілінің ерекшеліктерін қолдана отырып, корпусты толықтыру және жағымсыз пікірлерді анықтау үшін терең оқыту моделін әзірлеу.

Машиналық оқыту ғылымда үнемі өсіп, жаңа қарқынға ие болып отыратын система ретінде қарастыруға болады қорқыту – үркітудің түрлері және оларды анықтаудың белгілері осы ғылыми зерттеу жұмысында келтірілді. Сонымен қатар, деструктивті мәліметтер қорын іздеуде автоматтандырылған жүйе қажет екендігі көрсетілген. Осы мақсатта қолданылған әдістер жиынтығын көрсетіп отырымыз. Іздеу жолдарын және олардың бір – бірінен ерекшелігін байқауға болады.

Жинақталған мәліметтер қорын алдыңғы уақытта табиғи тілдерді өңдеу және машиналық оқыту әдістерін пайдалана отырып онлайн контентте анықтауға қолдануға болатындығын, гадауат сөздер тізбегінің қай түріне жататындығын анықтауға болатындығын байқап отырымыз. Сонымен қатар, онлайн контенттегі гадауат сөздерді анықтаудың моделін құруға болатындығын байқап, болашақтағы ғылыми зерттеуіміздің басты мәселесі ретінде алуға болатыны талқыланды.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі:

- 1 Salloum, S. A., Alshurideh, M., Elnagar, A., & Shaalan, K. (2020, April). *Machine learning and deep learning techniques for cybersecurity: a review*. In *The International Conference on Artificial Intelligence and Computer Vision* (pp. 50-57). Springer, Cham.
- 2 Yu, M., Huang, Q., Qin, H., Scheele, C., & Yang, C. (2019). *Deep learning for real-time social media text classification for situation awareness—using Hurricanes Sandy, Harvey, and Irma as case studies*. *International Journal of Digital Earth*, 12(11), 1230-1247.
- 3 Қазақстан бойынша медианы қолдану (ekonomist.kz) [Электрон. ресурс].- 2021. – URL: <http://ekonomist.kz/zhussupova/mediapotreblenie-kazahstan-2021-internet/>
- 4 Mohan, A., Singh, A. K., Kumar, B., & Dwivedi, R. (2021). *Review on remote sensing methods for landslide detection using machine and deep learning*. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 32(7), e3998.
- 5 Mussiraliyeva, S., Omarov, B., Yoo, P., & Bolatbek, M. (2021). *Applying machine learning techniques for religious extremism detection on online user contents*. *Computers, Materials and Continua*, 70(1), 915-934.
- 6 Singh, J. P., Kumar, A., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2020). *Attention-based LSTM network for rumor veracity estimation of tweets*. *Information Systems Frontiers*, 1-16.
- 7 Canhoto, A. I., & Clear, F. (2020). *Artificial intelligence and machine learning as business tools: A framework for diagnosing value destruction potential*. *Business Horizons*, 63(2), 183-193
- 8 Yuan, S., & Wu, X. (2021). *Deep learning for insider threat detection: Review, challenges and opportunities*. *Computers & Security*, 104, 102221..
- 9 Mühlhoff, R. (2020). *Human-aided artificial intelligence: Or, how to run large computations in human brains? Toward a media sociology of machine learning*. *new media & society*, 22(10), 1868-1884.
- 10 Neupane, D., & Seok, J. (2020). *Bearing fault detection and diagnosis using case western reserve university dataset with deep learning approaches: A review*. *IEEE Access*, 8, 93155-93178.
- 11 Kumar, A., Singh, J. P., Dwivedi, Y. K., & Rana, N. P. (2020). *A deep multi-modal neural network for informative Twitter content classification during emergencies*. *Annals of Operations Research*, 1-32.
- 12 VK для разработчиков [Электрон. ресурс].- 2021. – URL: <https://dev.vk.com/method/users.get>

References:

- 1 Salloum, S. A., Alshurideh, M., Elnagar, A., & Shaalan, K. (2020, April). *Machine learning and deep learning techniques for cybersecurity: a review*. In *The International Conference on Artificial Intelligence and Computer Vision* (pp. 50-57). Springer, Cham.
- 2 Yu, M., Huang, Q., Qin, H., Scheele, C., & Yang, C. (2019). *Deep learning for real-time social media text classification for situation awareness—using Hurricanes Sandy, Harvey, and Irma as case studies*. *International Journal of Digital Earth*, 12(11), 1230-1247.
- 3 Kazalstan bojnsha mediany koldanu (2021) (ekonomist.kz) [Use of media in Kazakhstan]. [Jelektron. resurs]. URL: <http://ekonomist.kz/zhussupova/mediapotreblenie-kazahstan-2021-internet/> (In Kazakh)
- 4 Mohan, A., Singh, A. K., Kumar, B., & Dwivedi, R. (2021). *Review on remote sensing methods for landslide detection using machine and deep learning*. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 32(7), e3998.
- 5 Mussiraliyeva, S., Omarov, B., Yoo, P., & Bolatbek, M. (2021). *Applying machine learning techniques for religious extremism detection on online user contents*. *Computers, Materials and Continua*, 70(1), 915-934.
- 6 Singh, J. P., Kumar, A., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2020). *Attention-based LSTM network for rumor veracity estimation of tweets*. *Information Systems Frontiers*, 1-16.
- 7 Canhoto, A. I., & Clear, F. (2020). *Artificial intelligence and machine learning as business tools: A framework for diagnosing value destruction potential*. *Business Horizons*, 63(2), 183-193
- 8 Yuan, S., & Wu, X. (2021). *Deep learning for insider threat detection: Review, challenges and opportunities*. *Computers & Security*, 104, 102221..
- 9 Mühlhoff, R. (2020). *Human-aided artificial intelligence: Or, how to run large computations in human brains? Toward a media sociology of machine learning*. *new media & society*, 22(10), 1868-1884.
- 10 Neupane, D., & Seok, J. (2020). *Bearing fault detection and diagnosis using case western reserve university dataset with deep learning approaches: A review*. *IEEE Access*, 8, 93155-93178.
- 11 Kumar, A., Singh, J. P., Dwivedi, Y. K., & Rana, N. P. (2020). *A deep multi-modal neural network for informative Twitter content classification during emergencies*. *Annals of Operations Research*, 1-32.
- 12 VK dlja razrabotchikov (2021) [VK for developers]. [Jelektron. resurs]. URL: <https://dev.vk.com/method/users.get> (In Russian)

А.Р. Турганбаева¹, А.А. Канатбекова^{1*}

¹ Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: araika.12.99@mail.ru

МЕДИА ҚҰРАЛДАРЫМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУ ҮШІН ИНФОРМАТИКА БАКАЛАВРЛАРЫН ДАЙЫНДАУДАҒЫ ӘДІСТЕМЕЛІК ТӘСІЛДЕР

Аңдатпа

Қазір түрлі ақпараттық технологиялардың дамуымен қатар, жастарға пайдалы білім беру, теорияны түрлі технологиялармен ұштастыра оқыту үшін ұсынылып отырған білім ордасында бәсекеге қабілетті мамандарды дайындау жүйесін қамту мүмкін емес. Түрлі ақпараттық технологияларды қолдануда қазіргі информатика мұғалімінен электронды бұқаралық ақпарат құралдарын (БАҚ) пайдалана білуді талап етеді, ал бұл аспекті бойынша тақырып қанша жерден өзекті болғанымен білім беру орындарында оқыту әдістемесі әлі қамтылмаған.

Мақаланың мақсаты – ақпараттық технологияларды пайдаланудағы электронды БАҚ рөлін ашу арқылы студенттердің мақсатты мүдделері мен ұстанымдарын анықтау арқылы информатика бакалаврларын даярлаудағы әдістемелік тәсілдерді жетілдіру.

Мақалада болашақ информатика мұғалімдерінің электрондық бұқаралық ақпарат құралдарының жұмыс істеу кезінде оқу және ғылыми-зерттеу қызметін ұйымдастыруда кездесетін мәселелер мен және оны шешуде арнайы сараптамалық талдау түрлері жүргізіліп, әдістемелік тәсілдер ұсынылды. Зерттеу жұмысы барысында жоғарыда көрсетілген мәселелердің шешімін табу мақсатында Ә.Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті, Абай ҚазҰПУ, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің білім беру бағдарламалары қарастырылып, «Электрондық бұқаралық ақпарат құралдары» элективті курсы әзірленді, курстың мазмұны мен аттас оқу құралы тандалынып, онда теориялық материалдан бөлек практикалық тапсырмалар мен сұрақтарды бекітуге арналған материалдар да қамтылды.

Түйін сөздер: электронды БАҚ, әдістемелік тәсілдер, информатика бакалаврларын дайындау, ақпараттық технологиялар, масс медиа, интернет.

Аннотация

А.Р. Турганбаева¹, А.А. Канатбекова¹

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ИНФОРМАТИКИ ДЛЯ РАБОТЫ С МЕДИА

Сейчас, наряду с развитием информационных технологий, невозможно охватить систему подготовки конкурентоспособных специалистов в предлагаемом учебном заведении для предоставления полезных знаний молодежи, обучения теории в сочетании с различными технологиями. Применение информационных технологий также требует от современного учителя информатики умения пользоваться электронными средствами массовой информации (СМИ), а методика обучения в образовательных учреждениях пока не достаточно освещена, насколько актуальна тема по данному аспекту.

Цель статьи – совершенствование методических подходов подготовки бакалавров информатики путем выявления целевых интересов и позиций студентов путем раскрытия роли электронных СМИ в использовании информационных технологий.

В статье проведены специальные экспертные виды анализа и методические подходы к решению проблем, с которыми сталкиваются будущие учителя информатики при организации учебной и научно-исследовательской деятельности при работе с электронными СМИ. В ходе исследовательской работы были рассмотрены образовательные программы Павлодарского педагогического университета им. А. Маргулана, КазНПУ им. Абая, КазНУ им. Аль-Фараби с целью решения вышеуказанных проблем, разработан элективный курс "Электронные СМИ", выбрано содержание курса и одноименное учебное пособие, которое помимо теоретического материала содержит материалы для закрепления практических заданий и вопросов.

Ключевые слова: электронные средства массовой информации, методические подходы, подготовка бакалавров информатики, информационные технологии, масс медиа, интернет.

Abstract

METHODOLOGICAL APPROACHES IN INFORMATICS PREPARATION FOR WORKING WITH MASS MEDIA

Turganbaeva A.R.¹, Kanatbekova A.A.¹
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Now, along with the development of various information technologies, it is impossible to cover the system of training competitive specialists in the proposed educational institution to provide useful knowledge to young people, teaching theory in combination with various technologies. The use of various information technologies also requires a modern computer science teacher to be able to use electronic mass media (mass media), and the methodology of teaching in educational institutions has not yet been covered how relevant the topic is in this aspect. The purpose of the article is to improve methodological approaches to the preparation of computer science bachelors by identifying the target interests and positions of students by revealing the role of electronic media in the use of information technologies.

The article presents special expert types of analysis and methodological approaches to solving the problems faced by future teachers of computer science in the organization of educational and research activities in the work of electronic media. During the research work, educational programs of Pavlodar Pedagogical University named after A. Margulan, KazNPU named after A. Margulan were considered. Abai, Al-Farabi Kazakh National University in order to solve the above problems, an elective course "electronic mass media" has been developed, the course content and the textbook of the same name have been selected, which in addition to theoretical material contains materials for fixing practical tasks and questions.

Keywords: electronic media, methodological approaches, training of bachelors of informatics, information technologies, mass media, internet.

Кіріспе

30 жыл ішінде бұқаралық ақпарат құралдары сан жағынан да сапа жағынанда бірнеше есеге өсті. Осыдан 10 жыл бұрын күнделікті жаңалықтар, елдегі мәселелер, саясат тақырыптары публицистика көлеміндегі қызмет түрлері тек журналистика саласымен шектелсе, бүгінгі күні баспасөз бостандығының арқасында, сондай - ақ түрлі технологиялардың дамуымен қатар қоғам еркін ақпарат түрлерін кез келген салада қолдануда.

Бүгінде күн сайын қоғам арасында көптеген ақпараттардың таралуына байланысты ақпарат медиа органы құрайтын күрделі бұқаралық коммуникация жүйесін құрды. Әсіресе, соңғы жылдары өзінің тығыз қарым – қатынасымен қатар ақпараттық ерекшеліктеріне байланысты болашақ мамандар мен жас-жеткіншектер арасында электронды бұқаралық ақпарат (электронды БАҚ) өте танымалдылыққа ие. Осындай ақпараттық кезеңде жастардың электронды БАҚ құралдары (газет-журнал, теледидар, радио және Интернет) арқылы жетіліп, ақпараттық білім алуымен қатар тәрбиеленіп келе жатқаны бәрімізге белгілі. Заман талабына сай студенттердің ақпарат алмасуына, қарым-қатынасына ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың кеңінен қолданысқа енуі, ақпараттық қоғамды қалыптастыру мен жаңа технологияларды қолдана білу мемлекеттің басты талаптарының бірі. Бұл туралы нақтырақ Елбасының «Жаңа әлемдегі жаңа Қазақстан» Жолдауы, «Ақпараттық Қазақстан-2020» мемлекеттік бағдарламасын негізге алып қарастырсақ болады. «Ақпараттық Қазақстан-2020» мемлекеттік бағдарламасында 9-шы тармақта компьютерлік сауаттылық деңгейі - 80 %, 10-шы тармақта Қазақстанда тіркелген БАҚ-тың жалпы санындағы электрондық БАҚ-тың үлесі – 100% қамтылуына барынша назар аударған [1, 2].

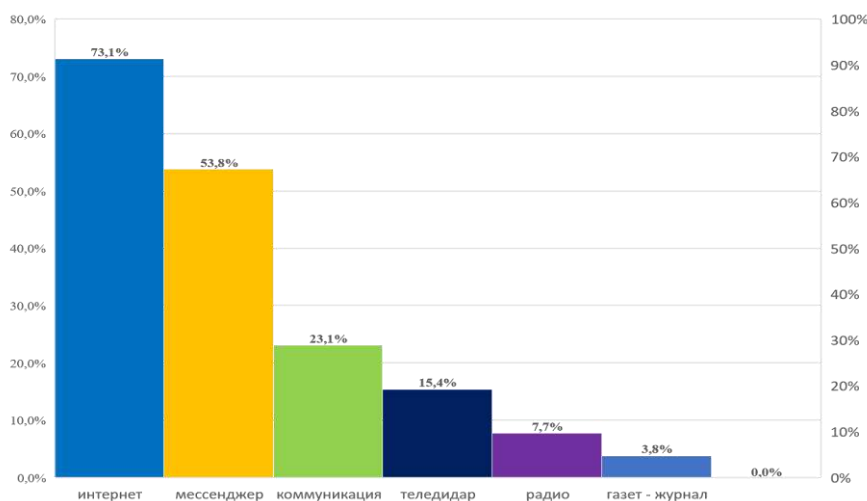
Зерттеу әдістері

Электронды бұқаралық ақпарат құралдары тақырыбын зерттеу барысында эмпирикалық зерттеу (сауалнама, нәтижелерді талдау, библиографиялық зерттеу) әдістері қолданылды. Зерттеу кезеңі бойынша ең бірінші электронды БАҚ құралдарының қоғам арасында қаншалықты маңызды екеніне көз жеткізу үшін 2022 жылғы Ғаламдық (Digital 2022 Global Overview Report) статистикасын есепке алдық. Статистика нәтижесі бойынша Қазақстан халқының санынан (19.1 млн.) интернетті пайдаланушылар саны 16.41 млн -ды қамтыса, бұл барлық адам санының 85,9% - ды құрайды екен. Бұл көрсеткіш 2021 жылдан қарағанда 1,8% - ға ал, 2020 жылмен салыстырғанда 5% - ға артқан [3]. Демек, интернет пайдаланушылар саны артқан сайын ондағы бұқаралық ақпараттар саны да көбеюде.

Зерттеу жұмысы барысында отандық ғалымдар Балұев Д.Г., Каминченко Д.И., Барманқұлов М. [4], Еркімбаев А., Әбдіманов Ө., Омашұлы Н., Засурский Я.Н., Тасболат К., Әбдібек Ж., Бейісбайұлы Б. және Федоров А.В., Левицкая А.А., Челышева И.В., Мурюкина Е.В., Сальный Р.В., Селиверстова Л.Н [5-10] өзге де медиа зерттеушілердің еңбектері қарастырылды. Барлық ғалымдар мен медиа

зерттеушілердің ойынша қазір Қазақстанда оқырманды өз ыңғайына сүйрейтін ақпарат құралдарының қолданылуы аудиторияның жемтікке айналуы, кез келгеннің ақпарат тарату үрдісі бұдан да тереңдей түсе ме деп алаңдауда. Осы тұста біз жастардың бұқаралық ақпарат құралдарын қолданумен қатар олардың қоғамдағы орны мен медиа күзінеттілікті анықтау барысында сауалнама жүргіздік. Сауалнаманың мақсаты болашақ информатика педагогтерінің ЖОО – да күнделікті білім алуымен қатар, олардың сабақ уақытынан тыс оқу – білім сайттары, әлеуметтік желілер, мобильды қосымша жүйелерін пайдалануымен қатар, тереңірек электронды бұқаралық ақпарат құралдары тақырыбының шешімін оңтайластыру.

Сауалнама ЖОО-ның 16 - 24 жас аралығындағы студенттер арасында жүргізілді. Сауалнама жүргізу барысында 5 облыс және Алматы қаласының студенттері қатысты. Оның ішінде Алматы қаласы – 30.8%, Алматы облысы – 7.7% , Ұлытау облысы – 38.5%, Жетісу облысы – 14.5%, Түркістан облысы – 3.8%, Қарағанды облысы – 3.8% - ды құрады. Сауалнама барысында студенттердің арасында ең алдымен "Медиа" түсінігін анықтау, қазіргі жалпыға қол жетімді, әлеуметтік желілердің қолданылуы, Медиа және өзге де ақпараттық құрал түрлеріне деген сенімділік, оқу білім беру үдерісінде берілген тапсырманы орындау барысында қандай сайттарды қолданатындығы жайлы, ЖОО-да медиа күзінеттілікті дамыту, медиа ортаны зерттеуге бағытталған оқу және оқудан тыс бағдарламалар мен түрлі әдістерді сараптау негізінде сұрақтар қарастырылды. Солардың бірі, күнделікті қажетті ақпаратты алу бойынша сауалнама нәтижесі анықталды (1 сурет).

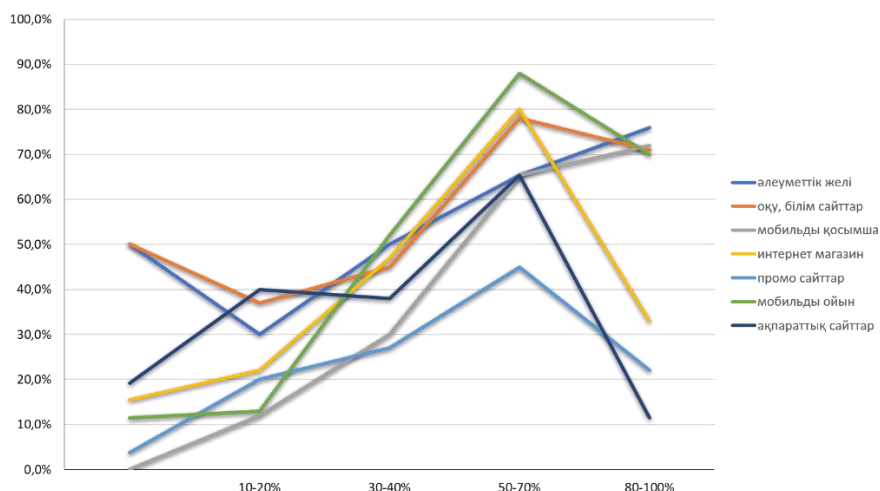


Сурет 1. Ақпаратты алу сервистері

Зерттеу барысында америкалық зертеуші Кайзер Фэмили Фаундейшннің 2021 жылы жастар арасында жүргізген тәжірибесі бойынша 60% жастар тікелей берілген ақпараттан бөлек интернеттегі ақпаратқа көбірек сенетіндігі анықталған. Мысалы адамдар өзінің дәрігерінен көрі интернеттегі медициналық ақпаратқа көбірек жүгінетіні анықталған. Осы ақпаратқа сәйкес жастардың желілік ақпараттарға қаншалықты сенімді екенін анықтау мақсатында сауалнама сұрағы қарастырылды. Сауалнама сұрағының нәтижесі бойынша студенттердің желілік ақпараттарға сену көрсеткіші анықталды (1 кесте, 2 сурет).

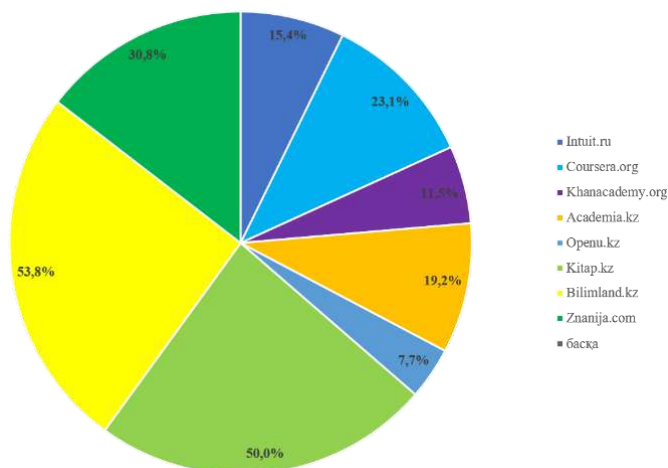
Кесте 1. Студенттердің желілік ақпараттарға сену көрсеткіші

Онлайн ақпарат	10-20%	30-40%	50-70%	80-100%
әлеуметтік желі	23.2%	37%	76.2%	39.2%
оқу, білім сайттар	21%	21.7%	82.3%	47.5%
мобильды қосымша	7.3%	16%	88.5%	69%
Интернет-магазин	15.4%	48.4%	52%	32%
промо сайттар	2%	21%	22.3%	12.4%
мобильды ойын	10.2%	32.3%	47.8%	36%
ақпараттық сайттар	18.4%	65%	77.2%	42%



Сурет 2. Студенттердің желілік ақпараттарға сену көрсеткіші

Келесі сұрақ білім алушылардың оқу білім беру үдерісінде қандай сайттарды қолданылатыны туралы ақпаратқа қол жеткізу барысында қарастырылды. Сауалнама сұрағының нәтижесі бойынша оқу білім беру үдерісінде Intuit.ru – 15.4%, Coursera.org – 23.1%, Khanacademy.org – 11.5%, Academia.kz – 19.2 %, Openu.kz – 7.7%, Kitap.kz – 50%, Bilimland.kz -53.8 %, Znanija.com – 30.8%, өзге сайттар – 23.1% - ды құрады (3 сурет).



Сурет 3. Оқу білім беру үдерісіндегі сайттарды қолдану көрсеткіші

Сауалнама нәтижесін қорытындылай келе, "Медиа", электронды бұқаралық ақпаарат құралдары түсініктерінің студенттер арасында әлі де шикі екендігі анықталды. Сондай-ақ күнделікті қажетті ақпаратты интернет арқылы алатындығы оқу, білім сайттарынан гөрі әлеуметтік желілерді (Instagram – 61.5%, WhatsApp – 84.6%, TikTok – 34.6%, Facebook –11.5%, Telegram – 42.3%, Однокласники – 3.8%) көбірек қолданылатыны, интернетте мәліметтерді іздеу барысында ақпараттың толық қамтылмауы, информатика бакалаврларының білім беру үдерісінде қамтылмағаны анықталды.

Зерттеу жұмысы барысында ҚазҰУ-нің Ақпараттық технологиялар факультеті, Компьютерлік ғылымдар кафедрасы, «6B06103-Компьютерлік инженерия», Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, 6B01507-Информатика, Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 6B01530-Информатика мамандықтарының білім беру бағдарламалары негізге алынды (2-кесте). Компьютерлік инженерия мамандығының білім беру бағдарламасы бойынша информатика бакалаврлары программалау, жасанды интеллект, мобильді қосымша, ақпараттық қауіпсіздік негіздері, Информатика мамандығы бойынша ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, программалау тілдері мен технологиялары, информатиканы оқыту әдістемесі, жасанды интеллект негіздері, компьютердің архитектурасы және операциялық жүйелер, графикалық объектілерді компьютерлік модельдеу технологиясы пәндері оқытылуда [11-13].

Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті 6В01530 – Информатика білім беру бағдарламасының оқу жоспары				
№	Міндетті пәндер	Кредит саны	Элективті пәндер	Кредит саны
1	Информатиканы оқыту әдістемесі	5	Желілік технологиялары	8
2	Қашықтықтан білім беру технологиялары	5	Web-программалау	5
3	Қолданбалы бағдарламалық қамтамасыз ету	5	Ақпараттық қауіпсіздік	5
4	Бағдарламалау	5	Жасанды интеллект негіздері	5
5	Информатика негіздері	10	Компьютерлік модельдеу	3
6	Компьютер архитектурасы және компьютерлік желілер	8	Мультимедия жүйелерді жобалау және құрастыру	4
7	Объектілі-бағытталған программалау	10		
8	Педагогикалық информатика	5		
9	Мәліметтер қоры және ақпараттық жүйелер	5		
10	Мультимедия технологиялары	5		

Зерттеу нәтижесі

Жоғарыда атап өткен мәселелер мен қарастырылған зерттеу жұмысының негізінде болашақ информатика бакалаврларының электронды бұқаралық ақпарат құралдарын қолдануда теориялық тұрғыдан бөлек негізгі практикалық тұрғыда іздеу жүйелерімен жұмыс жасау барысында болашақ информатика бакалаврларына аналитикалық, медиа стереотиптерді талдау, контексті герменевтикалық талдау, этикалық, эстетикалық, семиотикалық әдіс түрлерімен дұрыс жұмыс жасауды негізге алу керек. ЖОО- да білім беру бағдарламаларында электронды БАҚ тақырыбы кеңінен қамтылып, тұтас бір элективті пән ретінде қарастырылуы қажет. Осы негізде, Электронды БАҚ пәнін жеке элективті пән ретінде қарастырып оқу бағдарламасын құрастырылды (4-сурет).



Сурет 4. Электронды БАҚ оқыту бағдарламасы

«Электронды БАҚ»: бакалаврларға арналған көмекші құрал - болашақ информатика педагогтарын даярлаудағы қажеттіліктерді ескере отырып, электронды БАҚ, Медиа және ақпараттық сауаттылық керуені цифрлық қоғамның үндеулері аясында жаңа білім мен дағдыны, оқу қорларын, ақпараттық контенттерді дамытатын әлеуетті күшке айналады деген сенімдеміз.

Электронды БАҚ: бакалаврларға арналған көмекші құрал 2 бөлімнен, 15 оқыту сабақ тақырыптары мен қорытынды сабақтар мен қосымша материалдардан құралған.

1- бөлім:

БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

1.1 Электронды БАҚ және ақпарат түсінігі

1.2 Базалық медиа және педагогтардың ақпараттық құзіреті

1.3 Медиа және ақпараттық сауаттылықты оқыту және оқу педагогикалық тәсілдері

1.4 Білім беруде БАҚ қызметі оқу бағдарламалары

2- бөлім

НЕГІЗГІ МАТЕРИАЛДАР

2.1 Медиа-ақпараттық сауаттылық бойынша таңдаулы материалдар

1-сабақ. Ақпарат және медиа

2-сабақ. Ақпараттың қоғамға әсері

3-сабақ. Электронды БАҚ және медиасауаттылық

4-сабақ. БАҚ материалдарын сыни талдау

5-сабақ. Медиа және ақпаратты бағалау

6-сабақ. Медиа мәтіндер мен дәстүрлі мәтіндерді оқу

7-сабақ. Әлеуметтік жарнама

8-сабақ. Шетелдік бақ қызметтері мен бағдарламаларын талдау

ҚОРЫТЫНДЫ

9-сабақ. Болашақ информатика педагогтерінің негізгі құзыреттіліктері

10-сабақ. Интернетті пайдаланудағы - уақыт

11-сабақ. Менің интернеттегі мүмкіндіктерім

12-сабақ. Ақпаратқа сапалы және жылдам қол жеткізу педагогикалық тәсілдері

13-сабақ. Медиа мен ақпаратты жасау және қолдану

14-сабақ. Интернеттің мүмкіндіктері мен қауіптері

15-сабақ. ЮНЕСКО бағдарламасы

ҚОРЫТЫНДЫ

КУРСТЫ ТОЛЫҚ ҚОРЫТЫНДЫЛАУ

2.2 ҚОСЫМША МАТЕРИАЛДАР

Әр тақырып оқытушы мен студент арасында жүйелі түрде жүргізіліп, сабақ соңында тапсырмалар мен сұрақтар қарастырылады. Мысалы: 1-2 тапсырманың мақсаты студенттердің медиа мәтіндермен жұмыс жасауда, ақпараттық сауаттылығын дамыту.

1-тапсырма. Әлеуметтік сайттардың бірінде көрші мемлекетке қатысты пропагандалық ақпарат түрі берілген. Студент тапсырманы орындау барысында барлық ақпаратты жан – жақты қарастыруы қажет. *Ресей телеарналарына шектеу қою керек пе? Әрине, ақпараттық қауіпсіздік – басым бағыттарымыздың бірі. Бірақ, біз оларды тек соттың үкімімен ғана шектей аламыз. Ә Ресей телеарналарына шектеу қою керек пе? Осыған байланысты азаматтарымыздың шағыны мен сот үкімі болса, біз оны орындаймыз.*

2-тапсырма. Фермерлер gosagro.kz сайтында субсидияларды онлайн ала алады. Субсидиялаудың бірыңғай ақпараттық жүйесі бюджеттің болуына қарамастан өтінімге реттік нөмір бере отырып, “күту парағы” қағидаты бойынша жұмыс істейтін болады. Бюджет фермер тарапынан қосымша іс- қимылсыз “күту парағында “ өтінімдердің кезектілігі бойынша ғана бөлінеді.

Тапсырма барысында студенттер берілген мәтін бойынша интернет серверді пайдалану арқылы мәтінмен жұмыс жасайды. Мәтінге арнайы медиа стереотиптерді талдау, контекстті герменевтикалық талдау, этикалық, эстетикалық, семиотикалық әдіс түрлерін қолдану арқылы ақпараттың ақиқат немесе жалған екендігіне көз жеткізу қажет. Мәтінмен жұмыс жасау барысында кезекті сұрақтарға жауап беруі қажет.

1. Бұл ақпаратты іздеу үшін қай сайтты пайдаландыңыз?
2. Бұл ақпаратты іздеу үшін қанша уақытыңыз кетті?
3. Берілген мәтін түрі нақты ақпарат па?

Пікіргалас

Студенттерге сұрақ қою арқылы біршама міндеттерге қол жеткізуге болады. Бір тапсырма орындау барысында студенттер іздеу әдістерінің түрлерімен таныс болып, мәтінмен жұмыс жасауда мәтіннің ақиқат немесе жалған түрде берілуі, сондай-ақ ақпаратты жылдам әрі тез алу үшін сайттарды дұрыс қолдана білуі жүзеге асады. Сондай-ақ, «Электронды БАҚ»: бакалаврларға арналған көмекші құрал

электронды презентация, тапсырмалар мен сұрақтардан бөлек педагогикалық әдіс – тәсілдер мен топтық жұмыстарды қамтиды.

Жоғарыда берілген пункттерді ескере отыра мәліметтердің толыққанды қамтылуымен қатар, информатика бакалаврларына арналған арнайы көмекші құралдың студенттерге түсінікті түрде берілуі негізге алынды. Барлық ескертпелерді ескере отыра болашақ информатика педагогтеріне арналған «Электронды БАҚ»: бакалаврларға арналған көмекші құралдың электронды нұсқасы әзірленуде. Берілген көмекші құрал бойынша студенттер әдістемелік құрал түрімен толық танысып өздеріне қажет ақпарат түрлерін еркін электронды түрде алуға мүмкіндіктері бар (5-сурет).



Сурет 5. Студенттерге арналған көмекші құрал

Қорытынды

Қоғамда ақпарат туралы түрлі пікір, электронды бұқаралық ақпарат құралдарына деген жаңа көзқарас қалыптасуда. Озық тәжірибелерге сүйеніп, жаңа типті оқыту, яғни әр студенттің қабілетін дамыту үшін қолайлы жағдайлар жасай отырып, оны жан-жақты дамыту. Жаңа технология түрлерін информатика пәнінің кіріктірілген сабақтарында пайдалану, оқушының шығармашылық, интеллекттік қабілетінің дамуына, өз білімін өмірде пайдалана білу дағдыларының қалыптасуына әкеледі.

Зерттеу жұмыстарының нәтижесі көрсеткендей «Электронды БАҚ» тақырыбына жазылған жұмыстардың аз болуына байланысты қоғамда өзара қарама – қарсы түсініктер санына көз жүгірту мүмкін емес. Соңғы уақытта көпшілік көңіл бөліп жүрген бұл тақырыпқа ғылыми талдаулар жүргізілмеуден бөлек жүйелі түрде қарастыратын әдебиеттер саны да көңіл көншілерлік емес. Бұл «Электронды БАҚ» болашаққа қалай әсер етеді, БАҚ – тың жаһандық желіге қосылуы неге әкеледі деген сұрақтардың шешімі әлі де қарастырылуда. Тіпті, электронды БАҚ, медиа, масс медиа, цифрлық сауаттылық, коммуникациялық технологиялар терминдерін бір – бірінен ажырата алмай немесе керісінше бір – біріне ұқсатуы қалыпты жағдай ретінде қаралуы да жайдан жай емес. Электронды бұқаралық ақпарат құралдарын зерттеуде ҚР – ның Ақпарат және коммуникациялар министрі Д. Абаевтың сөзін есепке алуымыз қажет «Бүгінде аудиторияны ұдайы зерттеп, әр оқырманның сұранысын ескеру қажет. Кез келген мәселеге елдік мүдде, ұлттық таным мен тәрбие әрі журналистік этика тұрғысынан қарау басты нысана болуы тиіс [14-15].

Ұсынылып тұрған «Электронды БАҚ»: бакалаврларға арналған көмекші құрал – болашақ информатика педагогтеріне өз үлесін қосып қана қоймай, еліміздегі жас бакалавр студенттеріне өз ықпалын тигізеді деген сенімдеміз. Қазір ақпарат тасқынында бұрмаланған ақпарат көздерінен шынайы материалдарды ажыратумен қатар, саналы, білімді ұрпақ тәрбиелеу мемлекетіміздің басты міндеті.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1300000464>
- 2 «Государственная программа «Информационный Казахстан – 2020» https://egov.kz/cms/kk/articles/gp_inf_kaz_2020
- 3 Digital 2022 Global Overview Report <https://www.slideshare.net/DataReportal/digital-2022-kazakhstan-february-2022-v01>
- 4 Барманқұлов М. Телевизия: бизнес әлде билік? <http://barmankulov.kz/?p=32>

- 5 Федоров А.В., Левицкая А.А. Программа учебного курса для вузов «Массовое медиаобразование в странах СНГ». М.: ОД «Информация для всех», 2020. 20 с.
- 6 Федоров А.В., Левицкая А.А., Чельшева И.В., Мурюкина Е.В., Сальный Р.В., Селиверстова Л.Н. Массовое медиаобразование в странах СНГ. М.: ОД «Информация для всех», 2020. 273 с.
- 7 Каминченко Д.И. Сравнительный анализ информационной повестки дня средств массовой информации и современных социальных медиа // Медиаскоп. 2019. Вып. 4. <http://DOI: 10.30547/mediascope.4.2019.3>
- 8 Федоров А.В. Массовое медиаобразование в странах СНГ // Медиаобразование: материалы Третьей междунар. науч.-практ. конф. (Челябинск, 27–28 ноября 2018 г.) / сост. А.А. Морозова.
- 9 Fedorov, A. Mass Media Literacy Education in Ukraine: XXI century // Журнал Министерства народного просвещения. 2019. 6 (1): 14-31.
- 10 Fedorov, A. Mass Media Literacy Education in Ukraine: XXI century // Журнал Министерства народного просвещения. 2019. 6 (1): 32.
- 11 Казахский национальный университет им. Аль-фараби, факультет информационных технологий, кафедра компьютерных наук, «6B06103-компьютерная инженерия факультет информационных технологий, кафедра компьютерных наук, учебная программа по специальности «6B06103 - Компьютерная инженерия» https://www.kaznu.kz/ru/education_programs/bachelor/speciality/1729
- 12 Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Институт математики, физики и информатики, учебная программа по специальности 6B01507 - Информатика https://www.kaznpu.kz/docs/ins_informatiki/op/601507_kaz.pdf
- 13 Некоммерческое акционерное общество "Павлодарский педагогический университет имени А. Маргулана", учебная программа специальности 6B01530 - Информатика http://esuvo.platonus.kz/#/register/education_program/application/23054
- 14 QAZAQSTANTARIHY// Д. Абаев: «Қазақ» газеті атында арнайы сыйлық тағайындаймыз <https://e-history.kz/kz/news/show/3580>
- 15 Qamshy.kz// Абаев: Ұлттық мүдденің жалаң ұранмен алмасып кетуі басты мәселеге айналды <https://qamshy.kz/article/32860-abaev-ulattyq-muddeninh-dgalanh-uranmen-almasyp-ketui-basty-maselege-aynaldy>

References:

- 1 Informacionno pravovaja sistema normativnyh pravovyh aktov Respubliki Kazahstan (2020) <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1300000464>.
- 2 «Gosudarstvennaja programma «Informacionnyj Kazahstan – 2020» (2020) https://egov.kz/cms/kk/articles/gp_inf_kaz_2020.
- 3 Digital 2022 Global Overview Report (2022) <https://www.slideshare.net/DataReportal/digital-2022-kazakhstan-february-2022-v01>.
- 4 Barmankulov M.(2019) Televizija: biznes alde bilik? <http://barmankulov.kz/?p=32>
- 5 Fedorov A.V., Levickaja A.A. (2020) Programma uchebnogo kursa dlja vuzov «Massovoe mediaobrazovanie v stranah SNG». М.: ОД «Информация для всех», 20 с.
- 6 Fedorov A.V., Levickaja A.A., Chelysheva I.V., Murjukina E.V., Sal'nyj R.V., Seliverstova L.N (2020). Massovoe mediaobrazovanie v stranah SNG. М.: ОД «Информация для всех», 273 с.
- 7 Kaminchenko D.I.(2019) Sravnitel'nyj analiz informacionnoj povestki dnja sredstv massovoj informacii i sovremennyh social'nyh media // Mediaskop. Vyp. 4. <http://DOI: 10.30547/mediascope.4.2019.3>
- 8 Fedorov A.V.(2018) Massovoe mediaobrazovanie v stranah SNG // Mediaobrazovanie: materialy Tre'tej mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Cheljabinsk, 27–28 nojabrja) / sost. A.A. Morozova.
- 9 Fedorov, A.(2019) Mass Media Literacy Education in Ukraine: XXI century // Zhurnal Ministerstva narodnogo prosveshhenija. 6 (1): 14-31.
- 10 Fedorov, A.(2019) Mass Media Literacy Education in Ukraine: XXI century // Zhurnal Ministerstva narodnogo prosveshhenija.6 (1): 32.
- 11 Kazahskij nacional'nyj universitet im. Al'-farabi, fakul'tet informacionnyh tehnologij, kafedra komp'juternyh nauk, «6B06103-komp'juternaja inzhenerija fakul'tet informacionnyh tehnologij, kafedra komp'juternyh nauk, uchebnaja programma po special'nosti «6B06103-komp'juternaja inzhenerija» https://www.kaznu.kz/ru/education_programs/bachelor/speciality/1729
- 12 Kazahskij nacional'nyj pedagogicheskij universitet im. Abaja, Institut matematiki, fiziki i informatiki, uchebnaja programma po special'nosti 6B01507-Informatika https://www.kaznpu.kz/docs/ins_informatiki/op/601507_kaz.pdf.
- 13 Nekommercheskoe akcionerное obshhestvo "Pavlodarskij pedagogicheskij universitet imeni Al'keja Margulana", uchebnaja programma special'nosti 6B01530-Informatika http://esuvo.platonus.kz/#/register/education_program/application/23054.
- 14 QAZAQSTANTARIHY. D.Abaev:Qazaq gazety atynda arnaiyi siylyq tagayindaimyz <https://e-history.kz/kz/news/show/3580>.
- 15 Qamshy.kz. Abaev: Ulltyq muddenin zhalan uranmen almasyp ketui basty baselege ainaldy <https://qamshy.kz/article/32860-abaev-ulattyq-muddeninh-dgalanh-uranmen-almasyp-ketui-basty-maselege-aynaldy>.

USING IoT FOR WEB APPLICATIONS WITH FACE RECOGNITION METHOD IN DISTANCE LEARNING

Tutkyshbayeva Sh.S.^{1}, Zakirova A.B.¹*

¹*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*
**e-mail: shyryn.tutkyshbaeva@gmail.com*

Abstract

The article is devoted to the methodology and new technology of image and face recognition, which are relevant during the pandemic and distance learning. The methods used to create image recognition technologies and their practical results are considered in detail. The result of the Face ID algorithm using the face recognition method was shown in a web application. During the experiment, the advantages and disadvantages of the face recognition method were determined. The article contains a comparative indicator of facial recognition methods in the following categories: facial recognition accuracy; face recognition time; the occurrence of a problem in facial recognition. Among the methods of facial recognition for a web application, the Viola-Jones method showed the best results. The article shows the result of using the Viola-Jones method for authentication and identification on a real example. The program code of the Viola-Jones method in the PHP programming language is given.

Keywords: distance learning, methodology, image recognition, identification of a person, Viola-Jones method, PHP, MySQL.

Аңдатпа

Ш.С. Туткышбаева¹, А.Б. Закирова¹

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

ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДА БЕЙНЕНІ ТАНУ ӘДІСІ БАР ВЕБ-ҚОСЫМШАЛАР ҮШІН ІОТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАҢУ

Мақала пандемия және қашықтықтан оқыту кезінде өзекті болып табылатын бейнені тану әдістемесі мен жаңа технологиясына арналған. Кескінді тану технологияларын жасауда қолданылатын бейнені тану әдістер және оның практикалық нәтижелері жан-жақты қарастырылады. Бейнені тану әдісін веб қосымшасында пайдаланып Face ID алгоритмінің нәтижесі көрсетілді. Эксперимент барысында бейнені тану әдісінің артықшылығы мен кемшіліктері анықталды. Мақалада келесі санаттар бойынша бейнені тану әдістерінің салыстырмалы көрсеткіші келтірілген: бейнені тану дәлдігі; бейнені тану уақыты; бейнені танудағы мәселенің пайда болуы. Веб-қосымшасына бейнені тану әдістерінің ішінен Виола-Джонс әдісі жақсы нәтиже көрсетті. Мақалада нақты мысалда аутентификация және идентификация үшін Виола-Джонс әдісін қолдану кезіндегі нәтижесі көрсетілген. Виола-Джонс әдісінің программалық коды PHP бағдарламалау тілінде көрсетілген.

Түйін сөздер: қашықтықтан оқыту, әдіснама, бейнені тану, бейнені анықтау, Виола-Джонс әдісі, PHP, MySQL.

Аннотация

Ш.С. Туткышбаева¹, А.Б. Закирова¹

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ІОТ ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ С МЕТОДОМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Статья посвящена методологии и технологии распознавания образов и лиц, актуальные во время пандемии и дистанционного обучения. Рассматриваются методы, используемые для создания технологий распознавания изображений и их практические результаты. Результат работы алгоритма Face ID с использованием метода распознавания лиц показан в веб-приложении. В ходе эксперимента определены преимущества и недостатки метода распознавания лиц. В статье содержится сравнительный показатель методов распознавания лиц по следующим категориям: точность распознавания лиц; время распознавания; возникновение проблемы в распознавании лиц. Среди методов распознавания лиц для веб-приложения наилучшие результаты показал метод Виолы-Джонса. В статье показан результат его применения для аутентификации и идентификации на реальном примере. Приведен программный код метода Виолы-Джонса на языке программирования PHP.

Ключевые слова: дистанционное обучение, методология, распознавание изображения, идентификация лица, метод Виолы-Джонса, PHP, MySQL.

1. Introduction

On March 16, 2020, a state of emergency was declared in the Republic of Kazakhstan. The main purpose of the state of emergency was to ensure the security of the Kazakh people. In this regard, all educational institutions in the country have switched to distance learning technology.

This educational platform differs from other educational platforms in that students were provided with video, theory of all learning materials and self-checking tasks during the approval of the material. In addition, teachers can use this platform to conduct online conferences.

Within the walls of the university, different platforms were used to establish communication between students and teachers. For example: ZOOM, Microsoft Teams worked with training platforms.

Distance learning technologies have been used since the advent of computers and the Internet. For example, a teacher and a student correspond with each other. The teacher sent the assignment by letter. The student received a letter, completed the task and sent the decision back to the teacher. Later, with the advent of audio and video technology, users began to make extensive use of distance learning.

Thus, the definition of distance learning technology is as follows: as one of the objects of the system of continuing education, which realizes the human right to education and access to information, allows to improve the knowledge and skills of professionals while performing their main functions [1].

In this regard, in the education system: online, offline and webinar training systems began to be used freely. An online learning system is a form of organization of training through an electronic device that teaches a teacher at a certain time, at a certain distance, using resources through a global network.

An offline learning system is a form of face-to-face exchange of information between teacher and student [2]. A webinar is a form of conducting classes and seminars using a global network and using different learning platforms [3].

2. Problem statement

Teachers working in the education system today have a special role to play. After all, in distance learning, the use of technologies used in different education systems to draw students' attention to the lesson, to check the task assigned to each student and monitor their timely completion.

In this regard, pattern recognition is a scientific discipline aimed at which is the identification of objects by several criteria or classes. The theory of object recognition is a branch of computer science, which is based on the development of fundamentals and methods for identifying objects, phenomena and signals. The need for such recognition arises in many areas, starting with machine vision, character recognition, diagnostics in medicine, speech recognition and ending with narrowly specialized tasks. Despite the fact that some of these tasks are solved by a person on a subconscious level with great however, to date, no computer programs have been created that solve them in the same general way in the form of [4].

In this regard, the problem of pattern recognition has become widespread, including in the field of artificial intelligence and robotics. The recognition capability is based on the similarity of similar objects. Despite the fact that all phenomena and objects are not similar to each other, it is always possible to find similarities between some of them in one way or another. All object recognition methods are divided into two types: methods based on decision theory and structural methods. The former are based on the calculation using quantitative quantities, such as length, texture, etc. The latter are focused on images, for descriptions of which are more suitable for qualitative values, for example relational. Also, learning based on a known sample plays an important role in object recognition. By image is meant some ordered set of features. An image class is a collection of objects with the same properties. A classifier or a decisive rule is the rule of attributing an image to one of the classes based on its feature vector. In practice, three forms of representation of signs are widely used: feature vector (for quantitative quantities), character string and feature trees (for structural quantities) [5].

Methods based on matching are sets of feature vectors for each class of objects. The new image will be assigned to the class that will be closest, within a predefined metric. Obviously, the simplest approach is to find the minimum distance, which is calculated using Euclidean norms between the feature vectors of an unknown object and the prototype vectors. The conclusion that an object belongs to a certain class occurs at the smallest of these distances. The minimum distance classifier works well in cases where the distance between the points of mathematical expectation of classes is large compared to the range of scattering of objects of each class.

Equally important are pattern recognition methods based on probabilistic classifiers, due to the randomness that affects the generation classes of images. Therefore, it is necessary to develop such an optimal approach, when using which there will be the least probability of errors. It is very difficult to answer unequivocally what

the optimal method describing computer vision looks like. However, it is possible to divide all existing methods into three stages: primary processing and filtering, logical evaluation of filtering results and decision-making algorithms [6]. As a rule, it is necessary to apply all these steps to recognize objects in an image, but two or even one may be enough.

The filtering group includes methods that allow you to determine the objects of interest in the image, without preliminary analysis. The bulk of such methods use a single operation to all points of the image at the same time. At this level, the analysis is usually not carried out to all points of the image at the same time.

We are introducing FaceID technology to the educational portal to check that the teacher is doing his own homework, practical tasks during distance learning. We present experimental works of this technology used in distance learning. First of all, let's understand the concept of image recognition technology.

Image recognition appeared much earlier than modern computer systems and technologies as a method of decision-making based on the results of observation of objects and processes in the environment. The first methods of recognition were developed for electronic analog systems and considered in the framework of signal processing theory.

In the process of development of computer technology and information technology, this subject, like the concept of video itself, has undergone significant changes and is developing rapidly.

Nowadays, it is difficult to define classes of tasks related to image recognition and to provide a definition in this area.

An object is a description of an object or process that allows it to be separated from the environment and grouped into other objects or processes to make the necessary decisions [7]. Classes are the objects we need or divide into sets.

Any image recognition algorithm should be represented as an abstract functional system R , which consists of three components: $R = \{A, S, P\}$,
this,

$A = \{A_k\}$, $k=1, \dots, K$ -class alphabet - a set of categories, division of images

$S = \{S_j\}$, $j=1, \dots, n$ - descriptive dictionary - a set of properties that characterize the image

$P = \{P_l\}$, $l=1, \dots, L$ is a set of rules for choosing a solution [8].

The solution of facial recognition tasks is relevant both in the field of intelligent environments, as well as in security systems. For example, Tsinghua University in Beijing has developed an image recognition system for security in public places [8]. The Japanese division of Omron has developed an image recognition system for mobile phones [9]. Riya, a company of image recognition scientists at Stanford University, has developed an open-ended testing Web service for searching facial images in digital photo albums [10-14].

Today, image recognition technology is a convenient and practical function of password-free identification. Technology itself belongs to the field of application of the theory of image recognition, which appeared much earlier than modern computer systems. Image recognition is an integral part of brain function. Therefore, the problems of recognition in the spectrum of computer disciplines are associated with the problems of artificial intelligence.

The algorithm of image recognition technology consists of two stages: identification (who is this person?) And verification (is this the person he said?). The sequence of actions is usually as follows:

1. **Face detection**- Distinguishes a person's face from a picture

2. **Facial features detection**- Anthropometric points are determined. The system finds points that determine the individual characteristics of the person. The algorithm for calculating the characteristics is different for each system and is the main secret of the developers. Previously, the main reference point for algorithms was the eye, but algorithms have evolved to take into account at least 68 points on the face (located along the contour of the face, determine the location and shape of the jaw, eyes, nose and mouth, the distance between them).

3. **Face normalization**- To get a clear frontal image, additional image modifications are performed (removal of head curvature, facial color correction, etc.).

4. **Feature extraction and descriptor computation**- Descriptor is calculated - a set of characteristics that characterize a person, regardless of external factors (age, hair style, makeup). Special local symbols are analyzed and described, for example, the structure of certain areas on the page. Comparing different descriptors allows you to assess the relevance of two received page images to one person.

5. **Verification**- The resulting page vector (digital model) is compared with the pages in the database.

Image recognition has several advantages over other methods of identification:

1. No special and expensive equipment is required;
2. No physical contact with the equipment is required. In most cases, you have to stand in front of the camera for a while and wait for the system to work.

Disadvantages of this system:

1. The system does not provide 100% reliability. When high reliability is required, a combination of several biometric methods is used;
2. In addition, the system can send errors due to a number of other factors: signs of aging, facial expressions, lighting and viewing angle. As the size of the page image database increases, so does the proportion of errors.

In this work, we used the results of the Viola-Jones method to recognize the image of a person.

3. Calculation experiment

Main part. Image recognition is one of the most popular trends in cybernetics today. Today, video recognition technology is used in various fields: information security, mobile applications, websites, marketing, etc. Today there are different methods of this technology. This article describes the advantages and disadvantages of the methods used to recognize this image, as well as the results of the method used as an experiment. The main idea of using the Internet of Things in an automated web application is to create a smart system that recognizes the user by biometric data and connects sensors to the system to verify the data.

According to American sources, they record the following statistics that in 2020, more than 50 billion devices will be connected through IoT technology [10].

From American sources, today we see that video recognition is developing rapidly. Before starting the experiment, let's first determine the general method of image recognition (Figure 1).

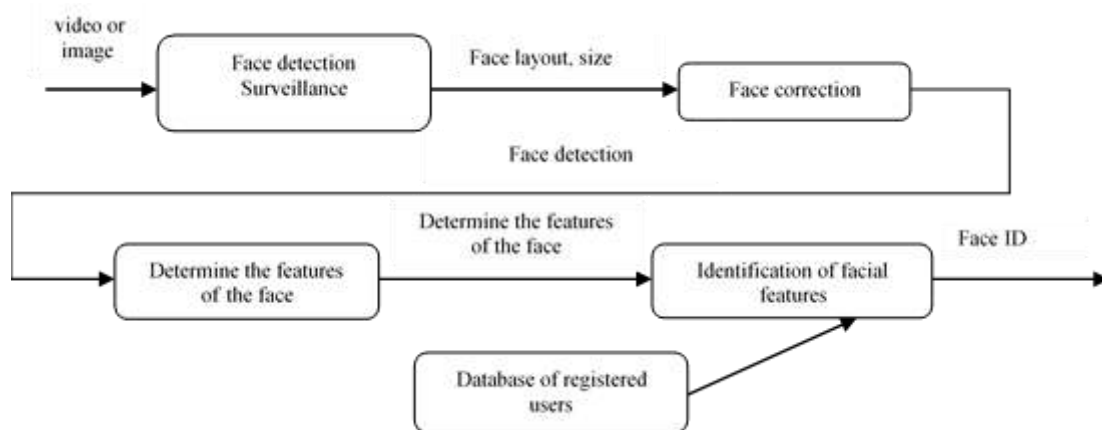


Figure 1. General method of image recognition

Determines the size and layout of the first page, as shown in the figure. Then defines the features of the page. At the last stage, the image of the person is compared with the database, and this face is given a personal identification number.

There are two popular ways to recognize a person's face:

- Highly efficient neural network;
- Viola-Jones method [11].

Describe the integration of video recognition component into the educational platform

We found that there are two popular methods of image recognition. We used the Viola-Jones method as an experiment on the educational platform.

Viola-Jones method

This method is used to search for the video in real time and is less likely to provide false information. In this algorithm, the Haar symbol (search for the desired object) and AdaBoost work [12]. The advantage of this method is that it recognizes the image of the user at an angle of up to 30 degrees, if it is greater than 30 degrees, the effectiveness of this method can be zero. Therefore, this method is the most effective for recognizing the user's image.

Let's analyze the main methods of the Viola-Jones algorithm. Thus, the definition of a person's face in a digital image works as follows: There is an image that contains the objects that the user is looking for. It is represented by a two-

dimensional matrix of piskels $w * h$, where; if the information is from 0 to 255, then the image is a black-and-white image; If the information is from 0 to 2553, then the image is a color image (components R, G, B).

We used the Viola-Jones method to enable biometric video access on the education platform. We introduced this feature when registering on the user's site. We used PHP to create an educational platform. The following figure shows the main page of the educational platform (Figure 2).

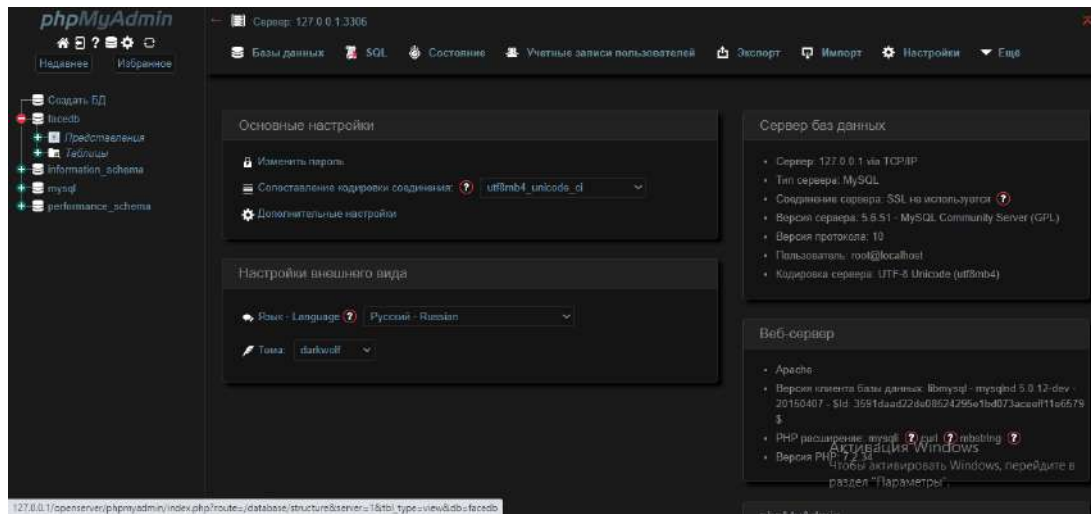


Figure 2. The structure of the educational platform

We will look at an algorithm for adding a biometric method (FaceID) as part of IoT technology to an educational platform for these students and show you how to add it to a database.

To add this function to the database, you need to write the following algorithm. This feature must be integrated with the user table, as the user is allowed to continue working on the site via FaceID when he logs in again.

```
UPDATE wp_option SET option_value =replace (option_value, 'newurl.com') WHERE option_name= "home" OR
```

```
Option_name= 'siterl'; UPDATE wp_posters SEL quid=replace(quid, "older1.com", "newurl.com");
```

```
UPDATE wp_posters SET post_content=replace (post_content, "older1.com", "newurl.com");
```

```
UPDATE wp_postermeta SET meta_value=replace (meta_value, "older1.com", "newurl.com")
```

The variables "older1.com" and "newurl.com" in this function are the main variables that link the table of users in the database. When a user of one variable is registered, the computer camera stores the data when it takes a picture, and the second variable compares it with the first variable when the user enters the site. Gives identification if the pictures match.

As a result of the experiment, the algorithm must determine the user's image and facial features and mark them - the search is carried out in the active area of the image with rectangular symbols, which describes the image found and its features:

$$rectangle = \{x, y, w, h, a\}$$

Where x, y are the coordinates of the i -th center of the rectangle, w is the width, h is the height, and a is the angle of the rectangle.

Let's see how this function works in the education portal. Once the user has entered their full details, the FaceID window will appear (Figure 3).

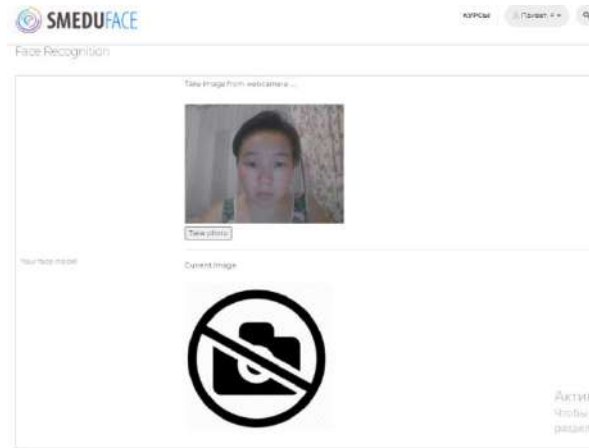


Figure 3. Registration page for the educational platform

When you click the Take photo button, the camera automatically takes a picture of the user and sends the information to the database. When a user logs in to a site, he compares the next picture to the first one he took. It is shown in the following figure. Once authenticated, it allows you to log in to the site with authentication (Figure 4).

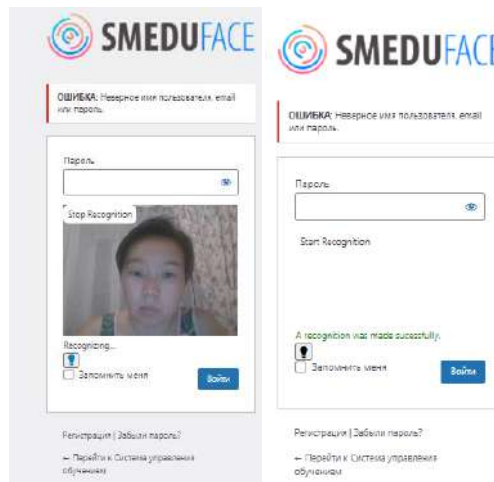


Figure 4. FaceID check box

Currently, 26 users are registered on the site as an experiment. The list of registered users is shown on the following picture (Ошибка! Источник ссылки не найден.5), and each registered user has an ID number.

ID	user_login	user_pass	user_nickname	user_email	user_url	user_registered	user_act
1	admin	\$P\$BCHj6FYOE1QcRzqFhOrdK0h1.1ZM0	admin	asybekzhardekov@gmail.com	https://it-startup-projects.kz	2021-05-15 15:02:06	
2	aseke	\$P\$B8Yh4QNH3l0XxyYfUldRgHedUQv0	aseke	zhardekov@yandex.kz		2021-05-20 05:20:22	
13	shyryn	\$P\$B8nh.jpVpJMQJLC.0cXXp6Uba.OZuL	shyryn	shyryn_1986@bk.ru		2021-07-18 14:09:11	1629360
14	shyryn2	\$P\$B8yTDFB8l6fwEJRampzR/mggjcmP/	shyryn2	shyryn_tutyshbeeva@gmail.com		2021-07-24 15:08:48	
15	Samal	\$P\$B8GZkYuu4RqSUaBf6bhDn37ZP6jF	samal	hakay27548@spimwinds.com		2021-08-01 15:37:06	16307832
16	Erzhan	\$P\$B87JRZK.0Wf9ycbwI06j82JUB88j	erzhan	beskih122@97av.com		2021-08-08 06:33:44	
17	Didar	\$P\$B8FzKpCHG.lnmprn.960MqJUP.p5mvT/	didar	petruyde@blyac.com		2021-08-08 08:42:42	
18	Saken	\$P\$B8AukEuVwV08cpZpIPV0qH1vZHzV0	saken	tutlugnu@blyac.com		2021-08-08 06:55:11	
23	Shynar	\$P\$B8yBEn6cRY0wzz23Bz.9110C5ANTyv1	shynar	shynar_7676@bk.ru		2021-09-01 09:25:22	1630488
24	Aiara	\$P\$B8xk5YBIWt9IMUz0gtyc18mgQL.0ar1	aiara	pator77200@corpypai.com		2021-09-01 18:29:01	1630520
25	Aika	\$P\$B836MDFGXidZqTnbB10sk7DmwwWTVEd/	aika	cultavy@acrossgracealley.com		2021-09-02 16:16:26	1630599
26	Aijan	\$P\$B8fjubbCeKdLzHesk0MiwKqJg01	aijan	ituculzy@acrossgracealley.com		2021-09-02 19:34:53	

Figure 5. Database of users

4. The result of the experiment

MySQL was written in the PHP programming language to recognize the image of the person in the picture in real time and to collect information about registered users.

The main purpose of the experiment is to compare the image of users with the information provided and to allow further work on the educational site. The experiment was based on data from 26 key users registered on the educational portal (Figure 5). There are 98 images of different people in the database, Each with 3 or 4 pictures. During the creation of the database, the size of the image and the conditions of capture were the same. The image is saved in JPEG format for 24 bits. The database contains images of men and women.

When the user visits the educational site, the verification method is performed (Figure 4). The program currently compares the user's image with the data stored in the database and displays the result. Check speed 7-14 frames / sec.

To verify the data of these algorithms, US scientists have developed a program FERET. U.S. scientists have tested the above algorithm and other methods.

This experiment can identify two main shortcomings in the recognition of the user's face:

- Lighting;
- The position of the user's face in space;
- Depending on the quality of the camera, the user may not recognize it;
- It may take a long time to recognize the user.

The use of this image recognition technology in distance learning has facilitated the work of the teacher. For example, during distance learning, the question arises as to whether the students completed the task themselves or copied the task from someone else. To avoid this shortcoming, we share the results of FaceID technology. With the help of this technology, the teacher makes sure that the student is responsible for the task itself and the tasks to consolidate knowledge. After all, when accessing the educational portal, the student can access only through image recognition technology. Another user cannot access his account.

5. Conclusion

Thus, the results of the experiment:

1. A new algorithm for testing current video and written in PHP by the Viola-Jones method has been proposed. In using this method, we used other methods of image recognition. The comparative table shows the results of the methods (Table 1).

Table 1. Comparative data

<i>Method</i>	<i>The accuracy of the face recognition</i>	<i>The time recognition of persons</i>	<i>The emergence of the problem in the face recognition</i>
<i>Viola-Jones</i>	<i>>90%</i>	<i>++</i>	<i>+</i>
<i>High-performance neural network</i>	<i>>90%</i>	<i>+</i>	<i>+</i>
<i>Flexible graph comparison</i>	<i>~90%</i>	<i>+</i>	<i>++</i>

As a result of this table, Viola-Jones showed good results in the experiment.

1. A user image recognition site has been created for the educational portal in the PHP programming language and connected to the MySql database.

2. The developed algorithm was tested as an experiment and showed high results.

3. Facilitated the work of teachers in the distance learning of image recognition technology.

Thus, concluding the article, the proposed technology (video recognition) facilitates the work of teachers in the distance learning, during a pandemic. When asked how to make it easier, the teacher does not take the time to check the students and is sure that the student has answered the given control tasks and test questions. We believe that a video or face recognition system is a good solution for a system of teaching and testing for remote identification of students. When using the educational portal, users can access course materials, test and exam tasks, which previously could use the educational portal with a standard system login and password. If you implement this technology in the educational portal, the system will allow the user to access the educational portal only. According to teachers, about 5% of students tried to use third parties during the exam, but the system (image recognition technology) prevented all intentional actions.

References:

- 1 Akhmetova G.K., Karaev Z.A., Muhambetzhanova S.T. "Methodology for the organization of teacher qualification improvement in the case of introducing an electronic learning system to educational organizations"// *Almaty: JSC "UBAO "Orleu", 2013. — P.30*
- 2 Halykova K.Z., Abdulkarimova G.A. "Pedagogical informatics. Informatization of education" - Almaty, 2007. P. 273.
- 3 *Collection of scientific articles of the IV International Forum of Information Education in Kazakhstan and the CIS countries - P.18-19, P. 38-3, P. 118-119, P. 460-461.*
- 4 Rosy A., Sujitha J. An Enhanced Intelligent Attendance Management System for Smart Campus// *Proceedings - 6th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2022. —PP. 1587-1591. DOI:10.1109/ICCMC53470.2022.9753810.*
- 5 Dremine I. M., Ivanov O.V., Nechitailo V.A. Wavelets and their use // *Successes of physical sciences. -2001.—Vol. 171. no. 5. P. 465-501.*
- 6 Shapiro L., Stockman D. Computer vision // *M.: Binom. Laboratory of knowledge. - 2006.—Vol. 752*
- 7 Chaban L.N. "Theory and algorithm of image recognition"- Tutorial. Moscow, Russia, 2004. — P.48-49. P. 50-60.
- 8 Srisujalertwaja D. P. A., "Elective course recommendation model for higher education program" *Songklanakarin J. Sci. Technol, no. 40 (6), 2018. —P. 1232–1239. DOI:10.14456/sjst-psu.2018.151. https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14456/sjst-psu.2018.151*
- 9 Sankhe V., Shah J., Paranjape T., and Shankarmani R., "Skill based course recommendation system," in 2020 *IEEE International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON), 2020. DOI: 10.1109/GUCON48875.2020.9231074. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9231074>*
- 10 Chang P.-C., Lin C.-H., and Chen M.-H., A hybrid course recommendation system by integrating collaborative filtering and artificial immune systems, *Algorithms, №9, no. 3, P.47, 2016. DOI:10.3390/a9030047.*
- 11 Zemsov A. "Face recognition algorithms". Moscow, Russia, 2011. —P. 50-51.
- 12 Method Viola-Jones// *Information portal "Khabarkhabr".- Available at: <https://habrahabr.ru/post/133826/> (Accessed:14.08.2021).*
- 13 Rokatansky M. "Ada Bots algorithm". Available at: <https://habr.com/ru/company/otus/blog/503888/> (Accessed: 18.09.2021).
- 14 Gonzalez R., Woods R., Eddins S. *Digital image processing in MATLAB //Moscow: Technosphere. - 2006.—Vol. 616.—P. 6.*